

Министерство образования и науки Республики Казахстан

Карагандинский государственный университет имени
академика Е.А. Букетова

Р.С. Каренов

**ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ
И СОЦИАЛЬНАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ
ГЕОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МЕТОДОВ
ДОБЫЧИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ**

Монография

Караганда
2011

*Рекомендовано к опубликованию решением Ученого Совета
Карагандинского государственного университета им. акад. Е.А.
Букетова*

ББК 622:33(574)
УДК 65.304.11
К 22

Каренов Р.С.
К 22 **Эколого-экономическая и социальная эффективность
геотехнологических методов добычи полезных
ископаемых: Монография. – Караганда: Изд-во КарГУ,
2011. – 366 с.**

ISBN 9965-483-12-4

В работе обосновывается важная мысль о том, что в свете реализации Госпрограммы форсированного индустриально-инновационного развития в 2010-2014 гг. перед горной наукой стоит комплекс проблем, требующих проведения фундаментальных экономических исследований для дальнейшего повышения эколого-экономической и социальной эффективности горного производства за счет совершенствования технологии разработки и переработки минерального сырья. Доказывается, что интенсивная добыча нефти, газа, угля, руд черных и цветных металлов во второй половине XX века и в первое десятилетие XXI столетия, систематическое уменьшение содержания полезных компонентов в добываемых полезных ископаемых привели к накоплению на поверхности земли огромных отходов горного производства и потому природоохранная деятельность должна быть тесно связана с разработкой новых экологически безопасных технологий. Показывается, что наиболее эффективными методами повышения полноты использования богатств недр, вовлечения в эксплуатацию некондиционных или потерянных руд являются геотехнологические методы добычи полезных ископаемых. Отмечается, что применение геотехнологических методов имеет значительное экономическое и социальное значение, поскольку позволяет: увеличить добычу полезных ископаемых без увеличения численности рабочих; свести к минимуму затраты на вскрытие и подготовку залежей; исключить или резко сократить операции по разрушению, доставке и транспортировке горной массы; исключить присутствие людей под землей и повысить производительность труда; снизить себестоимость металла в 2-3 раза.

Монография предназначена для научных работников, студентов, магистрантов и преподавателей вузов, менеджеров всех форм собственности.

**ББК 622:33(574)
УДК 65.304.11**

Рецензенты: **Андарова Р.К., д.э.н., профессор;**
Ахметжанов Б.А., д.э.н., профессор

ISBN 9965-483-12-4

© Каренов Р.С., 2011

ПРЕДИСЛОВИЕ

Не секрет, что сегодня экономическое благосостояние Казахстана в значительной степени определяется уровнем развития горной промышленности. Причем освоение природных ресурсов (особенно нефти, газа, урана) остается одним из элементов стратегии развития республики на ближайшую перспективу.

На современном этапе горная наука рассматривает недра земли не только как источник минерального сырья с точки зрения их изъятия и утилизации, но и как целостный природный многофункциональный ресурс жизнеобеспечения общества, находящийся в процессе постоянного преобразования. Решение задач использования и сохранения недр, обеспечения экологической безопасности и повышения уровня безопасности горных работ составляет современное идейное содержание комплексного освоения недр и одновременно современную идеологию горных наук.

К сожалению, в настоящее время отсутствуют кардинальные позитивные сдвиги в таких важных сферах функционирования горнодобывающего комплекса, как управление, экономика, безопасность труда и охрана окружающей среды, которые во многом обеспечивают рациональное и эффективное освоение и эксплуатацию ресурсов недр.

До сих пор для горнопромышленного комплекса характерны значительные потери полезных компонентов, обусловленные низким уровнем комплексной добычи и переработки минерального сырья. Имеет место несоответствие между интересами по наращиванию производственных мощностей горной промышленности и темпами развития ее минерально-сырьевой базы.

Во многом причиной такого положения является отсутствие средств механизации горных работ для поточных и циклично-поточных технологий, ухудшение горно-геологических и горнотехнических условий при разработке месторождений полезных ископаемых на больших глубинах, отсутствие единой и обоснованной системы качественного управления недропользованием.

Важные сдвиги в решении этих проблем намечены в Стратегическом плане развития Республики Казахстан до 2020 г. и Госпрограмме форсированного индустриально-инновационного развития страны в 2010-2014 гг. В этих документах предусмотрен курс на обновление устаревших технологий, техники и оборудования с учетом последних научных и инженерных достижений. Такой подход в развитии промышленности и, в частности, горнодобывающей отрасли, резко повышает необходимость и актуальность проведения целого комплекса теоретических и экспериментальных исследований, направленных на изыскание эффективных и экологически безопасных способов и средств добычи и переработки полезных ископаемых.

По мнению специалистов, основой горной технологии на предстоящие 20-25 лет останется широко применяемый буровзрывной способ разрушения горных пород. В то же время, учитывая ряд существенных недостатков этого

способа, следует разрабатывать новые технологии и оборудование с безвзрывным способом разрушения крепких руд и углей. Дело в том, что горнодобывающая промышленность Казахстана характеризуется в последние годы снижением эффективности вследствие резкого ухудшения горно-геологических и горнотехнических условий разработки, перехода горных работ на глубокие горизонты, истощения возможностей эффективного использования недр традиционными технологиями.

Иначе говоря, сегодня в области горнодобычных работ начинает складываться такая ситуация, когда не только совершенствование существующей технологии, но даже создание принципиально новой не может обеспечить ни резкого повышения производительности труда, ни существенного снижения себестоимости продукции, не говоря о нарастающих проблемах экологии и защиты недр земли, если добыча будет вестись традиционными шахтными и карьерными способами. Они требуют выемки на поверхность огромного количества руды и еще больше пустой породы, создают огромные пустоты в недрах земли, предполагают сооружение на поверхности производственно-бытовых комплексов, проведение сложных подземных коммуникаций для подачи воды, воздуха, электричества, вынуждают применять взрывчатку, нарушая геодинамику и отравляя подземные воды выделившимися при этом углекислыми газами. Люди вынуждены работать в условиях, не соответствующих санитарным нормам. Весь комплекс этих работ, сопровождающихся огромными материальными затратами, делается лишь для того, чтобы вскрыть продуктивный пласт толщиной всего несколько метров, а то и сантиметров, содержащий несколько граммов извлекаемого компонента на тонну руды.

Можно ли в горнодобычных работах исключить все перечисленное и значительно снизить себестоимость добычи? Вполне, но для этого нужны суперпроекты, основанные на новейших способах извлечения полезных ископаемых. Один из них — скважинная добыча или геотехнология, когда на поверхности земли закладываются не шахты или карьеры, а скважины диаметром всего в несколько сантиметров. Геотехнология только начинает создаваться, но за ней большое будущее, поскольку она позволит оптимально использовать недра и рационально организовать отношения человека с природной средой.

Еще с довоенных времен за рубежом и в странах СНГ (России, Узбекистане) работают экспериментальные шахты подземной газификации угля, товарным продуктом которых является только энергетический газ. Комплексная переработка на основе гидрокрекинга смолы позволяет получать, кроме газа, сульфат аммония, фенолы, сырой бензол, пиридиновые основания. Прибыль в сравнении с производством только газа возрастает в 5 раз, себестоимость газа снижается в 11 раз, обеспечивается полная защита окружающей среды. Все эти химические процессы освоены и регламентированы. В результате технология подземной газификации становится конкурирующей с другими традиционными технологиями.

Сегодня для реализации возможностей геотехнологии в урановой

промышленности уже используется выщелачивание, основанное на растворении полезных ископаемых химическими реагентами на месте залегания с последующей выдачей продукционных растворов на поверхность.

Поскольку применение геотехнологических методов (подземной выплавки, подземной газификации, способов скважинного и кучного выщелачивания металлов из руд и др.) имеет существенное экономическое, социальное и экологическое значение, в перспективе масштабы этих работ нужно увеличивать. Для повышения эколого-экономической и социальной эффективности этих методов необходимо проведение глубоких исследований, в частности, по созданию физико-химических основ диффузионного растворения и фильтрационного переноса металлов в пористых средах продуктивных пластов.

В предлагаемой монографии изложены результаты изучения эколого-экономической и социальной эффективности геотехнологии, обладающей несопоставимыми преимуществами против традиционных горных способов разработки месторождений полезных ископаемых. Это связано с небольшими объемами горнодобычных работ и сроками отработки, техническими возможностями и эффективной разработкой бедных месторождений, а также повышением показателей извлечения залежей. Это значит, что есть возможность переводить ныне нерентабельные месторождения полезных ископаемых в разряд высокодоходных, а также перенести процесс добычи с поверхности земли и резко сократить капитальные вложения на этих работах. Еще одно очень важное преимущество геотехнологии — возможность восстановления недр земли путем закачки через скважины экологически безвредных растворов, что невозможно при нынешних горных способах добычи руды.

Уже сегодня можно прогнозировать преимущества этой технологии, особенно с развитием одного из ее направлений — разработки месторождений полезных ископаемых системой скважин, когда руда непрерывным потоком транспортируется на поверхность в виде столбиков керна, заключенных в герметические контейнеры с сохранением полезных компонентов и всей геологической информации.

Итак, можно ли надеяться, что наша продукция способна быть конкурентоспособной и прибыльной в будущем, востребованной мировой экономикой? Однозначно, это во многом будет зависеть от того, как быстро в прицеле нашей фундаментально-прикладной науки окажутся ключевые проблемы совершенствования технологии добычи и переработки минерального сырья.

ЧАСТЬ I. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОГРЕСС КАК МАГИСТРАЛЬНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ РЕАЛИЗАЦИИ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПРОГРАММЫ ФОРСИРОВАННОГО ИНДУСТРИАЛЬНО-ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Глава 1. ГОСПРОГРАММА ФОРСИРОВАННОЙ ИНДУСТРИАЛИЗАЦИИ – ПЕРВЫЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ ПЛАН ДЕСЯТИЛЕТНЕЙ СТРАТЕГИИ РАЗВИТИЯ РЕСПУБЛИКИ

1.1 Необходимость изменения экономической модели Казахстана и перехода от экстенсивной направленности к индустриально-инновационному развитию

Как известно, с принятием в 1997 г. Стратегии «Казахстан - 2030» была заложена основа для долгосрочного экономического развития страны, базирующего на открытой рыночной экономике с высоким уровнем иностранных инвестиций и внутренних сбережений. Не зря Президент РК Н.А. Назарбаев в своем Послании народу Казахстана в январе 2010 г. отметил, что приобретенный нашей страной в течение предшествующих лет экономический потенциал стал основой устойчивости в кризисной период.

Своевременно принятые Правительством РК антикризисные меры вкупе с некоторым улучшением мировой конъюнктуры по цене и спросу способствовали замедлению темпов снижения отечественного производства. В то же время результатом рецессии стало ухудшение общей деловой активности, особенно в сфере малого бизнеса, а также падение потребительского спроса.

Влияние кризиса сказалось прежде всего на темпах развития экономики. Если в среднем с 2000 по 2007 гг. коэффициент роста ВВП, согласно данным Агентства по статистике РК, составлял 10,2%, то в 2008 г. этот показатель насчитывал 3,3%, а в 2009 г. – только 1,2% [1, С.4].

В 2009 г. острой проблемой по всему миру являлась безработица. Поэтому в Казахстане на реализацию Стратегии региональной занятости и переподготовки кадров («Дорожная карта») было выделено 186,2 млрд. тенге, что позволило избежать массового высвобождения рабочей силы. В общем, как отметил Глава государства в своем Послании, были решены все задачи, намеченные Стратегией «Казахстан - 2030» на первое десятилетие XXI столетия.

Теперь же, начиная с 2010 г., страна приступила к реализации Стратегического плана – 2020 – составной части Стратегии «Казахстан - 2030». Анализ главных направлений развития Казахстана в ближайшее десятилетие показывает, что «Казахстан в 2020 году станет страной, которая вышла из мирового кризиса более сильной и конкурентоспособной, с

диверсифицированной экономикой и населением, активно вовлеченным в новую экономику.

К 2020 году Казахстан уже будет в числе пятидесяти наиболее конкурентоспособных стран мира с благоприятным деловым климатом, позволяющим привлекать значительные иностранные инвестиции в несырьевые секторы экономики страны. Экономика будет лучше подготовлена к следующим экономическим кризисам. Казахстан укрепит свои политические и экономические связи с сопредельными странами и другими государствами.

К 2020 году страна будет обладать человеческими ресурсами, необходимыми для развития диверсифицированной экономики, а также иметь инфраструктуру, необходимую для обслуживания отечественных предпринимателей и экспортеров. Будет обеспечена бесперебойная связь с остальным миром за счет интенсивного развития транспортной инфраструктуры и телекоммуникаций. Обрабатывающая промышленность, сельское хозяйство и сфера услуг Казахстана займут достойное место в структуре экономики наряду с горнодобывающей промышленностью. В социальной сфере и сфере защиты окружающей среды будут достигнуты значительные результаты.

К 2020 году казахстанская экономика в реальном выражении возрастет более чем на треть по отношению к уровню 2009 года. За счет успешной реализации планов по диверсификации экономики показатели роста перерабатывающих отраслей экономики к 2020 году будут больше показателей роста добывающих отраслей или равны им.

Благодаря проведению взвешенной макроэкономической политики к 2020 году уровень золотовалютных резервов (без учета активов Национального фонда Республики Казахстан) будет не ниже трех месяцев импорта или объема краткосрочного (до 1 года) внешнего долга государственного и корпоративного секторов страны (в зависимости от того, какой показатель будет выше). Активы Национального фонда составят не менее 30% к ВВП. Инфляция в этот период в среднем будет удерживаться на уровне 5-8% в год. Политика обменного курса будет обеспечивать баланс между внутренней и внешней конкурентоспособностью казахстанской экономики» [2, С.18].

Центральный элемент Стратегии развития Республики Казахстан на период до 2020 г. - ставка на инновации. Такой основополагающий принцип заложен в Послании Президента страны Н.А. Назарбаева народу Казахстана (январь 2010 г) «Новое десятилетие — новый экономический подъем — новые возможности Казахстана» [3].

Инновационная индустриализация и развитие инновационного человеческого капитала должны стать ключевым фактором, который обеспечит благополучие республики в будущем. Такова основная парадигма ее развития в предстоящем десятилетии. О начале инновационной индустриализации страны Глава государства отметил на внеочередном XII съезде НДП «Нур Отан»: «Мы говорим об инновационной индустриализации, а не о той индустриализации, которая была во всех государствах мира в начале прошлого века. Наша индустриализация должна соответствовать нынешнему укладу развития

мировой экономики. В этом процессе будет усиливаться роль государственного планирования и стимулирования экономики. В то же время базовые принципы свободного рынка, такие как честная конкуренция, неприкосновенность частной собственности и поощрение деловой инициативы останутся незыблемыми» [4, С.6].

Казахстан встал на индустриально-инновационный путь развития в 2003 г. В рамках Стратегии индустриально-инновационного развития страны на период 2003-2015 гг. [5] были созданы необходимые условия для внедрения инноваций. Сформирована институциональная система: образованы Национальный инновационный фонд, Центр инжиниринга и трансферта технологий, Фонд науки, Комитет по науке, Финансовые институты развития. Принят Закон «О поддержке инновационной деятельности». В соответствии с международным опытом открыты 6 отечественных венчурных фондов и 6 международных с географией инвестирования — Европа, Центральная Азия, Восточное побережье США, страны АСЕАН, Израиль, Германия. Кроме того, создаются технопарки, индустриальные зоны, бизнес-инкубаторы, свободные экономические зоны, которые должны стать территориями для ускоренного внедрения инноваций. Введены 5 лабораторий инженерного профиля при ведущих вузах страны.

Однако сегодня Казахстан сталкивается с необходимостью кардинального решения следующих вопросов: низкая инновационная активность компаний и предприятий, недостаточный научно-технический потенциал, слабая продуктивность и производительность труда, а также низкая наукоемкость экономики и производства. Низкой остается доля обрабатывающей промышленности в ВВП. «Диверсификация экономики так и не стала реальным приоритетом всех органов власти и общенациональной идеей. Можно выделить три основные причины этого.

Во-первых, не было преодолено упование на внешние инвестиции в обрабатывающую промышленность. Высокие цены на сырьевые ресурсы снизили для иностранных инвесторов привлекательность несырьевых отраслей. Не было серьезной работы, чтобы сделать опору на внутренние ресурсы.

Во-вторых, Правительство много говорило, но не доводило до конца работу по обеспечению благоприятного бизнес-климата, доступности основных факторов производства для предпринимателей. Даже для свободных экономических зон не было создано всех условий, как это делается в других странах.

В-третьих, свою роль сыграли неэффективная организация работы государственного аппарата, слабое взаимодействие министерств и акиматов с бизнесом, отсутствие единого отечественного органа, отвечающего за диверсификацию экономики» [4, С.6].

Не случайно с 1 января 2010 г. в Казахстане началась реализация пятилетки форсированного индустриально-инновационного развития страны: «По моему поручению Правительство разработало Государственную программу форсированного индустриально-инновационного развития и

детальную Карту индустриализации страны. Эти два документа - подробный план действий того, что, где и как мы будем строить в ближайшие пять лет.

Сегодня речь идет о реализации 162 проектов с общим объемом инвестиций в 6,5 триллиона тенге, а это - более 40% от ВВП страны, которые позволят нам напрямую создать свыше 200 тысяч новых рабочих мест только в ближайшие три года.

В предстоящие пять лет будут введены в эксплуатацию мощный газохимический комплекс, заводы по производству минеральных удобрений, ряд крупных электроэнергетических станций — Балхашская ТЭС, Мойнакская ГЭС, новый блок Экибастузской ГРЭС-2 и многие другие.

К 2014 году мы реконструируем все три НПЗ и сможем полностью обеспечивать нашу внутреннюю потребность по всему спектру нефтепродуктов.

Каждый индустриальный проект в каждом регионе должен быть взят под особый контроль не только местной власти, но и общественности. Эта работа должна стать общенародной задачей всей страны в ближайшее десятилетие. Только так мы сможем войти в число 50 конкурентоспособных стран мира» [3, С.5].

Государственная программа форсированного индустриально-инновационного развития (ГП ФИИР) сфокусирована на трех направлениях: максимальная отдача от природных ресурсов, повышение эффективности человеческих ресурсов, реализация геополитического потенциала. В ней отражены целевые индикаторы, предполагающие достижение уже к 2014 г. весомых результатов (рис.1).

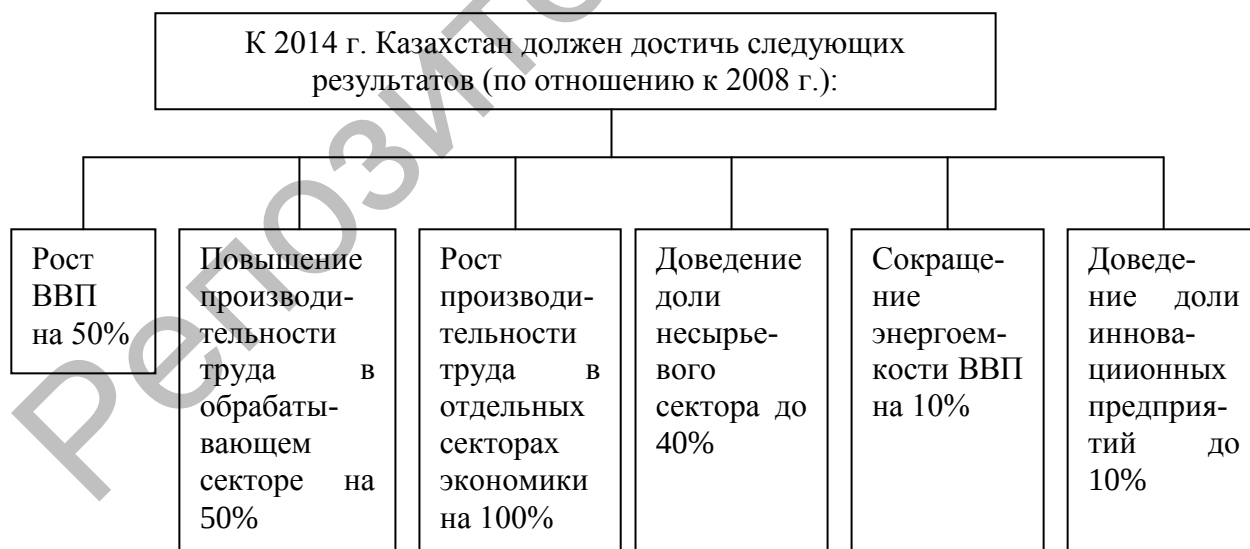


Рис. 1. Целевые индикаторы ГП ФИИР (Примечание – составлен автором по данным работ [3,4])

Основными реализаторами ГП ФИИР станут регионы. Поэтому изменятся критерии оценки работы местных исполнительных органов всех уровней. Главными показателями станут производительность труда, объем

привлеченных прямых инвестиций, увеличение несырьевого экспорта, доля инновационно активных предприятий, количество новых высокопроизводительных рабочих мест.

В рамках новой индустриальной политики определены следующие приоритеты [4, С.7-9].

Первый - АПК и сельхозпереработка. Поставлена задача: к 2015 г. довести долю сельскохозяйственной продукции в общем объеме экспорта до 8%, валовая добавленная стоимость агропромышленного комплекса должна быть в самое ближайшее время увеличена не менее чем на 16%, создано более 10 тыс. рабочих мест.

Второй - развитие строительной индустрии и производства строительных материалов. Задача - к 2015 г. за счет внутреннего производства удовлетворить более 80% потребностей рынка. Валовая добавленная стоимость строительного комплекса будет увеличена не менее чем на 76%.

Третий - развитие нефтепереработки и инфраструктуры нефтегазового сектора. К 2014 г. отечественные нефтеперерабатывающие заводы должны полностью удовлетворять внутреннюю потребность в нефтепродуктах высокого качества - бензине и авиакеросине. Задача - повысить валовую добавленную стоимость топливно-энергетического комплекса не менее чем на 30%.

Четвертый - развитие металлургии и производства готовых металлических продуктов. Задача - к 2015 г. обеспечить удвоение объема производства и экспорта продукции металлургической промышленности. С учетом углубления переработки и создания новых переделов валовая добавленная стоимость металлургии должна вырасти не менее чем на 107%.

Пятый - ускорение развития химической, фармацевтической и оборонной промышленности. Задача - к 2014 г. обеспечить более 50 % внутреннего потребления лекарственных препаратов за счет отечественного производства.

Шестой - энергетика, включая развитие чистой энергетики. Задача - закрыть текущую и перспективную потребность страны в электроэнергии.

Седьмой - развитие транспортной и телекоммуникационной инфраструктуры. Реализация планов по развитию всех инфраструктурных отраслей должна обеспечить рост валовой добавленной стоимости на 63%.

Кроме того, предполагается включить еще 5 отраслей, имеющих большой потенциал: машиностроение, урановую и легкую промышленность, туризм, космос.

Предприятия, работающие в этих отраслях, могут рассчитывать на поддержку государства, если отвечают таким подходам, как модернизация предприятий (ключевой критерий — производительность — не менее 50% от уровня мировых лидеров), создание новых высокопроизводительных предприятий (80-100% производительности), селективная поддержка предприятий «экономики будущего» (ИТ, альтернативная энергетика).

Как отметил в своем Послании народу Казахстана Президент страны, в перспективе привлечение инвестиций должно стать национальной экономической идеей. В части создания привлекательных условий для

инвесторов предусматривается принятие трех пакетов стимулирующих мер: разработка и реализация программы формирования имиджа РК как страны, привлекательной для ведения бизнеса и инвестиций, обеспечение льгот и преференций для инвесторов, включая создание СЭЗ, и формирование эксклюзивных условий для транснациональных корпораций через фискальные, финансовые и нефинансовые механизмы.

Как известно, до сих пор казахстанский фондовый рынок развит недостаточно. На сегодня он не способен удовлетворить потребности реального сектора экономики в финансовых ресурсах. Средства накопительных пенсионных фондов, страховых компаний, паевых инвестиционных и других фондов пока слабо работают на подъем и развитие отечественной промышленности. Следовательно, нужно создать законодательные механизмы привлечения этих ресурсов в реальный сектор экономики.

В условиях мирового финансового кризиса наше государство явилось основным инвестором национальной экономики. И это было вынужденной мерой, поскольку другого пути просто не существовало. Но теперь нужно двигаться дальше. Важно суметь задействовать все имеющиеся в стране внутренние финансовые ресурсы, а также привлечь в страну как можно больше прямых иностранных инвестиций для решения обозначенных выше ключевых задач по диверсификации и модернизации экономики, сместив акцент с кредитных ресурсов, поскольку они сегодня очень дорогие и предоставляются на короткие сроки [6, С.24].

В будущем подходы к инновационной политике намечено значительно упростить. Правительство республики будет ориентироваться в первую очередь на потребности бизнеса, внедрение разработок, освоение новых видов продукции.

1.2 Главные инструменты активного проведения форсированной индустриально-инновационной политики в стране

Сложный процесс форсированной индустриализации Казахстана не может внедряться по принципам «как пойдет» или «куда занесет». Без четкого пошагового воплощения здесь не обойтись. Поэтому Правительством республики утверждены три документа (главные инструменты) - План мероприятий Правительства, Карта индустриализации и Схема рационального размещения производственных мощностей, составляющих основу реализации Указа Президента страны о Государственной программе форсированного индустриально-инновационного развития (ГП ФИИР) на 2010-2014 гг., подписанного 19 марта 2010 г. Теперь дело - за активным внедрением этих документов.

При разработке Плана мероприятий Правительства по реализации ГП ФИИР предложен подход, основанный на анализе международного опыта в реализации крупных комплексных программ. Так, выделено ограниченное число стратегических направлений, для каждого из которых применен

программно-целевой подход. Теперь за реализацию каждой программы ответственен только один государственный орган или ведомство.

Выполнение каждого направления будет подчиняться четкой схеме: «цели - задачи - показатели - сроки реализации». В ходе логичного, пирамидального выполнения всех мероприятий каждое подразделение будет знать, что должно делать и за что нести ответственность. При этом уйти от ответа за невыполнение будет сложно, так как предусмотрен регулярный сквозной мониторинг реализации Плана.

В целом данный документ состоит из четырех ключевых направлений, охватывающих весь спектр задач по осуществлению ГП ФИИР: 1) развитие приоритетных отраслей промышленности, инфраструктуры, общих системных мер поддержки; 2) региональный аспект реализации ФИИР; 3) институциональные преобразования (мероприятия по основным законопроектам и необходимые организационные изменения); 4) мониторинг и строгий контроль реализации Плана.

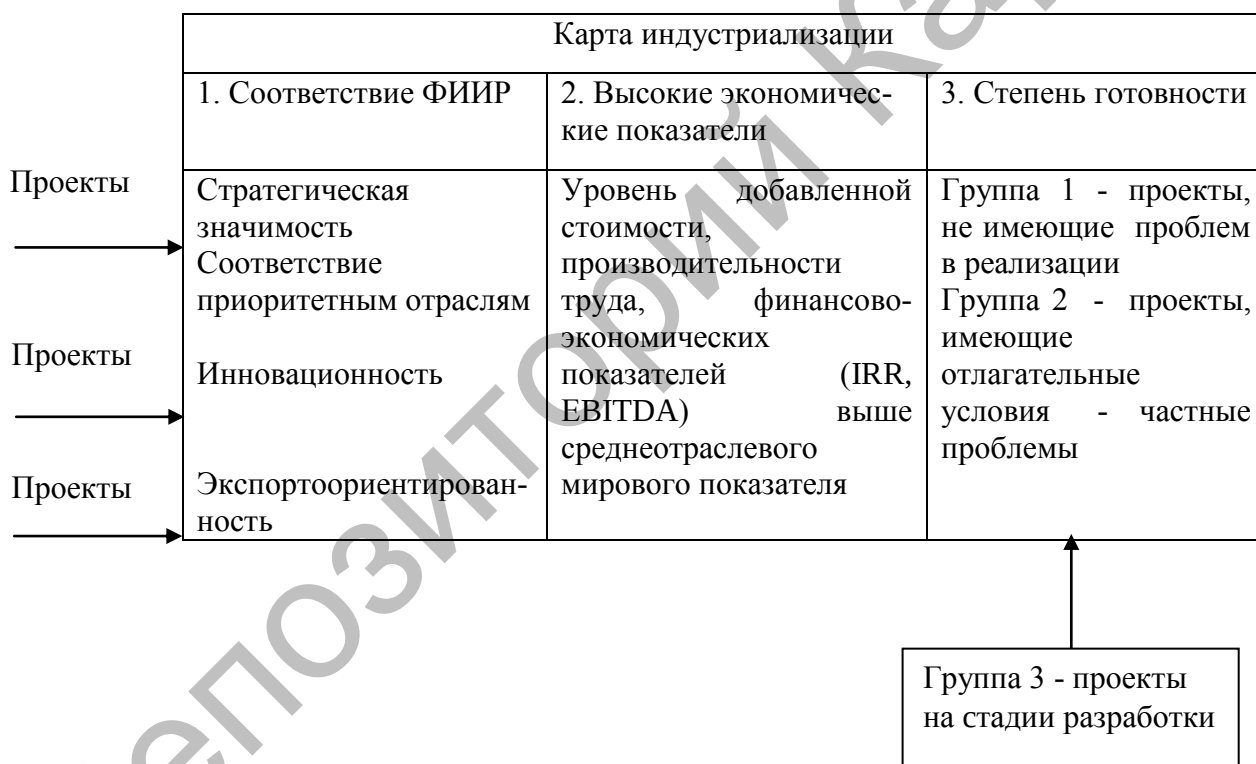


Рис. 2. Критерии отбора проектов, включаемых в Карту индустриализации (Примечание – данные работы [7, С.12])

Важнейшей составляющей ГП ФИИР является Карта индустриализации Казахстана, включающая в себя инвестиционные проекты республиканского значения стоимостью свыше 50 млн. долларов и проекты регионального значения стоимостью менее 50 млн. долларов [7, С.12].

Все поступающие проекты будут разделены на три категории в зависимости от степени готовности - высокая, умеренная и низкая. В Карту индустриализации включаются только проекты первых двух групп. Перспективные проекты третьей группы станут ближайшим резервом и будут

рекомендоваться институтам развития, банкам, иностранным инвесторам для решения вопросов финансирования (рис.2).

Карта индустриализации делится на Республиканскую, которая утверждается постановлением Правительства, и Региональную, принимаемую акиматами регионов. В Республиканскую Карту индустриализации Казахстана на 2010-2014 гг. включен 101 проект [8, С.7]. Сумма на их освоение — 6,8 трлн. тенге; цифра занятости — 130 тыс. временных и затем 90 тыс. постоянных рабочих мест [9, С.7]. За ее реализацию несут ответственность республиканские органы власти -министерства и нацхолдинги.

Есть еще и Региональная карта индустриализации, где основную роль в инициировании объектов, их рассмотрении на региональных координационных советах принадлежит акиматам. Мониторинг осуществления проектов будет осуществляться Торгово-промышленной палатой (ТПП) и ее филиалами в регионах. Впоследствии ТПП берет на себя еще и анализ проектов для включения в Карту индустриализации. Новыми проектами дополнять Карту индустриализации предполагается один раз в год принятием Постановления Правительства.

Пошаговым документом (важным инструментом) ГП ФИИР станет также Схема рационального размещения производственных мощностей Республики Казахстан (РК) до 2015 г. Она отражает прогнозные балансы топливно-энергетических ресурсов, развития минерально-сырьевой базы, водных и земельных ресурсов, кадрового потенциала; в нее вошли также планы развития трубопроводной, авто- и железнодорожной, морской и воздушной транспортных инфраструктур. В ней расписано еще долгосрочное формирование СЭЗ и индустриальных зон (ИЗ) (рис.3).

Схема ответственна по прогнозам основных параметров экономического развития и тарифам субъектов естественных монополий за 2015 г. Она определяет необходимые параметры территориально-отраслевого развития с привязкой к Карте индустриализации и является ориентиром для планирования инвестиционных решений бизнеса, прогнозной базой для разработки программ развития регионов, основой для формирования отраслевых программ для реализации ГП ФИИР. Теперь предприниматель, который намеревается зайти на локальный рынок, может отследить по документу - помощнику все: сколько таких производств уже действуют, каков рынок сбыта, есть ли тепло- и водоснабжение, как обстоят дела с кадрами. При этом сама Схема не какой-то застывший элемент. Она будет уточняться по мере реализации ГП ФИИР.

Для поддержки форсированной индустриализации страны принимаются 4 бюджетные программы: «Дорожная карта бизнеса— 2020» - для развития предпринимательства в регионах; «Экспорт - 2020» - для стимулирования несырьевого сектора; «Производительность - 2020» — для технологической модернизации и повышения производительности экономики и «Инвестиции - 2020» — для привлечения крупных инвесторов и транснациональных компаний.



Рис. 3. Схема рационального размещения производственных мощностей Казахстана до 2015 г. (Примечание – данные работы [9, С.8])

К примеру, по программе «Инвестиции - 2020», помимо создания эксклюзивных условий для крупных технологических инвесторов, предоставления налоговых льгот, инвестиционных преференций, свободной таможенной зоны, важным элементом является развитие специальных экономических и индустриальных зон.

Основными финансовыми инструментами осуществления программы «Производительность - 2020» станут кредитование и лизинг. Средства будут выделяться через БВУ, лизинговые компании, институты развития.

Главными направлениями реализации программы «Экспорт - 2020» будут торговое финансирование плюс страхование, сервисная поддержка экспорта, гранты экспортерам. Торговое финансирование и страхование планируется предоставлять по экспортным контрактам суммой до 5 млн. долларов США. Гранты экспортерам предусматривают 50-процентное возмещение затрат.

Целью программы «Дорожная карта бизнеса - 2020» является создание постоянных рабочих мест в регионах за счет развития предпринимательства. Основными направлениями ее осуществления станут субсидирование процентной ставки по кредитам, частичное гарантирование кредитов бизнесу, грантовое финансирование, сервисная поддержка [10, С.9].

Одним словом, важно отметить то, что на сегодняшний день стержневая задача - не только сдвинуть индустриализацию, но и создать условия для того, чтобы частные отечественные предприятия могли вовлечься и стать флагманами индустрии Казахстана в будущем. В этой связи «Дорожная карта бизнеса — 2020» - это ключевой вопрос дальнейшего развития республики. Значит, на нем следует сосредоточить всю последующую работу.

1.3 Состояние и приоритеты дальнейшего развития национальных инновационных систем в мире и Казахстане

Оценивая переход отечественной экономики на индустриально-инновационную модель развития, ученые и исследователи называют данный этап либо «новой экономикой», либо «экономикой знаний». Независимо от используемой терминологии большинство из них справедливо отмечает, что изменился тип воспроизводства, основной чертой которого становится развитие национальных инновационных систем (НИС), т. е. когда инновации востребованы национальными экономиками в целом, а не только отдельными компаниями и предпринимателями, когда государство вынуждено проводить более активную политику в области регулирования направлений рынка инноваций и оперативно реагировать на изменение текущих ситуаций. В соответствии с этим, логично современный этап постиндустриализма называть «инновационной экономикой» [11, С.4].

Важно отметить то, что как раз в рамках стартовавшей с 1 января 2010 г. Государственной программы форсированного индустриально-инновационного развития (ГП ФИИР) предполагается формирование Национальной инновационной системы (НИС) Республики Казахстан.

За рубежом концепция формирования НИС получила развитие в 80-е годы прошлого столетия. Впервые понятие НИС было использовано К. Фримэном в 1987 г. при исследовании технологической политики Японии [12].

Им были изучены основные элементы инновационной системы, которые обеспечили экономический успех этой страны в послевоенный период. Первым серьезным научным материалом о НИС признана книга «Национальная система инноваций» под редакцией Б.-А. Лундвалла, изданная в 1992 г. В этой работе изучение технологического развития стран основывалось на подходе, в соответствии с которым понятие НИС воплощает в себе наиболее современное понимание инновационного процесса и отражает существенные изменения, происшедшие в сфере инновационной деятельности в 90-е годы XX века.

На рис. 4 отражены основные мировые тенденции, определяющие необходимость создания НИС.

Важно отметить то, что до настоящего времени нет единого определения понятия НИС. Сегодня в мировой практике существуют три основных подхода к определению НИС [14-16].

Первый подход состоит в рассмотрении НИС как совокупности институтов, деятельность которых направлена на генерирование и диффузию инноваций. Эти определения отражают, что инновационные процессы проявляются непосредственно в хозяйственной практике. Основной упор данного подхода лежит в плоскости коммерциализации, практической отдачи от науки, так как появление нового продукта связано с совместной работой множества хозяйствующих субъектов.



Рис.4. Основные мировые тенденции, определяющие необходимость создания национальных инновационных систем (Примечание – данные работы [13, С.14])

Второй подход определяет НИС как комплекс сопряженных экономических механизмов и видов деятельности, обеспечивающих инновационные процессы. Данные определения более функциональны, так как подчеркивают динамизм взаимодействия субъектов национальной инновационной системы, переход к нелинейной модели инновационного цикла, оставляя в тени движущие силы инновационных процессов.

Третий подход связан с более глубокой сущностью экономических отношений. НИС трактуется как часть национально-экономической системы, обеспечивающая органическое встраивание инновационных процессов в поступательное развитие экономики и общества. Этот подход полагает, что создание формальных инновационных структур само по себе не гарантирует успеха нововведений. Необходимо формирование адекватной экономической атмосферы, благоприятного для инноваций социального климата.

Все эти подходы в целом описывают национальную инновационную систему с разных позиций и применительно к разному контексту. Обобщая данные подходы можно сделать вывод о том, что НИС – это совокупность субъектов инновационной деятельности, а также отношений между ними, которые обеспечивают процесс генерации, распространения и использования знаний. Она охватывает комплекс организаций, занятых производством и коммерческой реализацией знаний, а также правовых, финансовых, социальных и других институтов, обеспечивающих взаимодействие научных организаций, университетов и промышленных предприятий. Эффективность

национальных инновационных систем определяется как системой взаимосвязей между организациями, производящими знания и реализующими их в виде инновационных товаров и услуг, так и в значительной степени системой технологических приоритетов. Важно подчеркнуть, что эффективное осуществление процесса внедрения научно-технологических и инновационных разработок в производство и вывода продукции на внутренний и зарубежные рынки невозможно без технологического менеджмента и маркетинга (рис. 5).



Рис. 5. Основные составляющие национальной инновационной системы
(Примечание – данные работы [13, С.15])

НИС различных стран существенно отличаются друг от друга. Так, в научно-техническое развитие в США – супердержаве в области науки и техники – вкладываются значительные финансовые средства из федерального бюджета. Причем структура НИС США с точки зрения состава институциональных участников представлена университетами, федеральными лабораториями, научно-исследовательскими, конструкторскими и экспериментальными подразделениями крупных промышленных корпораций, малыми инновационными и венчурными фирмами, а также бесприбыльными исследовательскими организациями. Университеты США по существу представляют собой самоуправляемые организации, финансовой базой

которых являются средства по оплате обучения студентов и выполнения заказов на научные исследования.

Из более чем четырех тысяч университетов США около пятисот вовлечены в НИОКР. В их составе сто университетов относятся к категории так называемых «исследовательских университетов», которые представляют собой фундаментальную науку страны и включают в себя НИИ и другие исследовательские подразделения. Государственные научно-исследовательские организации США выполняют важную роль в реализации научных программ «Аполлон», СОИ и получают финансирование из бюджета государственных программ министерств обороны, энергетики и НАСА. В систему НИОКР США входит более 700 государственных лабораторий, которые подразделяются на две категории: лаборатории, финансируемые из бюджетов соответствующих министерств и ведомств; государственные контрактные лаборатории, переданные по контракту в управление университетам и частным корпорациям, но финансируемые из бюджета министерств. Они участвуют в исследованиях проблем развития сельского хозяйства, здравоохранения, атомной энергетики и других социально важных сфер экономики и таким образом в большей степени привязанных к заказам общественного сектора.

Наиболее емким сектором исследовательской системы страны, выполняющим 70% всего объема НИОКР, являются частные научно-технологические подразделения промышленных корпораций [17, С.38].

Для решения крупномасштабных научно-технических задач в США создаются консорциумы, объединяющие университеты с группой промышленных корпораций в высокотехнологичных отраслях для разработки инноваций. Для ускорения инновационных процессов в университетах и государственных исследовательских лабораториях созданы подразделения по передаче технологий в промышленность на коммерческой основе. Данная форма передачи технологий ориентирована на использование высоких технологий двойного назначения — оборонных и космических программ [17, С.39].

Богатую историю научных и технологических нововведений имеет Япония. В последние годы экономическое чудо Японии обеспечивалось, с одной стороны, импортом техники, а с другой — «легкими» банковскими кредитами для финансирования своей инвестиционной деятельности. Закупки иностранной техники и технологий позволили японским монополиям экономить на научных исследованиях, сократить сроки внедрения новейших процессов и техники в производство и в максимальной степени использовать его приоритеты.

Заслуживает внимания опыт развития малого бизнеса в Стране восходящего солнца. В Японии получил развитие «бентя-бизнес», т.е. рискованный бизнес. В чем особенность этого бизнеса? Во-первых, он возник при отсутствии достаточного опыта в стране. Во-вторых, люди относились к такому бизнесу недоверчиво. В-третьих, инициативным предпринимателям, которые хотели заняться «бентя-бизнесом», недоставало инвестиций. Эта

проблема решена с позволения «бентя-капитала» - инвестиционных компаний для этого бизнеса.

Японский «бентя-бизнес» (VB) имеет свои особенности по сравнению с Западным. Западная модель VB является объединением производства и науки, а японская модель – объединением производства с другим производством. Кроме того, если западный VB работает на основе материалов и информации, полученных от вуза или научного центра, то японский VB получает материалы и информацию от крупных фирм. Как известно, западный VB является инвестиционной моделью, а японский VB – финансовой. Малый бизнес в Японии – это фирмы, которые производят новые товары и одновременно воспитывают новые кадры. В результате возникают новые фирмы. Социологические данные показывают, что выживание малых фирм связано с преемственностью их руководителей. Обследования 2024 предприятий показали, что 59,8% руководителей – это люди, которые основали предприятие, 33% - руководители второго поколения и лишь 2,9% руководителей – третье поколение.

Таким образом, главные движущие силы развития японской экономики – это кадры, активное участие частного сектора в финансировании научно-технического прогресса, создание современной инфраструктуры для инновационного развития экономики с широким спектром механизмов государственного регулирования [18, С.104-105].

Сегодня можно привести немало примеров стран, которые не занимают лидирующих позиций в науке, но тем не менее демонстрируют впечатляющие успехи инновационного развития. Нидерланды, Бельгия, Ирландия, Исландия, Финляндия, ряд других малых и средних стран Европы, а также Корея, Тайвань, Таиланд, Малайзия имеют динамичные, все более интегрирующиеся в мировую экономику хозяйственные системы. Причем нередко они даже опережают по темпам и качеству развития признанных «научных гигантов».

В настоящее время наиболее развитой признана НИС Финляндии. В этой стране уровень государственного финансирования научных расходов соответствует правительственной программе и остается одним из самых высоких среди индустриально развитых стран мира.

Университеты осуществляют в основном фундаментальные исследования, которые финансируются главным образом из государственного бюджета.

Частный сектор занимается новыми, перспективными НИОКР. Более того, частный сектор покупает НИОКР у университетов и научно-исследовательских институтов.

Такое сотрудничество между государством и частным сектором представляет собой важный механизм обмена знаниями и научными разработками и составляет основу функциональной модели НИС Финляндии (рис.6).

Серьезным недостатком при формировании модели инновационного развития экономики в странах СНГ является стремление к копированию опыта развитых стран без учета национальных особенностей и степени

завершенности рыночных реформ. В итоге многие предпринимаемые меры по формированию национальных инновационных систем не приносят желаемого результата.

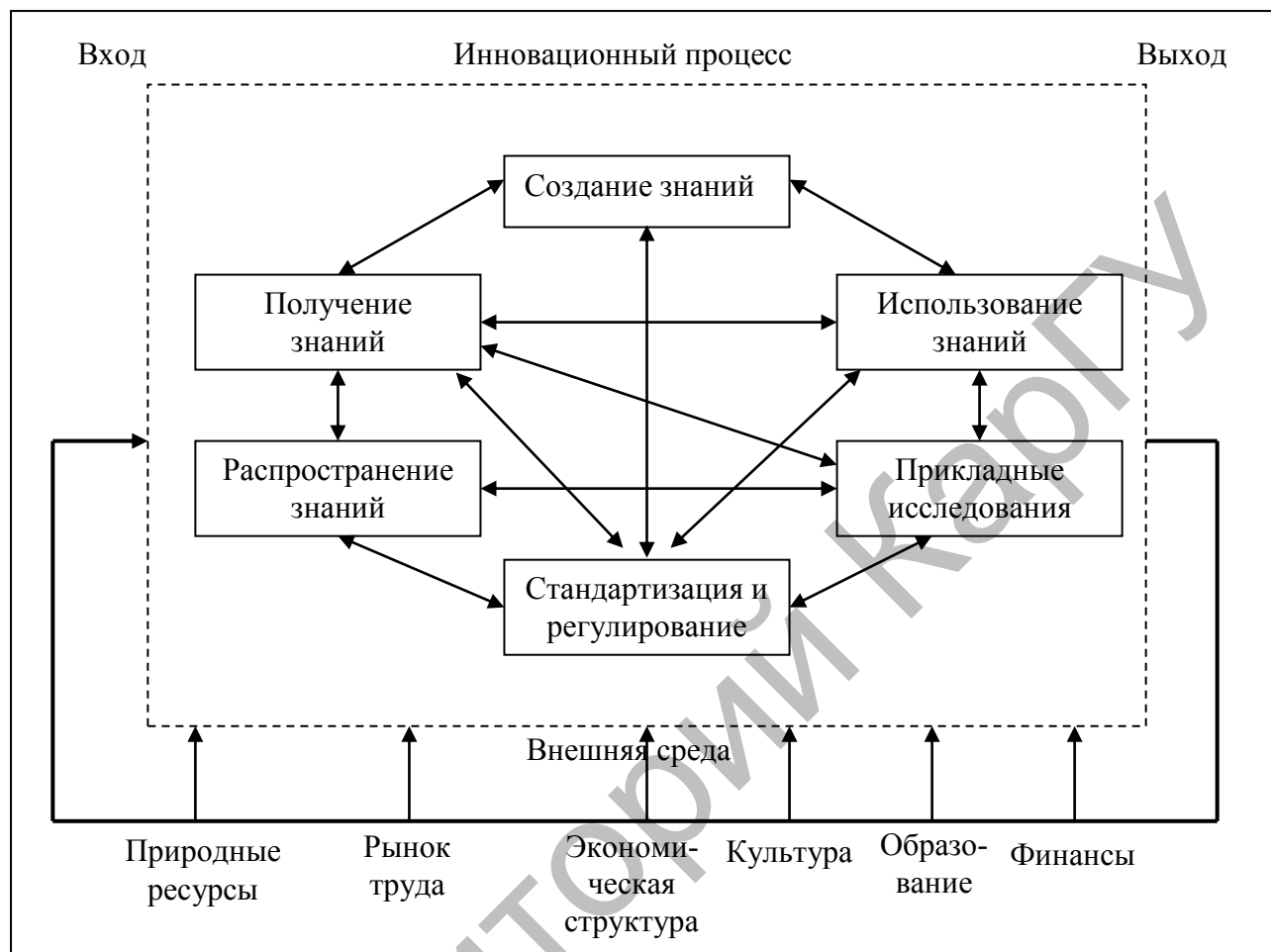


Рис. 6. Функциональная модель инновационной системы Финляндии
(Примечание – данные работы [19])

Поэтому в заключение отметим, что даже самые лучшие модели систем, созданные за рубежом, не могут быть механически перенесены на отечественную почву. И, разумеется, нельзя рассчитывать на то, что, обратившись к зарубежному опыту, можно легко найти решение наших проблем.

Казахстан вырабатывает собственную стратегию и тактику, обусловленную особенностями экономики с учетом опыта других государств и складывающихся тенденций в мировом сообществе. В этой связи встает вопрос: каковы основные задачи формируемой НИС республики в свете реализации ГП ФИИР?

Во-первых, она должна дать серьезный импульс технологическому развитию и созданию более наукоемких производств. В этих целях планируется разработка Плана технологического развития страны. По мнению экспертов, особенностью мирового развития станут создание и внедрение технологий, формирующихся на стыке различных предметных областей.

Преобладающую поддержку получают нанотехнологии, биотехнологии, генная инженерия, космическая техника, тонкая химия, микроэлектронные элементы, ИКТ, новые материалы, нетрадиционная энергетика, роботостроение.

Поэтому Казахстану важно определиться с технологическими приоритетами на предстоящий период. Технологические инновации позволят прежде всего повысить конкурентоспособность отечественной продукции, выйти на новые рынки сбыта и повысить доходность компаний. Соответственно, это окажет мультипликативное влияние на все отрасли экономики и в целом на технологический облик республики.

Во-вторых, Национальная инновационная система должна заметно повысить инновационную активность отечественного предпринимательства. На сегодня поддерживаемые в Казахстане инновационные проекты маломасштабны, а стимулы оказались недостаточными для придания мощного импульса инновационной деятельности.

В новых условиях решающим фактором становятся скорость изменений и адаптивность к ним. Важнейшим фактором конкуренции является не столько объем, сколько быстрота в принятии решений и действий.

В связи с этим в Казахстане предстоит сформировать целостную и комплексную систему поддержки и стимулирования инноваций, а также соответствующую инновационную среду. Следует особо отметить, что многие проблемы в сфере инноваций лежат в иной плоскости, нежели финансовой. Как показывает международный опыт, достаточно важным аспектом для активизации инновационной деятельности является формирование восприимчивой среды, адекватной инновационной культуры.

Третий аспект – укрепление научно-технического потенциала страны. Поэтому планируются перевод научной системы на международные принципы и подходы, приведение в соответствие с экономическими приоритетами направлений научно-технического развития страны. В целом основные направления научно-технического развития должны стать определяющими при формировании бюджетно-налоговой, внешнеторговой, инвестиционной, промышленной, антимонопольной политики.

В-четвертых, повышение массовости и устойчивости инновационной деятельности в стране. Высокий научно-технический потенциал является важнейшим условием устойчивого развития страны.

Необходимо иметь в виду то, что инновации охватывают как производственную, так и непроизводственные сферы. Они актуальны не только для промышленности или экономики. Они важны также и в других сферах, включая финансы, медицину, государственное управление, менеджмент, энергетика, транспорт, право, экологию, социальную сферу и другие направления. Инновации являются критическим фактором конкурентоспособности любого государства, любой компании.

Развитие инноваций – это задача не только одного какого-то ведомства. Это задача всех без исключения государственных органов и частного сектора, это задача общенационального масштаба. Именно такая концептуальная

платформа инновационной системы изложена Главой государства в Послании народу Казахстана.

Пятый фактор – национальная инновационная система должна предусматривать подготовку кадров для инновационной экономики. Центральное место в инновационной системе развитых государств отводится сфере образования, включая обучение на протяжении всей жизни. Это связано с тем, что главным инновационным ресурсом любой страны являются люди – генерация ученых, инженеров, изобретателей, квалифицированных рабочих, талантливых менеджеров и предпринимателей. Поэтому основной задачей отечественной системы образования должны стать формирование и повышение творческих и интеллектуальных ресурсов государства.

В целом обозначенный в Послании Президента народу Казахстана (январь 2010 г.) планомерный переход к активному внедрению инноваций и формированию экономики индустриально-инновационного типа становится практически безальтернативным путем в будущее в современных условиях. Сама индустриально-инновационная деятельность должна стать одним из главных, приоритетных направлений государственной политики Республики Казахстан в предстоящей перспективе.

Глава 2. РАЗРАБОТКА КОНЦЕПЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ УКЛАДОВ – КРУПНЫЙ ВКЛАД В РАЗВИТИЕ СОВРЕМЕННОЙ ИННОВАЦИОННОЙ ТЕОРИИ

2.1 Экономика знаний как этап развития постиндустриального общества

Основная характеристика любой социально-экономической системы, будь то предприятие, регион, государство, определяется через развитие, т.е. существенное, необходимое движение, изменение чего-либо во времени. При этом основным показателем социально-экономического развития выступает экономический рост, который в настоящее время характеризует экономический успех страны в длительном периоде. На уровне государства экономический рост характеризуется приростом валового внутреннего продукта (ВВП), который представляет объем общего конечного продукта в текущих рыночных ценах, произведенного внутри страны в течение данного года с учетом инфляции.

Реальный экономический рост означает, что общество снижает издержки производства и повышает производительность труда. Экономический рост основывается на четырех факторах:

- 1) природные ресурсы;
- 2) трудовые ресурсы;
- 3) капитал;
- 4) знания или технология.

Важнейшей чертой экономики конца XX века и первого 10-летия XXI столетия стал ее переход в новую, инновационную фазу развития – «общество знания». Экономику, основанную на физическом труде, сменила индустриальная экономика, использующая природные ресурсы. В свою очередь, последнюю сменяет экономика, базирующаяся на знаниях и информационных технологиях, особенностью которой является повышенное внимание к знаниям отдельных индивидуумов. По мнению многих ученых, «новая экономика» — это экономика постиндустриального технологического уклада, в котором ключевыми факторами производства становятся интеллектуальные ресурсы, или знания [20, С.12-13].

Под категорией «знание» понимается селективная, упорядоченная, определенным способом полученная, в соответствии с какими-либо критериями оформленная информация, имеющая социальное значение и признаваемая в качестве знания именно определенными социальными субъектами и обществом в целом.

Экономика знаний — «экономика, базирующаяся на знаниях» - это тип экономики, в которой производство знаний является источником ее роста. При этом в литературе используются и такие термины, как «посткапиталистическое общество», «инновационная экономика», «информационное общество», «высокотехнологичная цивилизация» и др.

Президент страны Н.А. Назарбаев, выступая с лекцией в КазНУ им. Аль-

Фараби, отметил: «Нам необходимо создать ядро национального интеллекта, нам нужны эрудированные люди, способные конкурировать на международном уровне.

Все это я имел в виду, когда на встрече с «болашаковцами» предлагал проект «Интеллектуальная нация-2020».

В его основе лежат три аспекта.

Первое. Прорыв в развитии системы образования Казахстана.

Сегодня важно взглянуть на образовательные процессы как можно шире. Каждому человеку надо привить умение делать, умение учиться, умение жить, умение жить вместе в современном мире. Это «четыре столпа образования», сформулированные ЮНЕСКО.

Второй аспект проекта «Интеллектуальная нация» - развитие науки и повышение научного потенциала страны. Наука должна быть основой инновационной экономики.

Третий аспект проекта «Интеллектуальная нация» - это развитие системы инноваций» [21, С.8-10].

На сегодняшний день в зависимости от оценки вклада по валовой добавленной стоимости отраслей, где в основном создаются и потребляются новые знания, выделяются следующие отрасли [20, С.13-14].

1. Высокотехнологичные отрасли высшего уровня («high technologies») или ведущие высокие технологии («leading edge»), где затраты на НИОКР составляют не менее 10% добавленной стоимости и затраты на оплату труда ученых, инженеров и техников превышают 10% общих затрат на наем рабочей силы. В этих наукоемких, динамичных отраслях новые достижения опережают потребности потенциальных клиентов и нарушают установленные границы между традиционными секторами промышленности.

Для высокотехнологичных товаров характерны короткие жизненные циклы; развитая практика копирования; творческий подход к применению; размытая конкурентная среда, которая создает угрозы из различных технологических сфер вследствие быстрого перелива знаний.

К отраслям «high technologies» (high-tech) относятся следующие: применение кремния, синтетических материалов, робототехника, информатика, биотехнология, астронавтика.

«Leading edge» — это высокотехнологичные отрасли: обрабатывающей промышленности (фармацевтическая промышленность, производство компьютеров и офисного оборудования, производство теле-, радиоаппаратуры и электронных компонентов, приборостроение, авиакосмическое и общее машиностроение). Именно эти отрасли на международном уровне приняты в качестве критерия оценки концентрации национального научно-технического потенциала на основных направлениях НТП.

2. Высокотехнологичные отрасли среднего уровня («medium high technologies») — производство наукоемкой продукции, под которой понимается продукция материального производства, где доля затрат на научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы (НИОКР) в добавленной стоимости выше, чем в целом по промышленности. К ним относятся

химическая промышленность (без фармацевтической); производство машин и оборудования общезкономического и отраслевого назначения, а также бытовой техники; электротехническая промышленность, автомобильная промышленность, железнодорожное машиностроение и производство мотоциклов и т.д.

3. Сектор высокотехнологичных услуг – телекоммуникации, финансовая сфера и страхование, а также деловые услуги, под которыми понимаются компьютерные услуги, маркетинговые исследования, консалтинг, услуги по аренде машин и оборудования и другие инженерные и технические услуги, а также сфера НИОКР как производитель добавленной стоимости.

4. Сектор отраслей повышенного спроса на новые знания и технологии, который включает образование (прежде всего высшее), здравоохранение, культуру и т.д.

При изучении состояния и перспектив данных отраслей выделяют две концепции развития:

1) маркетинговую, т.е. производство продукции, «втягиваемой рынком», вызванной потребностями рынка;

2) концепцию «технологического проталкивания», т.е. основанную на НИОКР и разработках и возможностях технологии.

Обычно маркетинговые исследования осуществляются не только предприятием, но и его конкурентами, что может привести в итоге к появлению очень похожей продукции. С другой стороны, стратегия, основанная на технологическом продвижении, скорее приведет к инновационному прорыву и создаст основу для долговременного конкурентного преимущества. Большинство инновационных прорывов зарождается в научно-исследовательских организациях и подразделениях, а не на рынке. Это свидетельствует об ограниченности маркетинговой концепции и поэтому необходимо сохранять баланс между этими двумя концепциями развития, так как акцент на прикладные исследования в ущерб фундаментальным может привести к трудно устранимому технологическому запаздыванию.

Не зря вкладом в исследование национальных систем считают введение понятия «технологической парадигмы» Дж. Доси (1982 г.), представляющей собой схему, в рамках которой отдельные лица и институты осуществляют прорывы в технологиях [22]. Это позволяет определить возможности и направления технических усовершенствований производства и продукции. Следствием является изменение технологического уровня по всем звеньям производства добавленной стоимости от первичной переработки ресурсов до непроизводственного потребления.

Связь понятий «технология» и «технологическая парадигма» проявляется в их взаимодействии. В результате конкурентного рыночного отбора новой технологии, обеспечивающей прорыв, благодаря ее высоким параметрам, происходит смена технологических парадигм. В рамках новой парадигмы преобладающая технология непрерывно совершенствуется. Несмотря на присутствие в названии этой научной парадигмы термина «технологическая»,

основная идея парадигмы может быть не связана с изучением какой-либо конкретной технологии. Вместе с тем, эта парадигма более, чем любая другая, имеет познавательную ценность для институтов и частных лиц, вовлеченных в улучшение и внедрение технологии в производственную систему.

Технологическую парадигму можно также определить как новую идею проекта, или схемы, реализация которой, в конечном итоге, приводит к так называемому «взрыву» всевозможных «новых комбинаций», или инновационных продуктов и технологий. Технологию в соответствии с формулировкой Дж. Доси можно представить как «группу конструкторских концепций, интегрированных для создания требуемой конструкторской конфигурации (оборудования, приборов и др. техники)». Из этого следует, что при наличии n -возможных конструкторских концепций количество возможных итерированных конструкторских конфигураций (технологий) будет равно $2^n - (n + 1)$ при $n \leq 100$ [22].

Смена «технологических парадигм» по Дж. Доси развивает идеи Й. Шумпетера о промышленных революциях и идеи циклического развития Н. Кондратьева.

2.2 Создание теории инноватики российским экономистом Н.Д.Кондратьевым

Создание теории инноватики обусловлено эволюционным развитием общественного производства в его индустриальную эпоху и связано с именем российского экономиста Н.Д. Кондратьева, который разработал в 20-х гг. XX века теорию волновых (циклических) колебаний общественного производства.

Из теории известно, что в развитии техники и технологии периодически происходят революционные переходы к их качественно новому уровню, т.е. наблюдается закономерное циклическое их обновление. Циклы представляют собой череду революционных и эволюционных этапов в развитии: количественное накопление усовершенствований и опыта приводит к серьезным качественным изменениям — скачкам в материализации человеческих знаний, повышению производительности труда, расширению возможностей общества.

Различные социально-экономические процессы имеют разные по продолжительности циклы своего развития. Наиболее длительные циклы, исследованные в науке, - это циклы развития этноса или циклы Л. Н. Гумилева. «Рождение этноса происходит в негэнтروпийный момент, пусть даже протяженный, когда на фоне нескольких популяций за счет появления избыточной биохимической энергии возникает новая система, исчезающая через 1200-1300 лет при неубывающей энтропии. При этом этнос проходит ряд фаз, пребывая не в биологическом, а в историческом времени, определяемом через характер событий и их причинно-следственных связей, а также общественного императива по отношению к персонам, составляющим этнос». Поскольку одной из основных задач исследований Л.Н. Гумилева была задача

сопоставления развития различных этносов, постольку им был сделан, казалось бы, очевидный, но на самом деле фундаментальный вывод о дискретности «исторического времени». «Поскольку вспышки этногенеза, или пассионарные толчки, локальны и разновременны, то сопоставлять их целесообразно не синхронно, накладывая на линейную шкалу времени, а по фазам или возрастам, т.е. начало с началом, середину с серединой, конец с концом». Л.Н. Гумилев выделял пять основных фаз этногенезов: «...Подъем, перегрев, надлом, инерция и обскурация, после которой наступает гомеостаз, который уже не фаза развития, а состояние в природной среде» [23].

Следующими по продолжительности циклами развития человеческого общества можно считать циклы или «волны Н.Д. Кондратьева». На основе обобщения статистического материала по динамике среднего уровня цен, процента на капитал, номинальной заработной платы, объема производства в Англии, Франции и США за период времени в 140 лет он пришел к выводу, что существуют «большие циклы» развития экономики государств продолжительностью 48-55 лет. Каждая такая волна состоит из двух фаз: повышательной и понижательной.

Подъем характеризуется инвестиционной активностью, вложением капитала в наращивание объема производства, что сопровождается ростом занятости и повышением ссудного процента. При спаде появляется избыточный капитал, не находящий применения ни в одной из отраслей. В результате сокращается объем производства, растет безработица, падает спрос на ссудный капитал и соответственно снижается ссудный процент. Материальной основой периодичности долгосрочных колебаний по Н.Д. Кондратьеву является обновление основного капитала с длительными сроками службы, которое осуществляется на основе внедрения новых технологий, материалов, источников сырья и энергии.

6 февраля 1926 г. в своем докладе на тему «Большие циклы экономической конъюнктуры», который был прочтен в Институте экономики, он в качестве первой эмпирической правильности отметил: «Перед началом повышательной волны каждого большого цикла, а иногда в самом начале ее наблюдаются значительные изменения в основных условиях хозяйственной жизни общества. Эти изменения обычно выражаются (в той или иной комбинации) в глубоких изменениях техники производства и обмена (которым в свою очередь предшествуют значительные технические изобретения и открытия)» [24, С.199-200].

Исследования Н.Д. Кондратьева позволили сделать ему следующие интересные выводы:

- 1) приблизительно за два десятилетия до повышательной волны наблюдается оживление в сфере технических изобретений, которые находят широкое применение в начале этой фазы цикла;
- 2) периоды повышательной волны богаче крупными социальными потрясениями и переворотами, чем понижательная волна;
- 3) понижательная волна сопровождается длительной депрессией сельского хозяйства;

4) длинные циклы экономической конъюнктуры выявляются одновременно со средними циклами, для которых также характерны фазы подъема и спада.

Практическим подтверждением открытий, сделанных Н.Д. Кондратьевым, служат произошедшие изменения в ряде отраслей – ткацкой, химической и металлургической промышленности, вызвавшие повышательную волну первого большого цикла экономической конъюнктуры. Началу такой волны второго большого цикла предшествовали изобретения турбины, парового двигателя, открытие Фарадеем явления электромагнитной индукции, создание теории магнитного поля Максвелла и другие. В едином процессе динамики экономического развития наряду с большими циклами происходят и средние циклы конъюнктуры, фазы подъема, кризиса и депрессии которых накладываются на волны больших циклов.

Сходный по длительности с циклом Н.Д. Кондратьева «воспроизводственный цикл» рассматривался и в работах К Маркса, поскольку в его модели расширенного воспроизводства по умолчанию предполагается, что за период воспроизводственного цикла происходит полный износ и полное восстановление основного капитала, т.е. по существу реализуется кондратьевская длинная волна [25].

Вместе с тем параллельно этим долгосрочным циклам развития, интерферируя с ними, реализуются и другие циклы. Вообще современной экономической науке известны более 1380 типов цикличности. Среди них при моделировании социально-экономических явлений и процессов целесообразно особое внимание уделять рассмотрению естественного, административного, производственного и органического циклов развития социально-экономических субъектов государства [26, С.144-145].

Естественный цикл — это средний период времени жизни поколения одногодков. Его продолжительность 65-75 лет, т.е. естественный цикл содержит примерно полтора кондратьевских цикла, но так же, как и в случае сравнительного анализа развития различных этносов, очевидно, нельзя рассматривать точное начало каждого естественного цикла совпадающим с началом цикла Кондратьева или какого-либо иного.

Следующим по продолжительности, исключительно важным для изучения развития социально-экономических процессов, происходящих в государстве, имея в виду государства с демократическим устройством, является административный цикл.

Под административным циклом понимают период нахождения государственной власти в руках олигархической группы населения одной идеологии. Если государство имеет монархическое направление — это неопределенный по времени период правления одного монарха, если это демократическое государство — это четко определенный период правления одного президента и т.п. Очевидно, что точно сроки перевыборов могут не выдерживаться в реальных условиях, т.е. могут происходить существенные перестановки в правительстве, меняться президенты, меняться или не меняться их политика и т.п., однако при моделировании социально-экономических

процессов будет достаточным рассматривать административный цикл (4-7 лет) как период устойчивого правления активной группы населения с одной идеологией. В этой связи представляет интерес постановка и исследование вопроса о поиске рационального по продолжительности срока правления одного президента в государстве с демократическим устройством общества.

Производственный цикл — это интервал времени, по истечении которого рассчитываются макроэкономические показатели хозяйственной деятельности государства и оценивается успешность или неуспешность его социально-экономического развития. На практике продолжительность производственного цикла полагается равной одному году.

Органическим циклом функционирования первичных социально-экономических субъектов называют непрерывную последовательность актов:

- а) самооценки благосостояния;
- б) целеполагания развития;
- в) планирования развития;
- г) выполнения запланированных действий (функций, работ);
- д) получения результатов труда.

Перечисленные акты органического цикла развития — вербальная модель функционирования социально-экономических субъектов государства во времени.

Таким образом, любой социально-экономический процесс в любой момент времени представляет собой интерференцию волн перечисленных выше видов циклов.

2.3 Исследование основных понятий теории инновационных процессов Й. Шумпетером и С. Кузнецом

В волновой теории Н.Д. Кондратьева австрийский экономист Йозеф Шумпетер, работавший в Гарвардском университете США, увидел возможность преодоления кризисов и спадов в промышленном производстве за счет инновационного обновления капитала через технические, организационные, экономические и управленческие нововведения. В фундаментальной работе «Деловые циклы» (1939 г.) Шумпетером приведены три разновидности циклов. Первый цикл был связан с промышленным переворотом, начало которому положило развитие промышленности в Великобритании. Второй цикл совпал с появлением железных дорог, машиностроения, пароходов и продолжился до 90-х гг. XIX столетия. Третий цикл был связан с применением в промышленности электроэнергии, изобретением двигателя внутреннего сгорания, развитием химической промышленности.

Й. Шумпетер разработал теорию мультицикличности волновых колебаний (теорию длинных, средних и коротких циклов деловой активности), ввел в научное употребление категорию эффективной конкуренции вместо ценовой и концепцию эффективной монополии. Деловые циклы Шумпетера

определяются волновыми колебаниями. Каждый большой цикл конъюнктуры состоит из нескольких средних циклов, каждый средний – из нескольких коротких. В длинные волны входят циклы периодом в 50-60 лет (цикл Кондратьева). Средние циклы протяженностью в 10 лет охватывают процессы обновления основного капитала – станков, оборудования, транспортных средств и т.д. Короткие циклы в 2 года 4 месяца распространяются на рыночные конъюнктурные изменения в определенных видах продукции (цикл Шумпетера).

Й. Шумпетер выделил пять типичных изменений, составляющих специфическое содержание инновации:

1. Использование новой техники, новых технологических процессов или нового рыночного обеспечения производства (купля-продажа).

2. Внедрение продукции с новыми свойствами.

3. Использование нового сырья.

4. Изменения в организации производства и его материально-технического обеспечения.

5. Появление новых рынков сбыта.

Эти положения Й. Шумпетер сформулировал еще в 1911 г. Позднее, в 30-е гг., он ввел понятие «инновация», трактуя его как изменение с целью внедрения и использования новых видов потребительских товаров, новых производственных и транспортных средств, рынков и форм организации в промышленности (англ. innovation – новое научно-техническое достижение, нововведение как результат введения новшества).

Й. Шумпетер в «Теории экономического развития» [27] определял инновации как непостоянный процесс внедрения новых комбинаций в следующих случаях:

- введение нового метода производства продукции;
- открытие нового рынка, на котором данная отрасль не была представлена;
- завоевание нового источника сырья или полуфабриката;
- внедрение новой организационной структуры.

Родоначальник теории динамического неравновесия в экономике Й. Шумпетер в своей книге «Теория экономической динамики» (1911) утверждал, что «нормой» здоровой экономики является не равновесие или оптимизация, а динамическое неравновесие, вызванное деятельностью новатора-предпринимателя, которая направлена на создание нового потребительского спроса, на получение чего-то иного, отличного от предыдущего, обеспечивающего качественно более полное удовлетворение потребностей. Если классическая экономическая теория дает пути оптимизации того, что уже есть, концентрируясь на вопросах извлечения максимальной прибыли из наличных ресурсов и достижения равновесия, то основным принципом теории динамического неравновесия является инновационность подхода, в результате осуществления которого создается новый ресурс, нарушающий принятый порядок, баланс. Й. Шумпетер выдвинул на первый план фигуру

предпринимателя-инноватора как создателя новых комбинаций факторов производства (их пять): новых продуктов, новых технологий, новых рынков сбыта, новых методов организации производства, новых источников и видов ресурсов. Новые комбинации факторов производства благодаря деятельности предпринимателей возмущают равновесие экономической системы, т. е. вызывают состояние так называемого «шумпетерского шока» и стимулируют экономический рост как приспособление к шоку. Предприниматель является новатором и «агентом созидательного разрешения», поскольку создает нечто новое в технике, производственных процессах или методах сбыта и всегда стремится к расширению своего дела и увеличению прибыли.

В отличие от ценовой конкуренции нововведения, по мнению Й. Шумпетера, представляют собой основу конкуренции нового типа - «эффективной» конкуренции. Кроме инновационной деятельности путем «осуществления новых комбинаций факторов» производства для развития предпринимательства Й. Шумпетер подчеркивал особую роль «экономической свободы» для предпринимателей, невмешательства государства в предпринимательскую деятельность [27,28].

Основные положения теории, объясняющие закономерности циклических конъюнктурных колебаний появлением технических нововведений и действиями «новаторов», были использованы другими учеными для развития теории конъюнктурного цикла. В основу методологии их исследования были положены представления о закономерности циклических колебаний и множественности причин происхождения конъюнктурных циклов.

Известный экономист, лауреат Нобелевской премии С. Кузнец, в отличие от Й. Шумпетера, придавал большое значение эмпирическому и статистическому анализу вековых движений в производстве и ценах. На базе анализа 65 рядов производственных показателей и 35 показателей цен для пяти стран за 1865-1920 гг. он пришел к выводу, что тренд любого из производственных рядов отражает жизненный цикл доминирующей для каждого из них технической инновации (или открытие новых рынков или природных ресурсов). Отсюда следует, что эффективность инноваций, сводящаяся к снижению затрат, ведет к падению цен в первой части соответствующего жизненного цикла, когда производство растет по восходящей. Тем самым между длительными эволюциями производства и цен устанавливается непосредственная связь. Этими выводами С. Кузнец приближается к принятию инновационной теории Й. Шумпетера. Однако он считал ее ограниченной, применимой лишь к процессам эволюционного развития, а не к объяснению скачков или циклов. Он останавливается на мысли Й. Шумпетера о связи между предпринимательской активностью и пучками (кластерами) инноваций и подчеркивает, что стремление инвестировать в совершенно новые товары или виды техники, а также сама возможность этого появляется лишь при особых условиях [28, С.354].

Если производство растет, но долгое время не внедряется никаких принципиальных инноваций, то накапливается капитал устаревшего образца,

что не влечет за собой роста производительности труда. Это ведет к снижению эффективности производства, росту капиталоемкости, увеличению удельных затрат и в конечном итоге вызывает замедление общего экономического роста, а затем и спад.

Таким образом, С. Кузнец довольно близко подходит к идее, по которой революционные инновации приводят в конце концов к спаду. При этом значительная часть инноваций происходит не случайно, так как они обусловлены предшествующим развитием и жизненными циклами технологии. Однако это не помешало С. Кузнецу утверждать, что в образовании условий для очередной инновации необходим некий случайный, экзогенный толчок.

Такой подход повторяет логику тех сторонников инновационной концепции циклов, которые объясняют внутренними причинами лишь верхние поворотные точки, но не видят эндогенного механизма в нижних точках экономических циклов.

Все эти недоработки позволили С. Кузнецу сформулировать ряд фундаментальных проблем, оставшихся необъясненными в его теории и теории Й. Шумпетера. Во-первых, для образования длинной волны необходимо, чтобы нововведения Й. Шумпетера были либо очень значительными, либо достаточно большое количество их концентрировалось в ограниченном промежутке времени. Нововведений, способных оказать мощное дестабилизирующее влияние на всю экономическую систему, очень мало, хотя систематически происходит большое число малозначительных нововведений. Во-вторых, в теории Й. Шумпетера осталось непонятным, почему эффект значительных и важных нововведений длится в течение нескольких десятилетий, а не лет. В-третьих, Й. Шумпетер не дал убедительного объяснения периодически повторяющимся депрессиям и неравномерности появления значимых нововведений.

В итоге экономическую сущность инновационных процессов С. Кузнец видел в обновлении устаревшего капитала, что влечет за собой рост производительности труда, повышение эффективности производства, позволяющее преодолевать замедление общего экономического роста и спад [28, С.355].

В целом, привлекая внимание к активной роли человека-предпринимателя и к экономическому значению инновационных процессов, указав в этой связи на наличие столь крупных «белых пятен» в экономической науке, оба этих выдающихся экономиста (Й. Шумпетер и С. Кузнец) обеспечили себе видное место в ее развитии.

2.4 Изучение экономической сущности инноваций и инновационных процессов в рамках современных теорий экономического развития

Выделенные выше экономические концепции заложили необходимый фундамент для последующего исследования экономической сущности

инновационных процессов в рамках современных теорий. Инновационный процесс стал считаться важнейшим элементом современного экономического развития, а инновация — своеобразной «клеткой», фундаментальной единицей НТП экономики. Они оказывают двойственное влияние на динамику экономического роста: с одной стороны, открывают новые возможности для расширения экономики, с другой — делают невозможным продолжение этого расширения в традиционных направлениях. Они нарушают экономическое равновесие, внося возмущения и неопределенность в экономическую динамику. Своим созидательным разрушением экономической системы они обуславливают ее переход из одного состояния равновесия в другое. Этот переход связан с флуктуациями в динамике экономических показателей. Периодичность в появлении инноваций способна вызвать цикличность в экономическом развитии.

От этих основных положений оттолкнулись все современные теории экономического развития [28, С.361].

Так, в свое время на факторах эффективного спроса и рабочей силы строил свою модель Р. Харрод, рассматривая непрерывный и плавный экономический рост как основное, исходное положение. Темпы гарантированного роста может снижать лишь фактор ограниченности ресурсов рабочей силы. Воздействия инноваций и технологического прогресса в модели не видно, они играют роль нейтральных факторов, фактор капитала негибок и не учитывает технологических изменений.

Вместе с тем в 1956 г. Р. Солоу показал, что гарантированный рост Харрода можно сделать стабильным, что в долгосрочной перспективе относительно фактора интенсивности инвестиционного капитала существуют альтернативы выбора в инновационных процессах.

Р. Солоу использовал производственную функцию Кобба-Дугласа, в которой, как известно, труд (L) и капитал (K) являются субститутами:

$$Y(t) = A(t)K(t)^\alpha \cdot L(t)^{1-\alpha}, 0 < \alpha < 1.$$

Классическая модель Солоу исходит из убывающей производительности капитала, постоянной отдачи от масштаба (сумма коэффициентов при K и L равняется 1), неизменной нормы выбытия (амортизации) и отсутствия инвестиционных лагов. Взаимозаменяемость факторов производства объясняется не только технологическими условиями, но и неоклассической предпосылкой о совершенной конкуренции на рынках ресурсов.

Особенностью использования функции Кобба-Дугласа в модели Солоу является то, что все параметры (производительность, капиталовооруженность и др.) рассматриваются на единицу труда. Поэтому он обозначает $y = Y/L; k = K/L$, где y - выпуск, а k - капитал на одного работника: $y = f(k)$ [29, С.126-127].

Тангенс угла наклона производственной функции соответствует предельному продукту капитала MP_k , который убывает по мере роста

капиталовооруженности (рис.7).

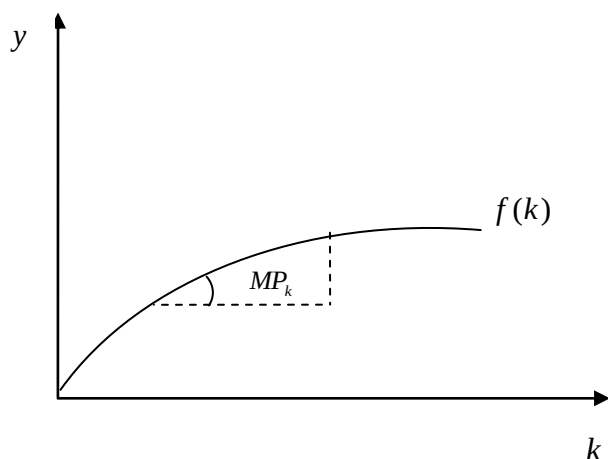


Рис. 7. Производственная функция (Примечание – данные работы [29, С.126])

Важнейшей заслугой Р. Солоу является то, что он показал большое, оцениваемое им в 90%, экономическое воздействие технологических изменений благодаря инновационным процессам.

В начале 60-х гг. XX века под влиянием новой волны НТП Э. Денисон пытался находить причины экономического развития в прогрессе знания в рамках инновационного процесса. Особое значение он придавал образованию и другим факторам, влияющим на подготовку рабочей силы. По его оценке, совокупное экономическое воздействие этих факторов давало около 40% национального продукта.

Экономическую сущность любого инновационного процесса Э. Денисон сводил к прогрессу научного знания как главной производительной силе современного общества, которая через повышение качества образования и подготовки рабочей силы в значительной мере увеличивает производство национального продукта.

Среди экономических моделей, учитывающих важнейшую роль технологических изменений благодаря инновационному процессу, больше всего нового внесла теория М. Калецки. В своей теории он также исходит из фактора спроса, но оперирует при этом не непрерывной долгосрочной тенденцией экономического роста, а циклами товарного обращения. Согласно этой концепции в рамках цикла можно обеспечить постоянный рост, но импульсы, вызывающие изменения в системе условий, могут «увести» экономику в сторону и вылиться в скачкообразное развитие. Таким образом, циклические и долгосрочные алгоритмы соединяются между собой и дополняют друг друга.

М. Калецки строит свою концепцию на двух эффектах инновации: предприниматель рассчитывает на получение дополнительной прибыли и поэтому осуществляет капиталовложения; однако новое техническое решение получает распространение и отрицательно воздействует на дальнейшие

предпринимательские инициативы и капиталовложения. Но отрицательное воздействие появляется лишь с запаздыванием во времени, и если за одной инновацией следует другая, то образуется непрерывный поток инноваций. Новая техника становится преобладающей, ее позитивное воздействие может вести к быстрому экономическому росту. Следовательно, воздействие долгосрочной тенденции, тренда зависит от прежних темпов роста экономики и скорости инновационно-технологического прогресса (от изменений во времени).

В последующем М. Калецки исследовал экзогенное воздействие инновационно-технологического прогресса в качестве фактора времени в экономическом росте и установил, что в долгосрочной перспективе тренд может приобрести экспоненциальный характер. Новые технические решения благодаря инновационному процессу М. Калецки сравнивает с периодическими шоками, которые, как правило, воздействуют в одном направлении — стимулируют. В долгосрочной перспективе они сокращают продолжительность экономических спадов и удлиняют периоды экономических подъемов.

В итоге, по «инновационно-центрической» модели экономического развития М. Калецки, экономическая сущность инновационных процессов видится в стимулирующем воздействии потока инноваций на получение дополнительной прибыли, на инвестиционную активность, что ведет к быстрому экономическому росту, способствует в долгосрочной перспективе сокращению продолжительности экономических спадов и удлинению периодов экономических подъемов.

Данное понимание сущности инновационных процессов страдает явной односторонностью, так как не учитывается то, что помимо стимулирующего воздействия инновационный процесс тормозит и делает невозможным развитие старого и традиционного в производстве, что играет роль позитивного разрушения в экономическом развитии [28, С.358-359].

Г. Менш со своей теорией стал одним из первых последовательных продолжателей дела Й. Шумпетера, развивающих его концепцию на современном уровне научных знаний. В начале 1970-х гг. он был одним из немногих авторов, сумевших распознать по показателям состояния рынков труда и капитала первые симптомы угрожающей конъюнктурной ситуации. Он назвал ее «технологическим патом», т.е. закономерной паузой в поступательном развитии экономики, причем такой, которая наступает регулярно. Сама патовая ситуация представляет собой период, когда экономика страны впадает в кризис, выход из которого невозможен в рамках существующей техники и данного международного разделения труда. В истории экономического развития было уже несколько таких технологических патов, т.е. перерывов поступательного эволюционного развития. И общим для всех них был дефицит запаса или даже отсутствие революционных или базисных инноваций. В отличие от линейной, эволюционной, волновой теоретической модели инновационного развития экономики Г. Менш разработал свою «модель метаморфоз». Согласно этой модели каждый

длинный цикл имеет форму не куска волны, а S-образную или логистическую кривую, описывающую траекторию жизненного цикла данного технологического способа производства. На завершающей стадии прежнего технического базиса возникает новый. Момент последовательного перехода от одного жизненного технологического способа производства к другому характеризуется технологическим патом, временем структурной перестройки или структурным кризисом, так как предшествующая S-образная кривая отнюдь не плавным образом вливается в новую [28, С.361-362].

Г. Менш разделил все инновации на базисные (которые формируют новые отрасли промышленности и новые виды профессий, открывают новое поле человеческой деятельности) и улучшающие (технические усовершенствования в уже сложившихся отраслях), появляющиеся в ходе практической реализации тех новых возможностей, которые закладываются базисными инновациями. Проведенные им исследования показали, что внедрение базисных инноваций происходит неравномерно, большая часть их концентрируется в фазе депрессии длинной волны. В этой фазе экономика оказывается как раз в состоянии технологического пата: традиционные направления НТП исчерпываются, соответствующие потребности насыщаются, инновационная активность падает, а слабеющий потребительский спрос поддерживается при помощи разнообразных незначительных изменений, касающихся главным образом внешнего вида изделий и создающих лишь видимость новизны, т.е. псевдоновациями. Неравномерность инновационной активности при этом объясняется особенностями функционирования рыночной экономики. Ориентируясь на текущую краткосрочную прибыль, предприниматели руководствуются экономической конъюнктурой, упуская из вида долгосрочные альтернативы научно-технического развития. К внедрению радикальных инноваций они приступают только под давлением резкого падения эффективности инвестиций в традиционных направлениях, когда уже накоплены значительные избыточные мощности и избежать «вползания» экономики в фазу глубокой затяжной депрессии не удастся. В фазе депрессии внедрение базисных инноваций оказывается единственной возможностью прибыльного инвестирования и в конце концов эти инновации преодолевают депрессию. Но делается это, когда уже не удастся предотвратить большие экономические потери – недальновидность хозяйственных и политических руководителей, ориентирующихся на краткосрочные интересы и текущую конъюнктуру, дорого обходится населению страны.

На основании обработки большого фактического материала Г. Менш отвергает распространенную гипотезу «эхо-эффекта», согласно которой колебания скорости и частоты инноваций следуют за колебаниями изобретательской активности. Базисные открытия и изобретения, предоставляющие новые возможности для экономического развития, совершаются, как правило, задолго до их внедрения. Он также попутно критикует распространенный взгляд, согласно которому происходит общее ускорение НТП и сокращение сроков внедрения новых технологий. Если такого рода явления и наблюдаются, то они относятся к улучшающим

инновациям. Сокращение времени внедрения новой базисной технологии происходит только внутри отдельных подпериодов и не затрагивает общую продолжительность длинной волны. Первые базисные инновации очередной длинной волны осуществляются крайне медленно и мучительно. Традиционное экономическое окружение воспринимает их с большими трудностями и лишь с формированием благоприятных технологических условий распространение инноваций ускоряется. С продвижением длинной волны распространение инноваций ускоряется одновременно со смещением концентрации инновационной активности в сторону улучшающих инноваций.

Эти два теоретических аспекта в его концепции получили название гипотезы «о депрессии как спусковом крючке» и гипотезы «о ведущей роли технологий». Ими подчеркивается, что в построениях Г. Менша роль генератора условий для появления инноваций, составляющих технологический базис новой длинной волны, играет депрессия. Существуют, однако, противоположные точки зрения, согласно одной из которых депрессия отрицательно влияет на появление инновации, а внедрение кластера базисных инноваций происходит в фазе оживления длинной волны. Другая точка зрения отрицает обе предыдущие, утверждая, что инновации вызывают депрессию, порождая сомнения и неуверенность в предпочтительных направлениях инвестирования.

На основе всего этого можно сделать вывод, что сущность инновационных процессов в экономическом развитии Г. Менш видит в преодолении технологического пата и экономической депрессии [28, С.363-364].

Данное определение сущности инновационных процессов стало оспариваться в рамках гипотезы «о давлении спроса», по которой, в противоположность гипотезы «о ведущей роли технологий», Г. Шмуклером и К. Фрименом утверждалось, что сами необходимые инновации появляются в результате давления спроса со стороны новых отраслей в период оживления и бума. По этой причине они видели сущность инновационного процесса в прорывах в фундаментальной науке, взрывах изобретений для удовлетворения сильного спроса на них со стороны быстрорастущих отраслей, составляющих основу новой длинной волны.

Анализ возникшей дискуссии между сторонниками гипотез «о давлении спроса» и «о ведущей роли технологий» показывает, что подобное строгое разделение факторов, определяющих сущность инноваций, не встречается в действительности, но полезно для исследования сущности инновационного процесса.

2.5 Разработка российскими учеными концепции технологических укладов

В теории и методологии инноватики приведенные Шумпетером деловые циклы принято в настоящее время связывать со сменой технологических

укладов в общественном производстве. В каждом технологическом укладе имеются свои ключевые факторы, которые влияют на создание нового продукта, использование новой технологии, появление новых рынков сбыта и источников сырья.

Понятие «технологический уклад» (в современном понимании данного термина) введено в научный оборот российским экономистом С.Ю. Глазьевым. Разработка российскими учеными концепций технологических укладов является существенным вкладом в развитие инновационной теории. Если понятие «уклад» означает обустройство, установившийся порядок организации чего-либо, то «технологический уклад – это группы технологических совокупностей, связанных друг с другом однотипными технологическими цепями и образующих воспроизводящиеся целостности» [30].

В современной концепции жизненный цикл технологического уклада имеет три фазы развития и определяется периодом времени примерно в 100 лет (рис.8).

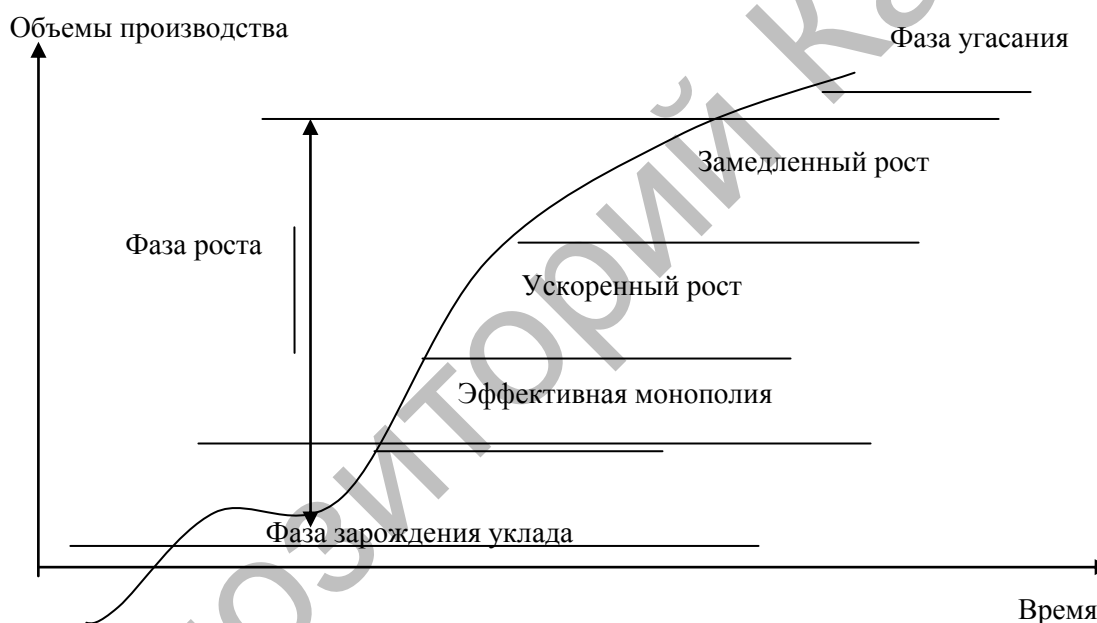


Рис. 8. Жизненный цикл технологического уклада (Примечание – данные работы [20, С.20])

Первая фаза – его зарождение и становление в экономике предшествующего технологического уклада. Вторая фаза связана со структурной перестройкой экономики на базе новой технологии производства и соответствует периоду доминирования нового технологического уклада примерно в течение 50 лет. Третья фаза – отмирание устаревающего технологического уклада.

С первой половины XVII в. началась и продолжается до настоящего времени быстрая самоподдерживающаяся эволюция технологий трансформационных процессов, используемых в экономике. Суть эволюции – передача трансформационных функций от человека технике.

Первый этап этой эволюции характеризуется возникновением и

распространением технологического комплекса нововведений. Нововведения этого комплекса обеспечивают интенсивную передачу технике функции непосредственного воздействия на природную реальность — предмет труда. Создаются и распространяются обрабатывающие и измерительные инструменты, устройства, механизмы.

Второй этап связан с распространением энергетического комплекса нововведений. Нововведения этого комплекса осуществляет интенсивную передачу человеком технике функции энергетического обеспечения технологических воздействий. Результат возникновения и распространения энергетического комплекса нововведений – это использование машин, которые могут быть автоматизированы; переход к индустриальному развитию.

Третий этап технологического развития — возникновение и распространение управленческого комплекса нововведений. Управленческий комплекс нововведений обеспечивает интенсивную передачу человеком технике функций управления процессами трансформации: переход к использованию автоматических машин, автоматизированных систем управления, информационных технологий, к индустриальному, а затем и к постиндустриальному развитию.

Комплексы технологических нововведений, распространяющиеся с началом индустриального развития, включали в себя управляемые человеком машины, а затем и автоматические машины, различающиеся предметом трансформации. Первоначально таким предметом являлось вещество, затем к веществу добавилась энергия и, наконец, информация. Последовательно возникали и распространялись:

- а) машины для трансформации вещества (МВ);
- б) машины для трансформации энергии (МЭ);
- в) машины для трансформации информации (МИ).

Далее им на смену стали приходить автоматы для обработки вещества (АВ), обработки энергии (АЭ), автоматы для информации (АИ) [31, С.14].

Распространение нововведений в процессе эволюции технологий носит циклический и комплексный характер. В табл. 1 приведены средние оценки периодов распространения технологических укладов и комплексов технических нововведений в странах – лидерах мировой экономики по производительности труда.

Первый технологический уклад представлял собой воспроизводственный контур, ведущим элементом которого являются машины для трансформации веществ; во втором – ведущую роль играет комплекс машин для трансформации вещества и энергии; в третьем – комплекс машин для обработки вещества, энергии и информации. Напомним, что уже в 1830 г. Бебидж изобрел первый программируемый компьютер с паровым двигателем. Более простые машины для преобразования информации в составе комплексов машин использовались значительно раньше.

Таблица 1

Периоды распространения технологических укладов и технических нововведений в странах – лидерах мировой экономики по производительности труда

Номера укладов	1	2	3	4	5	6
		Комплекс				
Ведущие технические новшества	МВ	МВ и МЭ	МВ, МЭ и МИ	МЭ, МИ и АВ	МИ, АВ и АЭ	АВ, АЭ и АИ
Начало интенсивного распространения, годы	1725	1775	1825	1875	1925	1975
Максимум распространения, годы	1775	1825	1875	1925	1975	2025
Время отмирания, годы	1875	1925	1975	2025	2075	2125

Примечание. Данные работы [31, С.15].

Четвертый технологический уклад — воспроизводственный контур, где ведущую роль играет комплекс, в котором на смену машинам для трансформации вещества пришли автоматические машины — автоматы. Пятый уклад — это контур комплекса автоматов для трансформации вещества, энергии и машин для обработки информации, шестой — контур комплекса автоматов для обработки вещества, энергии и информации.

Типичными представителями техники четвертого уклада являются автоматические линии, используемые в массовом производстве и требующие участия человека в переналадке при переходе на выпуск новой продукции. Представителями пятого уклада являются гибкие автоматизированные производства, позволяющие без участия человека производить под управлением системы компьютеров широкую номенклатуру продуктов.

Первый, второй и третий технологические уклады связаны с распространением машин, что обуславливает сокращение трудоемкости национального производства за счет роста капиталовложений и характеризует индустриальное развитие.

Развитие воспроизводственных контуров четвертого, пятого и шестого укладов связано с применением средств автоматизации и определяет возможность экономического роста при сокращающихся капиталовложениях и затратах труда. Доминирование этих укладов воплощает технологическую сущность постиндустриального развития.

Переход в последнее время к доминированию пятого технологического уклада и к началу распространения шестого уклада, особенностью которого является наличие в ведущем комплексе техники автоматических машин, реализующих информационные технологии, обусловили дальнейшее сокращение трудоемкости, капиталоемкости и энергоемкости единицы

национального продукта в развитых странах. Эволюция технологий тесно связана с эволюцией форм организации производства, методов управления, отраслевой структуры хозяйства. Происходит ускоряющееся перераспределение добавленной стоимости и занятого населения в экономике. Ресурсы перемещаются из сельского хозяйства в добывающую промышленность, затем в обрабатывающую промышленность и, наконец, в сферу услуг [31, С.16].

Изменяется ценность ресурсов. Ранее, в индустриальный период, наибольшую отдачу можно было получить, используя труд, капитал и природные ресурсы. В последние годы получают преимущества человеческий капитал и новые технологии.

Человеческий капитал — труд квалифицированного персонала. Он может быть использован при соответствующем распространении образования. Средние оценки распространения образования в переходные периоды технико-экономического развития индустриальных стран приведены в табл. 2.

Таблица 2

Средние оценки распространения образования в переходные периоды технико-экономического развития индустриальных стран

Образование и его уровни	Распространение образования занятого населения по периодам доминирования технологических укладов, в %			
	начало четвертого	начало пятого	начало шестого	завершение шестого
Основное	25	10	малое	малое
Среднее	25	70	60	35
Высшее	малое	15	40	65

Примечание. Данные работы [31, С.17]

Технологически развитые страны перешли от четвертого к пятому технологическому укладу, вступив на путь деиндустриализации производства. В то же время по продукции четвертого технологического уклада проводится модификация выпускаемых моделей (например, автомобилей), чего вполне достаточно для обеспечения платежеспособного спроса как в своих странах, так и для удержания рыночных ниш за рубежом.

2.6 Характеристика технологических укладов экономики стран СНГ

Как показывает анализ, в настоящее время в большинстве отраслей промышленности стран СНГ преобладающими являются третий и четвертый уклады, для которых характерны следующие отличительные черты: автономное использование рабочих, транспортных и энергетических машин при изготовлении продукта (третий технологический уклад), комплексное механизированное производство, объединяющее в конвейере рабочие,

энергетические и транспортные машины, которые работают в сопряженном временном и пространственном режимах (четвертый технологический уклад).

В табл. 3 дана характеристика технологических укладов экономики стран СНГ.

Таблица 3

Краткое содержание технологических укладов экономики стран СНГ

Краткое содержание технологического уклада	Номер технологического уклада		
	3	4	5
Период формирования	1880-1930 гг.	1931-1980 гг.	1981-2030 гг.
Ключевой фактор технологического уклада	Электродвигатель, сталь	Двигатель внутреннего сгорания	Микроэлектронные элементы, газовые технологии
Основные компоненты доминирования технологического уклада	Электротехническое и тяжелое машиностроение, производство стали, ЛЭП, неорганическая химия	Авто- и тракторостроение, цветная металлургия, синтетика, органическая химия	Электронная и авиационная промышленность, вычислительная техника, программное обеспечение, роботостроение, оптические волокна
Формирующийся новый уклад	Автомобилестроение, органическая химия, цветная металлургия	Радары, строительство трубопроводов, авиапромышленность, космотехника	Биотехнология, тонкая химия, термоядерный синтез, нанотехнологии, оптоэлектроника
Преимущества данного технологического уклада	Повышение гибкости производства на основе электродвигателя, стандартизация производства	Массовое и серийное производство	Индивидуализация производства и потребления, повышение гибкости производства, новые формы собственности

Примечание. Данные работы [11, С.39]

Анализ смены технологических укладов в историческом разрезе показывает, что время господства укладов неуклонно сокращается. Если продолжительность первого уклада составляла около 60 лет, то пятый, по большинству прогнозов, будет продолжаться около 30 лет и закончится в 20-х гг. XXI в.

Подобное сокращение времени жизни укладов связано с ростом значения инноваций в экономическом развитии и со значительной активизацией инновационной деятельности организаций и целых государств. Соответственно

неизмеримо возросла скорость внедрения новшеств. Так, период между изобретением и его применением составлял для: фотографии – 100 лет, паровой машины – 80, телефона – 50, самолета – 20, радара – 15, атомной бомбы – 6, лазера – 2 года, факса 3 месяца [11, С.38].

Рассмотрим характеристику технологических укладов экономики отдельных стран СНГ.

На сегодняшний день в России параллельно существуют несколько технологических укладов: наиболее динамично развиваются сырьевые отрасли промышленности, что соответствует периоду доминирования третьего технологического уклада. В оборонных отраслях развиваются технологии, соответствующие четвертому и пятому технологическим укладам (индустриальный и постиндустриальный, или информационный, уклады). Одновременно можно указать значительное число предприятий, преимущественно в среде наукоемкого бизнеса, в которых зарождается шестой технологический уклад (экономика знаний).

Казахстан, как и Россия, характеризуется сосуществованием нескольких технологических укладов. Наиболее динамично развиваются добывающие отрасли промышленности: нефтяная и горнодобывающая сырьевые отрасли, соответствующие третьему технологическому укладу. В машиностроении и оборонных отраслях обычно развиваются технологии, соответствующие четвертому и пятому укладам. В Казахстане развитие четвертого уклада находится в начальной стадии в связи с медленным возрождением крупного машиностроения. Пятый уклад, ядром которого являются отрасли по производству компьютеров, программного обеспечения, роботостроение, волоконно-оптическая техника, связан с восстановлением и расширением отрасли приборостроения и радиоэлектроники, с созданием и развитием производства компьютерной техники и программного обеспечения, в том числе в создаваемых высокотехнологичных производствах на базе технопарков. Формирующийся шестой уклад представлен научными исследованиями, разработками и малым предпринимательством в области биотехнологии и геной инженерии, разработкой и реализацией космической программы. Существенная государственная поддержка развития этих направлений в научных и инновационных организациях, способных разрабатывать технологические процессы на основе биоинженерии и создания искусственного интеллекта, будет способствовать зарождению остальных очагов развития направлений шестого технологического уклада [32, С.18-19].

В Казахстане в свете реализации Государственной программы форсированного индустриально-инновационного развития в 2010-2014 гг. переход к экономике преобладания четвертого и пятого технологических укладов связан с изменением сложившейся структуры производства в направлении развития отраслей переработки и наукоемких производств, с институциональными преобразованиями, наращиванием масштабов создания и освоения технологических и организационных инноваций. В реализации этого подхода возрастает роль политики в формировании национальной инновационной системы, о чем говорилось нами в первой главе.

Глава 3. ОСОБАЯ ЭКОНОМИЧЕСКАЯ РОЛЬ СОВРЕМЕННОЙ ТЕХНОЛОГИИ КАК ВАЖНЕЙШЕГО ФАКТОРА ПРОИЗВОДСТВА

3.1 Долгосрочное взаимодействие между технологией и обществом как вариант инновационной политики государства

На сегодняшний день для казахстанских предприятий жизненно необходимым становится использование стратегического планирования и стратегического менеджмента, которое позволит заглянуть в будущее, сформулировать свою стратегию, определить свои главные достоинства и конкурентные преимущества, ликвидировать стратегические угрозы и опасности.

В настоящее время изменился не только характер стратегии, но и другие компоненты метода стратегического управления, обогатилось его содержание новыми управленческими инструментами (цепочка ценностей, система сбалансированных показателей, концепция управления стоимостью, оценка по EVA и др.), что, в конечном счете, содействует превращению данного метода в современную философию успешного бизнеса, в мощный фактор эффективного развития современной организации.

Процесс трансформации стратегического управления в современную философию успешного бизнеса может быть также представлен в виде следующих пяти этапов с ключевыми характеристиками каждого этапа [11, С.27-28]:

- 1) этап становления стратегического планирования (1962-1979 гг.);
- 2) отход от стратегического планирования в пользу более гибких способов управления долгосрочным развитием предприятий — планов реструктуризации бизнеса, сценарного планирования (1980-1985 гг.);
- 3) этап формирования стратегического менеджмента (1986-1990 гг.);
- 4) этап развития новых подходов в стратегическом менеджменте: реинжиниринга бизнес-процессов (РБП), системы менеджмента качества (СМК), системы сбалансированных показателей (ССП) и др. (1991-1999 гг.);
- 5) совершенствование стратегического менеджмента на базе концепции динамических способностей фирмы в рамках ресурсного подхода (2000 г. — по настоящее время).

Таким образом, учитывая наметившуюся в мировой экономике тенденцию перехода к инновационному типу развития экономики, можно сделать вывод об имеющихся предпосылках интеграции стратегического и инновационного менеджмента [33, С.30-33].

Инновационный менеджмент представляет собой самостоятельную область экономической науки и профессиональной деятельности, направленную на формирование и обеспечение достижения любой организационной структурой инновационных целей путем рационального использования материальных, трудовых и финансовых ресурсов.

Инновационный менеджмент – это совокупность принципов, методов и форм управления инновационными процессами, инновационной деятельностью, занятыми этой деятельностью организационными структурами и их персоналом.

Понятие «инновация» распространяется на новый продукт или услугу, способ их производства, новшество в организационной, финансовой, научно-исследовательской и других сферах, любое усовершенствование, обеспечивающее экономию затрат или создающее условия для такой экономии.

Инновация (нововведение) – использование результатов научных исследований и разработок, направленных на совершенствование процесса деятельности производства, экономических, правовых и социальных отношений в области науки, культуры, образования и в других сферах деятельности общества. Под инновацией понимается объект, не просто внедренный в производство, а успешно внедренный и приносящий прибыль [34, С.5].

Инновационный процесс – процесс преобразования научного знания в инновацию, т.е. последовательная цепь событий, в ходе которых инновация вызревает от идеи до конкретного продукта, технологии или услуги и распространяется при практическом использовании. В отличие от научно-технического прогресса (НТП) инновационный процесс не заканчивается так называемым внедрением – первым появлением на рынке нового продукта, услуги или доведением до проектной мощности новой технологии. Этот процесс не прерывается и после внедрения, ибо по мере распространения (диффузии) новшество совершенствуется, делается более эффективным, приобретает новые потребительские свойства. Это открывает для него новые области применения, новые рынки, а следовательно, и новых потребителей, которые воспринимают данный продукт, технологию или услугу как новые именно для себя. Период создания, распространения и использования инноваций называют инновационным циклом.

Основой инновационного процесса является процесс создания и освоения новой техники (технологии). Техника – совокупность вещественных факторов производства (средств и предметов труда), в которых материализованы новые знания и умения человека. Технология – совокупность приемов и способов изготовления и применения техники и преобразования природных веществ в продукты промышленного и бытового потребления.

Инновационная деятельность – деятельность, направленная на использование результатов научных разработок для расширения и обновления номенклатуры и улучшения качества выпускаемой продукции (товаров, услуг), совершенствования технологии их изготовления с последующим внедрением и эффективной реализацией на внутреннем и зарубежных рынках. Инновационная деятельность, связанная с капитальными вложениями в инновации, называется инновационно-инвестиционной деятельностью.

Инновационная деятельность предполагает целый комплекс научных, технологических, организационных, финансовых и коммерческих мероприятий, и именно в своей совокупности они приводят к инновациям [34, С.6].

Управление инновациями представляет собой процесс управления всеми аспектами инновационной деятельности, что осуществляется через разработку инновационной политики организации (предприятия). Реактивный путь инновационного развития приносит положительные плоды, но обрекает страну на догоняющие технологии. Более прогрессивен выбор активной инновационной политики, позволяющей сформировать новые потребности или способы удовлетворения уже имеющихся потребностей более эффективным способом.

В современной литературе нет однозначного понимания дефиниции «инновационная политика». Что же такое политика? Политика (от греч. politike – искусство управления государством) в одном из своих значений трактуется как образ действий, направленный на достижение чего-нибудь.

Концепцию инновационной политики следует рассматривать в сущностном аспекте как стратегию и тактику предприятия в части реализации инновационного процесса, а в прикладном – как детальный план, программу действий.

Инновационная политика в своей основе ставит задачу совершенствования системы путем изменения ее элементов [20, С.45].

1. Долгосрочные цели инновационной политики направлены на установление баланса между изменением элементов системы (инноваций в производство), заменой ресурсов по качеству использований (инноваций в качество ресурсов) и повышением эффективности использования имеющихся ресурсов (инноваций в организацию системы и использования ресурсов).

2. Среднесрочные цели направлены на максимальное использование потенциала эффективности имеющихся ресурсов.

3. Краткосрочные цели направлены на использование альтернативных вариантов ресурсов без инновационного развития производственной системы с сохранением эффективности в целом.

4. Оперативные цели направлены на компенсацию потерь в производственной системе.

В литературе выделяют четыре варианта инновационной политики государства, которые в разные периоды и у различных стран, в отдельности или в сочетании, либо доминировали, либо серьезно принимались во внимание [28, С.208-210].

1. Политика «технологического толчка» исходит из того, что именно наука и техника являются основными импульсами нововведений, что за их развитие отвечает прежде всего государство и что оно, обладая для этого необходимыми материальными ресурсами, экспертизой и информацией, способно точно определить направления этого развития. Такой вариант исходит из наличия научно-технических и социально-экономических проблем и предусматривает для их решения разработку различных государственных программ, крупных капиталовложений и других прямых форм государственного участия.

Эта политика, хотя и не провозглашенная, фактически была на вооружении правительств в 1950-1960-е гг., в период «большой науки», когда

были, по существу, созданы многие получившие впоследствии развитие технологические траектории в области электроники, создания ЭВМ, средств связи, авиастроения.

У этой политики есть лишь одно преимущество: она лучше всего развивает науку, особенно фундаментальную, и военно-промышленный комплекс как нерыночный сектор экономики, но без особой связи инноваций с рынком и производством. Инновационная политика государства практически сводилась к научной политике и военно-промышленной индустриализации.

2. Политика «ориентации на спрос» предусматривает главенствующую роль рыночного механизма в распределении ресурсов, в выборе будущих направлений и технологических возможностей. Она исходит из того, что НИОКР важны для технологических изменений и нововведений, но требует ограничения роли государства стимулированием фундаментальных исследований и созданием экономического климата и информационной среды для нововведений в фирмах, сокращения прямого его участия в разработках, демонстрационных проектах и исследованиях рынка, а также уменьшения всех форм регулирования, не способствующих стимулированию рыночной инициативы (прежде всего, в области здравоохранения, безопасности и охраны окружающей среды) и эффективной перестройки экономики.

Такая политика активно проводилась в Японии, ФРГ, стала преобладающей в США, а в конце 1980-х гг. поворот к ней стал заметен и у большинства других ведущих стран. Она имела много преимуществ в отношении обеспечения рыночного успеха в коммерциализации высоких технологий и продуктовых нововведений, но из-за минимизации государственного регулирования фактически сворачивалась и оставалась на недостаточном минимуме поддержка фундаментальной науки, что провоцировало разрушение научных школ и утечку «мозгов». Инновационная политика фактически сводилась к косвенному регулированию через благоприятный климат процессов внедрения и распространения рыночно ориентированных нововведений. Именно из-за несовершенств рыночного механизма в инновационной сфере, социального разрушения науки происходил процесс перехода к социально ориентированной инновационной политике и формирования социально-рыночного хозяйства.

3. Политика «социальной ориентации» исходит из того, что нововведения, обеспечиваемые действием только рыночного механизма, остаются безразличными к общечеловеческим ценностям и могут привести к большим социальным издержкам. В этом случае главным объектом внимания должны быть социальные последствия НТП, необходимо предусматривать конкретное социальное регулирование и основывать процесс принятия решения на определенном социально-политическом консенсусе с привлечением широкой общественности. Элементы такого подхода присутствуют в инновационной политике Скандинавских стран, прежде всего, в виде учета интересов престарелых и молодежи.

4. Политика, направленная на трансформацию экономической структуры, отражает долгосрочное взаимодействие между технологией и обществом. Она

предполагает сильное воздействие передовой технологии на решение социально-экономических проблем, изменение отраслевой структуры, поведение хозяйственных субъектов, уровень жизни и т.д. Все это требует новых форм организации, новых механизмов управления, системных взглядов на развитие науки и техники, на их взаимодействия и последствия.

Сегодня ясно, что в XXI веке положение Казахстана в геополитической конкуренции, наряду с образованием и здоровьем населения, будут определять развитие науки и ключевых производственных систем новейшего технологического уклада, возможности информационной среды, а также способность хозяйственного механизма генерировать высокую инновационную активность. Таким образом, именно инновационный сценарий развития экономики Республики Казахстан стал основой долгосрочного прогноза развития страны и до 2020 г., и до 2030 г.

Считать, что при изобилии ресурсов, особенно энергетических, потребности в инновациях практически отсутствуют, - значит, превратить страну в сырьевой придаток, что для Казахстана неприемлемо.

Развитие инновационного менеджмента на всех уровнях должно обеспечить скорейший переход экономики страны на индустриально-инновационный путь развития, который является единственно эффективным способом обеспечения конкурентоспособности на всех уровнях, от предприятия до национальной экономики. Поэтому интерес к индустриально-инновационной деятельности давно перешел из теоретической сферы в сферу практического использования.

3.2 Два подхода к определению понятия «технология»

Сегодня можно без преувеличения утверждать, что главное — как делать, на базе какой технологии. Она становится мерой развития и отсталости, условием успеха на мировом рынке, средством выигрыша в экономическом соревновании, кратчайшим путем к завоеванию потребителя.

В мировой экономической практике закрепились такие понятия, как «технологический прогресс», «технологические новшества», «экспорт и импорт технологии». Если несколько десятков лет назад технология рассматривалась как обеспечивающая подсистема общественного производства, то теперь она приобрела самостоятельное значение, выступая в ряде случаев как конечный элемент научно-технического прогресса. Традиционное локальное представление о технологии как процессе, совокупности последовательных операций изготовления изделия дополняется и качественно видоизменяется.

Слово «технология» в переводе с греческого («технэ» – ремесло, «логос» — наука) означает науку о производстве. Классическое определение технологии рассматривает ее как науку о способах переработки сырья и материалов в средства производства и предметы потребления. В настоящее время происходят не только технологизация различных сторон

производственной деятельности, но и глубокие преобразования в самой технологии. Современный уровень производства вкладывает и новое содержание в понятие технологии [35, С.3].

В настоящее время сформировалось два подхода к определению понятия «технология» [36, С.50-51].

Первый подход представляет технологию как деятельность, обеспечивающую преобразование сырья или ресурсов в конечную продукцию с заранее заданными требованиями. При этом главным являются содержание и последовательность операций, применяемое оборудование, приспособления и инструмент, технические приемы работы. Технология характеризуется обязательным наличием стандартов, а также надежностью, эффективностью и воспроизводимостью и трактуется как:

а) совокупность методов обработки, изготовления, изменения состояния, свойств, формы сырья, материала или полуфабриката, осуществляемых в процессе производства продукции, а также сами операции добычи, обработки, транспортировки, хранения, контроля, являющиеся частью общего производственного процесса;

б) технический метод достижения целей; совокупность способов, используемых в процессе получения предметов, необходимых для существования человека и создания удобств для него;

в) совокупность методов и средств преобразования исходных материальных ресурсов, информации и других компонентов «входа» системы в товар и другие компоненты ее «выхода».

Другой подход рассматривает технологию как характеристику деятельности исполнителя и как способ ее организации и воспроизводства, т.е. совокупность знаний, умений и навыков. Технология, согласно этому подходу, представляет собой:

а) форму взаимодействия между наукой и практикой; базовый элемент организации как социотехнической системы, образующийся на стыке ее составляющих «вещной» (машины, механизмы, оборудование, инструмент) и социальной (люди, социальные группы);

б) сочетание квалификационных навыков, оборудования, инфраструктуры, инструментов и соответствующих технических знаний, необходимых для осуществления желаемых преобразований в материалах, информации или людях;

в) использование научного знания для определения способов изготовления вещей в воспроизводимой манере;

г) общий метод ведения дел или решения задач компании;

д) наиболее адекватную, экономичную и дешевую комбинацию труда и капитала, зависящую от реальной себестоимости единицы продукции.

Общий производственный процесс предполагает наличие трех элементов:

а) базовых технологий изготовления, т.е. конкретных способов воздействия на предмет труда соответствующими орудиями производства. Сюда входят методы формоизменения, нанесения покрытий, сборки и т.д.;

б) соединения базовых технологий с комплексами производственных машин, обеспечивающих получение продукции с заданными параметрами, т.е. технической реализации экономически эффективных условий производства. При этом могут применяться: технологии производства на универсальном или специализированном оборудовании, управляемом вручную; технологии, реализуемые на автоматическом оборудовании (жесткие или частично переналаживаемые схемы) и технологии гибкого автоматизированного производства;

в) организации условий, обеспечивающих стабильность параметров производства и тем самым качества продукции, т.е. различных видов контроля хода производственного процесса (диагностика машин и оборудования, измерительный контроль и т.д.). Обеспечение сбалансированности этих трех составных частей технологии производства – главное условие эффективной работы предприятия.

Совершенно очевидно, что технологий существует огромное количество. Более того, каждое промышленное предприятие имеет свою технологию ведения бизнеса, соответствующую уникальным характеристикам внешней и внутренней среды.

Свои технологии есть в здравоохранении, образовании, социальной работе, политике, жилищно-коммунальном комплексе, в сфере управления и т.д. Сегодня практически любая человеческая деятельность может быть представлена в виде технологии, т.е. последовательности операций для достижения цели, осуществляемых на основе теоретических знаний и практического опыта.

3.3 Актуальность разработки и реализации технологий «прорывного характера»

В быстро меняющемся мире новых технологий в условиях усиливающейся конкуренции актуальной становится разработка и реализация технологий «прорывного характера». Это предполагает поиск перспективных для Казахстана направлений научных исследований, способных стать основой осуществления технологического прорыва. Соответственно, разработка стратегии и политики научно-технологического развития должна основываться на реалистичных прогнозах мировых трендов.

Реализация «Стратегии технологического прорыва» может обусловить выход страны в новые сферы деятельности на основе интеллектуализации экономики, мобилизации научно-технологического потенциала и финансовых ресурсов на перспективных направлениях развития науки и бизнеса. В результате реализации Стратегии могут быть сформированы наукоемкий и высокотехнологичный секторы на базе «прорывных проектов» создания новых производств, реализующих результаты отечественных НИОКР в области био- и нанотехнологий, фармацевтической индустрии, в сфере программного обеспечения, на разнообразных продуктовых инновациях, созданных на основе

трансферта высоких технологий. Базой их развития могут быть также инновационные предприятия, работающие в структуре корпораций добывающего сектора и цветной металлургии и осваивающие новые технологии.

Конкурентные преимущества национальной экономики в наукоемком секторе будут определяться инновационными стратегиями компаний. Соответственно, в фокусе инновационной политики правительства должны быть приоритеты технологического развития корпоративного сектора и малого инновационного бизнеса в отраслях высоких технологий, участие казахстанских ученых и компаний в совместных международных проектах.

Правительство может содействовать вовлечению компаний в развитие корпоративной науки высокого конкурентного уровня. Модель конкурентного преимущества американского ученого Джеффри Мура подтверждает роль научно-инновационной деятельности в обеспечении лидерства компаний на рыночном сегменте. В соответствии с моделью массовые инновации создают новые конкурентные преимущества компаниям и приводят их к доминированию в цепочке ценностей. При накоплении критической массы радикальных инноваций в развитых странах формируется новая «технологическая волна» (рис. 9).

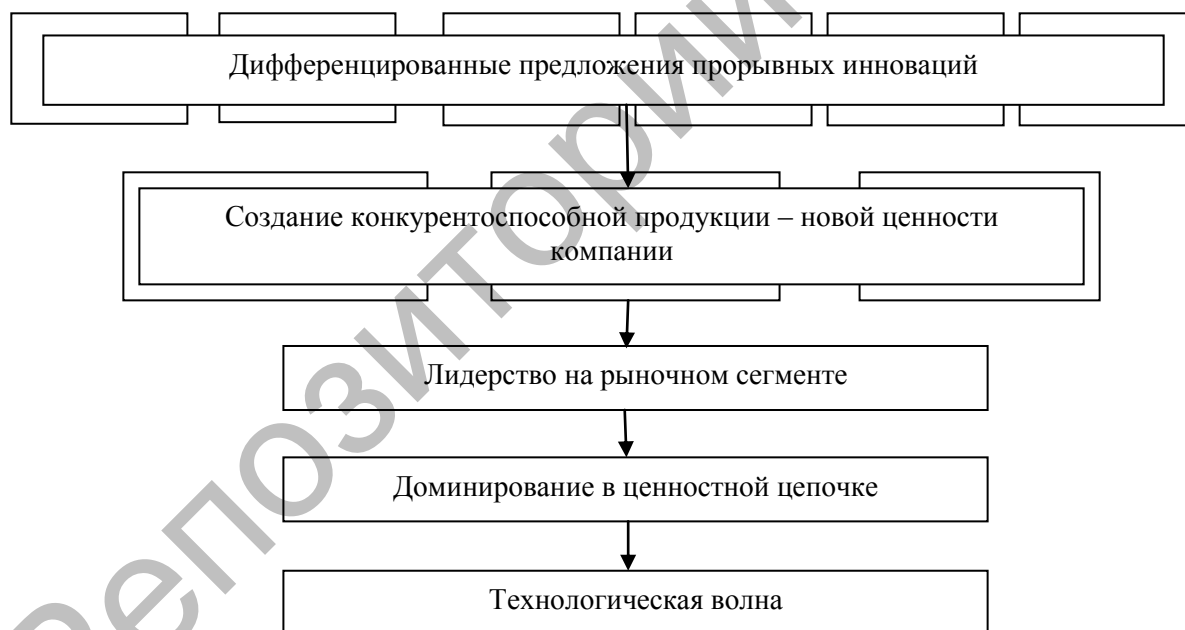


Рис. 9. Модель иерархии конкурентного преимущества Джеффри Мура (Примечание – данные работы [32, С.139])

Модель конкурентного преимущества Джеффри Мура органично встроена в теорию длинных волн Н.Д. Кондратьева, согласно которой перед началом повышательной волны каждого большого цикла происходят глубокие изменения в технологии производства с появлением радикальных инноваций. Повышательная волна приводит к формированию нового технологического уклада или к началу новой «технологической эры» в терминологии западных ученых.

На сегодняшний день в государственных документах называются несколько классов технологий крупного масштаба, использование которых оказывает существенное влияние на мировое экономическое развитие. К ним относятся:

1. Биотехнология – одно из важнейших направлений НТП, новая быстроразвивающаяся отрасль науки и производства, основанная на промышленном применении естественных и целенаправленно созданных живых систем (прежде всего микроорганизмов) [37].

В настоящее время активизацией научных исследований в сфере биотехнологий закладывается основа новой повышательной волны, о чем свидетельствует высокая концентрация результатов фундаментальных и прикладных исследований, научных кадров и инвестиций в биотехнологии и биоинжиниринге – новых направлениях мировой биологической науки. Производства, основанные на биологических процессах, возникли в глубокой древности (хлебопечение, виноделие, сыроварение). Благодаря успехам иммунологии и микробиологии стало развиваться производство антибиотиков и вакцин. Продукты биотехнологии нашли широкое применение в медицине и сельском хозяйстве. После второй мировой войны методами биотехнологии стали получать кормовой белок (в качестве сырья используются нефть, отходы целлюлозно-бумажной промышленности). В 50-е гг. прошлого столетия была открыта модель двойной спирали ДНК, а в 70-е гг. созданы техника выделения гена из ДНК, методика размножения нужного гена. В результате этих открытий возникла генетическая (генная) инженерия. Внедрение в живой организм чужеродной генетической информации и приемы, заставляющие организм эту информацию реализовывать, составляют одно из самых перспективных направлений в развитии биотехнологии. Используя методы генетической инженерии, удалось получить интерферон и инсулин.

2. Нанотехнологии. К другому классу новых технологий, который активно развивается, относятся нанотехнологии.

Исследования в области нанотехнологий весьма актуальны, поскольку их результаты могут произвести революцию в создании новых материалов. Они включают атомную сборку молекул, новые методы записи и считывания информации, локальную стимуляцию химических реакций на молекулярном уровне и др. Нанотехнологии позволяют создавать новые материалы: композиты, мембраны для химической промышленности, сверхтвердые кристаллы, электронные схемы, тем самым подготавливается основа для производства принципиально новой продукции.

3. Информационные технологии. В условиях усиливающейся глобализации информационные технологии приобретают огромное значение в повышении конкурентоспособности.

Информационная технология – совокупность методов, приемов и средств, реализующих информационный процесс в соответствии с заданными требованиями. Информационные технологии – базовый инструмент информационного менеджмента [38-40].

Анализ рынка информационных компонентов позволяет распределить

перечень информационных технологий на два обширных класса – базовые информационные технологии и прикладные информационные технологии. Причем граница этого деления является условной [41, С.23-26].

Базовые информационные технологии – это технологии, которые реализуются на уровне взаимодействия элементов вычислительных систем. К этому классу относятся следующие основные системы.

Операционные системы. Технологии управляют непосредственно работой средств вычислительной техники. Для класса машин общего назначения (mainframe) – ОС ЕС, CBM, MVS. Для персональных компьютеров на базе универсальных процессоров INTEL – MS DOS, Windows, UNIX-системы и др. Для локальных сетей – сетевые операционные системы Novell, Windows NT и др.

Языки программирования. В развитие классических процедурных языков программирования - Fortran, Cobol, C, Pascal в последние годы появились их объектно-ориентированные расширения с интегрированными средами разработки. В настоящее время в связи с бурным началом использования Internet-технологий все большее использование получает язык Java.

Технологии архитектуры «клиент-сервер». Технологии реализуются в корпоративных системах на основе локальных сетей на основе разделения функций обработки, управления сетью, хранения данных, обеспечения внешних связей и т.д. на специально предназначенных для этого компьютерах (серверах). Эти технологии реализованы практически во всех используемых в настоящее время программных продуктах.

Технологии многопроцессорной обработки. Данные технологии на основе специализированных персональных ЭВМ наращивают мощности этих машин (масштабирование) за счет расширения их вычислительной структуры. К этому классу относятся серверы с симметричным мультипроцессированием (SMP-серверы).

Технологии нейровычислений. Они эффективно реализуют определенные виды сложной обработки информации на специально созданных программно-технических устройствах, входящих в состав персональных ЭВМ и работающих по принципам нейронных сетей.

Технологии автоматизированного проектирования (CASE-технологии). Технологии позволяют осуществлять разработку систем информатизации, практически не используя для этих целей языки программирования.

Телекоммуникационные технологии. Технологии дают возможность обеспечить взаимодействие в сетях на основе единых правил. Этот класс — весьма широкий и обеспечивает реализацию таких стандартов, как ISO/OSI, EDIFACT, X.500 и др.

Базовые технологии Internet. Среди наиболее широко используемых технологий – электронная почта, служба ftp (пересылка файлов), технология формирования информационных серверов на основе гипертекстовых документов (WWW) и др.

Intranet-технологии. Они позволяют строить ведомственные (корпоративные) системы информатизации на основе базовых технологий

Internet.

Технологии обработки текстов. Эти технологии наиболее широко используются и уже позволили наладить во многих организациях электронную подготовку корреспонденции. Они выступают элементами систем электронного документооборота и требуют унификации.

Системы управления базами данных (СУБД). Эти технологии предназначены для хранения и обеспечения эффективного доступа к массивам информации. Для реализации систем различного масштаба применяются СУБД, поддерживающие язык запросов SQL и эффективно реализующие передовые технологии обработки. Наиболее широкое использование получают такие СУБД, как Oracle, SQL Server.

Технологии информационных хранилищ. Они обеспечивают хранение и обработку больших массивов разнородной информации и, как правило, строятся на основе уже апробированных СУБД, значительно расширяя их возможности.

Экспертные системы (ЭС). Технологии позволяют на основе определенных правил вывода осуществлять анализ информационного описания объектов и вырабатывать на основе этих правил соответствующие заключения. Эти технологии – базовые для систем представления знаний.

Геоинформационные технологии (ГИС). Технологии позволяют осуществлять обработку графической информации: карты, планы городов, космо- и аэроснимки, данные дистанционного зондирования земной поверхности, чертежи и т.п.

Мультимедиа-технологии и технологии создания виртуальной реальности. Эти системы осуществляют совместную обработку текстовой, графической информации, звука, изображений. Технологии виртуальной реальности дают возможность моделировать в динамике пространственное представление объектов.

Технологии цифроаналоговых преобразований. Они позволяют осуществлять преобразования данных из цифрового в аналоговый вид и обратно, что позволяет производить компьютерную обработку получаемой от приборов информации и выдавать соответствующие управляющие решения.

Технологии криптозащиты. Эти технологии осуществляют по специальным алгоритмам преобразование информации, которая становится доступной только обладающему соответствующими ключами субъекту. Их разработка и применение должны регламентироваться соответствующими государственными службами.

Технологии человеко-машинного интерфейса. Обеспечивают унификацию действий человека при взаимодействии с различными видами вычислительных средств. Предложенные базовые информационные технологии позволяют формировать программно-технические решения по созданию интегрированных систем информатизации субъектов, реализации телекоммуникационной среды, обеспечивающей взаимодействие этих систем.

Классификация прикладных информационных технологий. Прикладные информационные технологии – это технологии, реализующие типовые

процедуры обработки информации в конкретных предметных областях. Предлагается следующая условная классификация:

- по реализации информационных ресурсов;
- в системах массового обслуживания населения;
- в процессах экоинформатизации;
- в сфере организационного управления;
- в сфере интеллектуального потенциала;
- в производственных процессах;
- по поддержке управляющих решений в социальной, политической, экономической сферах и безопасности государства.

Информационные технологии в производственных процессах, например, можно подразделять на следующие основные подклассы:

- интегрированные автоматизированные системы управления;
- информационно-аналитические системы координации деятельности предприятий;
- автоматизированные системы управления предприятиями;
- системы автоматизированного проектирования;
- автоматизированные системы управления технологическими системами;
- автоматизированные системы управления гибкими производственными системами.

В целом рассмотренные выше информационные технологии позволяют формировать программно-технические решения по созданию автоматизированных информационных систем субъектов, реализации телекоммуникационной среды, обеспечивающей взаимодействие этих систем, и, следовательно, содействуют созданию единого информационного пространства.

Реформы, проводимые в Казахстане, их успешная реализация во многом зависят от интеграции нашего государства в мировое пространство. Одним из важных аспектов государственной интеграции является интеграция Казахстана в мировое информационное пространство.

К сожалению, в развитии информационной инфраструктуры Казахстана наблюдается пока отставание. В телекоммуникациях позднему стала внедряться DWDM-технология и только сейчас ожидается на магистральных каналах Казахтелекома пропускная способность до 10 Гбит/сек (раньше было всего 155 мбит/сек). Отсюда и отсутствие реальной широкополосности. Не сформированы до конца многие информационные системы общего назначения, не простимулировано оказание услуг владельцами сетевых ресурсов. Реальный сектор экономики только сейчас приступает к более широкой информатизации производственных процессов и т. д. [42, С.71].

Следовательно, информационная инфраструктура страны нуждается в дальнейшем совершенствовании и более интенсивном развитии для повышения конкурентоспособности как отдельных отраслей экономики, так и всей страны в целом. Успешное решение этой задачи позволит достичь

поставленных стратегических целей по вхождению Казахстана в число наиболее конкурентоспособных стран мира.

4. Макротехнологии. Макротехнологии следует отнести к технологиям экономического роста.

Макротехнологии — это совокупность всех технологических процессов по созданию определенного вида продукции с заданными параметрами, т.е. НИОКР, подготовка производства, производство, сбыт, сервисная поддержка и пр.

Среди признаков макротехнологий выделяют:

- большие объемы производства продукции;
- сложность продукции и соответственно технологии;
- наукоемкость продукции;
- присутствие на мировом рынке.

Под макротехнологией сегодня понимается весь производственный процесс, обеспечивающий создание сложной конечной продукции, который объединяет тысячи, десятки и сотни тысяч самостоятельных частных технологических процессов, поэтому в макротехнологиях управление всем инновационным процессом – от разработки до создания машины – становится все сложнее. Сложность управления макротехнологиями – также ее характерный и отличительный признак, причем разрешение этой проблемы связано в свою очередь с необходимостью широкого применения современных информационных технологий.

В составе макротехнологий особое значение приобретают так называемые «критические технологии». Известно два принципиально различных подхода к определению термина «критические технологии».

Первый относит к критическим такие технологии, отсутствие которых не позволяет формировать современные наукоемкие производства [43, С.286]. Так, совокупность технологических процессов (макротехнологий) в космической отрасли требует освоения нескольких тысяч критических технологий.

Второе направление придает критическим технологиям более глобальный характер.

Критическая технология – сложное системное понятие для обозначения технологических и технических проектов и решений, необходимых для укрепления обороноспособности страны и совершенствования новейших вооружений. С учетом гражданских проблем и развития рыночной экономики к критическим (имеющим первостепенное значение для развития национальной экономики) следует относить технические проекты и технологии, создание которых может радикально повлиять на улучшение качества жизни населения, состояние здоровья и решения социальных проблем, в конечном счете содействующих стабилизации внутривнутриполитической ситуации, повышению занятости населения, уровня и качества образования, а также системы государственного управления и информированности государственных и муниципальных органов, коммерческих и общественных организаций, предприятий и отдельных граждан.

Критические технологии носят межотраслевой характер, создают существенные предпосылки для развития многих технологических областей или направлений исследований и разработок и в совокупности вносят главный вклад в решение ключевых проблем реализации приоритетных направлений развития науки и технологии [36, С.53-54].

5. Гибкое автоматизированное производство (ГАП) – автоматизированная производственная система, в которой на основе соответствующих технических средств и определенных решений обеспечивается возможность оперативной переналадки на выпуск новой продукции в достаточно широких пределах ее номенклатуры и параметров. Начало ГАП было положено в 50-х годах в связи с созданием станков с ЧПУ. Крупные достижения в робототехнике, разработка различных АСУ, САПР, появление микропроцессоров резко расширили возможности создания и внедрения ГАП.

Современные ГАП включают в себя:

- системы автоматизированного проектирования;
- автоматизированное управление технологической подготовкой производства, числовыми программными устройствами;
- роботы (манипуляторы);
- автоматизированные транспортные средства;
- автоматизированные склады;
- автоматизированные системы контроля технологических процессов, качества продукции;
- автоматизированные системы контроля и управления предприятием.

ГАП позволяют существенно сократить время на проектирование и переналадку производства для выпуска новой продукции [44-46].

6. Роботы, робототехника — область науки и техники, связанная с изучением, созданием и использованием принципиально нового технического средства комплексной автоматизации производственных процессов — робототехнических систем.

Термин «робот» ввел чешский писатель К. Чапек в 1920 г.

В зависимости от основных функций различают:

- манипуляционные робототехнические системы;
- мобильные, перемещающиеся в пространстве;
- информационные робототехнические системы.

Роботы и робототехника — это основа для комплексной механизации и автоматизации производственных процессов [47-49].

7. Роторная линия (от лат. *gato* — вращаюсь) – автоматическая линия машин, принцип действия которых основан на совместном движении по окружности инструмента и обрабатываемого им предмета. Открытие роторного принципа принадлежит академику Л.Н. Кошкину.

Простейшее роторное устройство состоит из расположенных на одном валу дисков, на которых установлены инструмент, держатели обрабатываемой детали и копиры (несложные средства, обеспечивающие согласованное

взаимодействие инструмента, держателя и детали). Роторные линии применяются в расфасовке, упаковке, штамповке, литье, сборке, прессовке, окраске и др.

Преимущество роторных линий перед обычными средствами автоматизации – простота, надежность, точность, огромная производительность. Основной недостаток – малая гибкость. Но он преодолен в роторно-конвейерных линиях, в которых инструментальные блоки находятся не на дисках роторов, а на огибающем их конвейере. В этом случае автоматическая замена инструмента и тем самым переналадка линий на выпуск новой продукции особых затруднений не вызывают.

Роторные и роторно-конвейерные линии стали наиболее эффективной формой автоматизации в отраслях массового производства. Применение этих линий высокоэффективно в металлоштамповочном, литейном производстве, при изготовлении деталей из пластмассы, стекла, фарфора, в пищевой и мясо-молочной промышленности. Эффект достигается за счет роста производительности труда в 10-40 раз [50, С.289].

8. Существуют и другие прогрессивные технологии производства, но для всех них характерно одно очень важное обстоятельство — более высокая производительность и экономичность. В их числе – лазерная, электронно-лучевая, плазменная, электро-физическая, электро-химическая технологии, ультразвуковая и вибрационная обработка материалов, которым предстоит занять доминирующее положение. Возможности их очень велики. Скажем, электро-химические станки с адаптивно-программным управлением, в которых роль резца выполняет электрическая искра, обрабатывают детали любой конфигурации без доводочных операций. Их производительность в десятки раз выше, чем у фрезерных станков.

Плазменная технология дает эффект при резке, сварке, напылении, наплавке металлов, их механической обработке. Она позволяет повысить скорость резания титановых сплавов, нержавеющей, легированных, жаропрочных, жаростойких сталей в 5-30 раз, малоуглеродистых и низколегированных сталей – в 2-3 раза и износостойких покрытий – в 4-7 раз. Лазерная технология более чем вдвое превосходит известные технологические процессы по основным показателям и открывает новые возможности в производстве. При помощи лазеров можно резать тугоплавкие металлы, керамику, ткани, пластмассы, композиционные материалы, получать отверстия весьма малых диаметров и сравнительно большой глубины в деталях из труднообрабатываемых металлов, прошивать отверстия в часовых камнях, сваривать металл и т.д. [50, С.290].

Особенно результативны эти технологии в гибких автоматизированных линиях и робототехнических комплексах.

9. Региональные и глобальные технологии. В последнее время в литературе появился термин «региональные технологии», для которых технологическое пространство определяется значительной территорией, где расположены и действуют взаимосвязанные производственные объекты. К ним относятся различные виды транспорта, электроэнергетика и т.д. Именно

жесткая сопряженность различных субъектов и объектов и получаемый при этом синергетический эффект определяют принципы управления данными технологиями.

Дальнейшему развитию региональных технологий, которые ограничены частью земной, водной и воздушной поверхности планеты способствуют глобальные технологии, обеспечивающие работу систем связи, мониторинга из космоса состояния поверхности Земли и водных бассейнов и т.д. Космические технологии связаны с выводением в космос различных объектов и обеспечением их работы, исследованием Вселенной и т.д.

Основным содержанием указанных выше технологий следует считать управление. При этом обязательным условием выступает обеспечение непрерывности работы системы управления всем комплексом. Перерыв в управлении, даже кратковременный, может привести к серьезным сбоям в производственных системах. Системы управления такими технологиями основаны на современных информационных технологиях.

3.4 Этапы жизненного цикла товара, спроса, технологии

Особый интерес технология представляет как объект, на который воздействует система управления инновационными процессами. При этом к ключевым моментам относятся оценка жизненного цикла действующей технологии, определение пределов ее совершенствования, разработка новой технологии, выбор момента смены существующей технологии новой, маркетинг производимой с ее помощью продукции, а также маркетинг технологии как научно-технического продукта.

В управлении инновационными процессами важно представить сочетание трех жизненных циклов: жизненного цикла товара; жизненного цикла спроса на вид продукции, удовлетворяющей определенную потребность; жизненного цикла технологии.

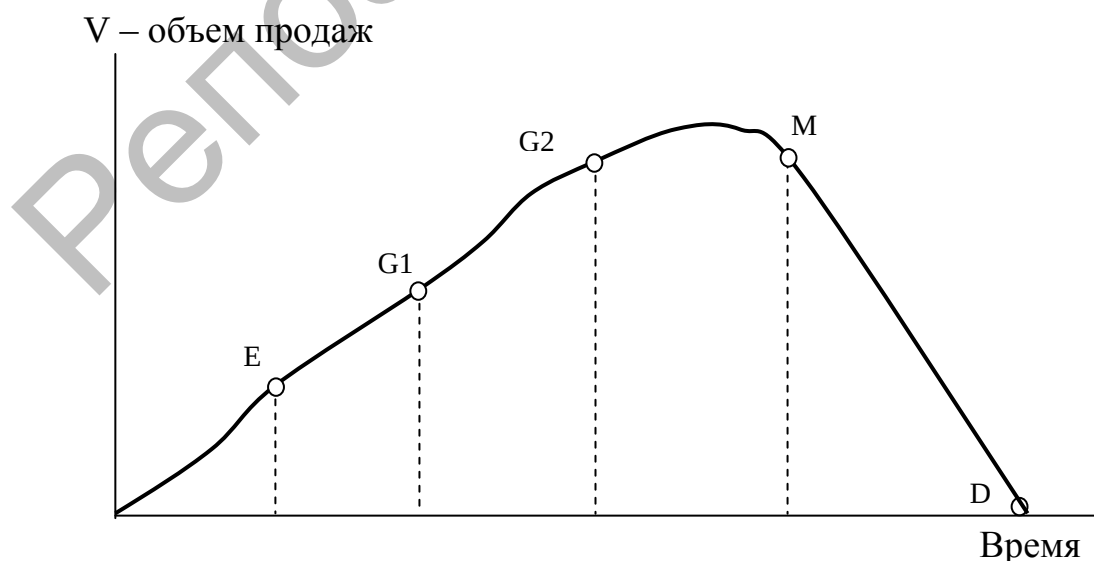


Рис. 10. Жизненный цикл товара (Примечание – данные работы [51, С.146])

Жизненный цикл товара (продукта, изделия) – это совокупность временных периодов от начала разработки изделия до снятия его с производства и продажи. Схематически кривая жизненного цикла товара представлена на рис 10.

Эта кривая коррелирует с кривой жизненного цикла спроса на товар и жизненного цикла технологии. Стадии жизненного цикла товара, спроса, технологии следующие [52, С.310].

1. Зарождение (emergence – E) – бурный период становления.
2. Ускорение роста (G 1; growth — G) — период, когда спрос и объем продаж растут, опережая предложение.
3. Замедление роста (G 2) – период, когда появляются первые признаки насыщения спроса и предложение начинает опережать спрос.
4. Зрелость (maturity - M) – период, когда насыщение спроса достигнуто и имеются значительные мощности.
5. Затухание, спад - (die down или die out – D) - снижение объема спроса и продаж (иногда до нуля).

Неравномерное развитие фирм, рост или снижение объема продаж раньше рассматривались как аномалии. Со временем стало складываться новое понимание экономического роста, называемое «кривая роста по Гомпарту», более известное на практике как кривая жизненного цикла спроса и технологий (рис 11).

На графике видно, как меняется кривая жизненного цикла спроса и технологий. В то время как жизненный цикл товара по-прежнему переживает неизбежную стадию спада, за счет введения новых продуктов жизненный цикл технологии фирмы держится на постоянном подъеме.

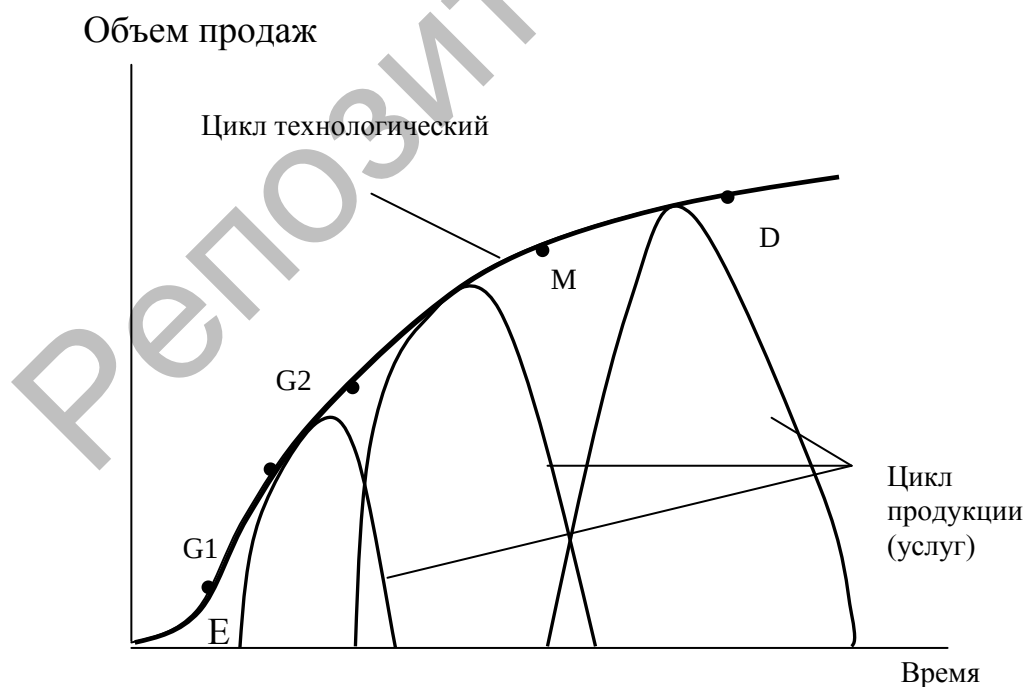


Рис. 11. Кривая роста по Гомпарту (Примечание – данные работы [51, С.147])

Все существующие продукты, услуги, процессы, технологии, рынки и

распределительные каналы имеют ограниченную (обычно короткую) среднюю продолжительность жизни [53, С.201].

Для того чтобы поддерживать свое развитие, фирма должна постоянно добавлять к набору видов деятельности новые и отсекают те, которые не согласуются со стратегией экономического роста предприятия. Это ключевая задача управления стратегическим набором продукции, производства и услуг.

Важно уметь предвидеть смену фаз цикла спроса продукции и пересматривать стратегию предприятия в соответствии с меняющимися условиями конкуренции.

Закономерность нелинейного поступательного развития технологии фирмы, на которой внедряются инновации, можно проиллюстрировать с помощью S-образных кривых, отражающих зависимость между затратами, связанными с разработкой и улучшением продукта или технологического процесса, и результатами, получаемыми от вложенных средств (рис. 12).

Вначале, когда средства вкладываются в исследование нового продукта, успехи весьма скромны. Потом, когда в дело идут ключевые для достижения успеха знания, реализуемые в виде разработок, результаты деятельности улучшаются почти скачкообразно. Наконец, по мере инвестирования в продукт или процесс дополнительных средств с целью их совершенствования, технический прогресс становится все более трудным и дорогостоящим. Это предопределяет предел эффективного использования того или иного продукта или технологии. Последнее графически иллюстрируется верхней частью кривой.

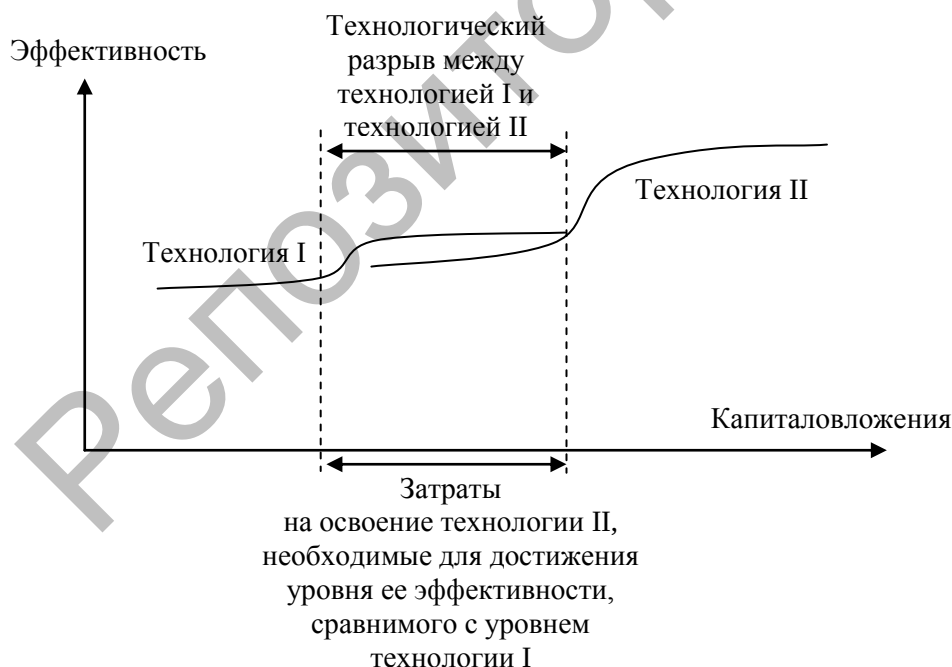


Рис. 12. Жизненный цикл технологии (Примечание – данные работы [34, С.28])

Способность менеджеров распознавать пределы используемых технологий имеет решающее значение, поскольку предопределяет успехи или

неудачи фирмы, ибо предел — самый надежный ключ к выявлению момента, когда надо разрабатывать новую технологию.

Таким образом, технологии имеют свой жизненный цикл, включающий начальную стадию развития (медленное развитие), сменяющуюся стремительным развитием, которое завершается зрелостью. На последней стадии развития прирост затрат на НИОКР часто уже не дает ожидаемого результата. В этом случае происходит замена одной технологии другой — более перспективной.

Тех, кто не осознал идеи предела в S-образной кривой, перемены застают врасплох, подкрадываясь к нам сзади. Это происходит столь часто и неизбежно, что некоторые авторы называют S-образную кривую «кривой слепоты».

Периоды перехода от одной группы продуктов или процессов к другой иногда называют технологическими разрывами. Возникает разрыв между S-образными кривыми за счет формирования новой S-образной кривой, но не на базе тех же знаний, которые лежали в основе старой кривой, а на базе совершенно новых знаний. Например, переход от электронных ламп к полупроводникам, от винтовых самолетов к реактивным, от магнитной ленты к компакт-дискам и т.д. — все это примеры преодоления технологических разрывов. И все они позволяют потеснить отраслевых фирм-лидеров.

S-образные кривые почти неизменно ходят парами. Промежуток между парой кривых представляет собой разрыв, в рамках которого одна технология замещает другую. На деле одна единственная технология редко способна удовлетворить все запросы потребителей. Почти всегда существуют конкурирующие технологии, каждая со своей S-образной кривой. Компании, которые научились преодолевать технологические разрывы, вкладывают деньги в исследования, в том числе и фундаментальные, чтобы знать, где они находятся на соответствующих S-образных кривых и чего следует ожидать в будущем [34, С.27-29].

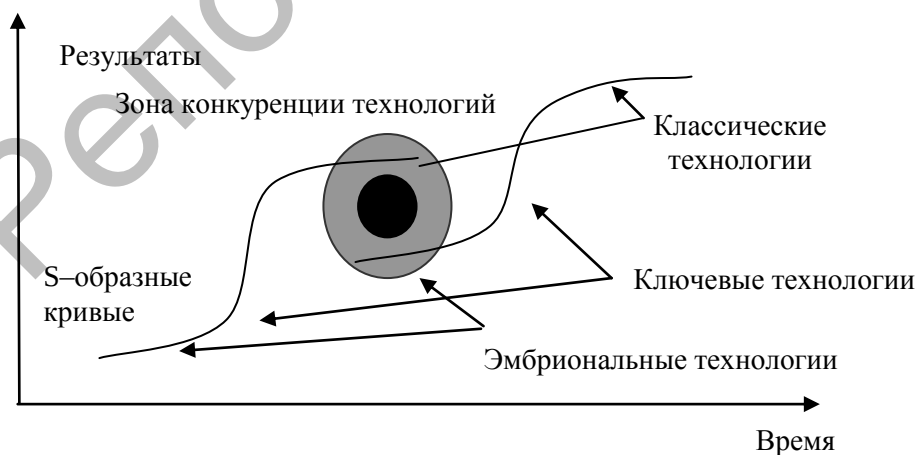


Рис. 13. S-образные кривые развития технологий (Примечание — данные работы [51, С.149])

На первом этапе зарождения технологии (эмбриональная технология) инвестиции не приводят к росту эффективности (рис. 13).

Затем наступает второй этап (ключевая технология) резкого роста, когда результат стремительно нарастает. На завершающем этапе (классическая технология) вложения приносят минимальную отдачу. Далее наступает период технологического разрыва, происходит переход к принципиально новой технологии. На каком-то этапе начальный отрезок кривой по времени совпадет с конечным отрезком старой. На этом этапе происходит конкурентная борьба между старыми и новыми технологиями [51, С.149].

Новое поколение техники и технологий вытесняет предшествующее, однако технологический разрыв трудно точно предугадать. Приверженность организации к какой-нибудь одной технологии, жесткие планы, стабильная структура являются тормозящими факторами при переходе к новым технологиям предприятия от одной S-образной кривой к другой. Такой переход вначале менее эффективен, требуется выбор критериев для оценки новой технологии, затем эффективность повышается. Максимальные капиталовложения необходимо делать в ключевые технологии и избирательно – в классические.

ЧАСТЬ II. ПРИОРИТЕТНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РЕШЕНИЯ ОСНОВНЫХ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ И ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ В ГОРНОДОБЫ- ВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ КАЗАХСТАНА

Глава 4. ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ УСТОЙЧИВОГО ТЕХНИКО- ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ОТРАСЛЕЙ ГОРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

4.1 Недра как ключ к высоким технологиям

Минерально-сырьевые ресурсы являются и в обозримом будущем останутся основным природным богатством и предпосылкой для перехода к высоким технологиям.

В XX столетии в Австралии, Южной Африке, Канаде, Китае, Индонезии, зонах Персидского и Мексиканского заливов сформировались минерально-сырьевые комплексы планетарного значения, сдвинувшие геополитические акценты в мировой экономике. На Евро-Азиатском пространстве подобных достижений добился Казахстан. По своим масштабам и социально-экономической значимости прогресс нашей страны в освоении минеральных ресурсов сравним с развитием Рур-Эльзас-Лотарингии в Европе средних веков, «демидовским» подъемом Урала и Сибири времен Петровских реформ, освоением Северной Америки в годы золотых и нефтяных «лихорадок», когда цивилизация продвинулась на Дикий Запад, в степи Техаса и заснеженные просторы Аляски.

В Казахстане трудом нескольких поколений геологов была создана мощная минерально-сырьевая база по важнейшим полезным ископаемым, потребляемым человечеством. Она приносила крупные доходы в общесоюзную казну. К сожалению, свертывание в начале 90-х годов прошлого столетия геологоразведочных работ привело к тому, что новые месторождения практически не открывались, а погашаемые запасы не восполнялись. К настоящему моменту по многим видам полезных ископаемых (медь, цинк, золото) состояние минерально-сырьевой базы все тревожнее, так как активных запасов хватит на 10-20 лет. Если учесть, что с момента открытия месторождений до рентабельного режима их эксплуатации проходит порядка пятнадцати лет, то неудовлетворительность положения с минеральными ресурсами становится очевидной.

При реорганизации государственной геологической службы в начале 90-х годов уполномоченные органы исходили из оказавшейся ошибочной концепции, согласно которой геологоразведочные работы должны были проводить недропользователи, как правило, зарубежные. В этой связи государственная поддержка геологоразведки и отраслевой науки была резко сокращена. Это практически разрушило геологическую службу страны, ликвидировало научно-исследовательские организации отрасли, в том числе известные в СНГ и за его пределами. В итоге за последнее десятилетие не открыто ни одного

промышленного месторождения твердых полезных ископаемых и углеводородов на суше, кроме Кашагана на Каспийском шельфе. Погашенные запасы не восполнялись, хотя из практики известно, что для устойчивого развития минерально-сырьевого комплекса нужно одну тонну добычи восполнять двумя разведанными тоннами.

В соответствии со Стратегическим планом - 2020 главными целями ближайшего экономического десятилетия становятся: развитие отечественной экономики через посткризисную модернизацию, наращивание человеческого потенциала как «главного богатства страны», участие в формировании «новой архитектуры международных отношений и контуров мировой торгово-финансовой системы» и обеспечение политики «казахстанского лидерства» в региональной экономике.

Приоритетными сферами посткризисной модернизации экономики Казахстана названы индустриализация, инновационное развитие и региональная экономическая политика.

Основой сбалансированного постиндустриального развития страны и «ключом к успеху» в экономике ближайшего десятилетия Президент РК Н.А. Назарбаев назвал «ускоренную диверсификацию и повышение конкурентоспособности национальной экономики».

Для реализации этих планов дополнительно привлечены иностранные инвестиции в размере 20 млрд. долларов, которые пойдут в несырьевой сектор экономики республики, обеспечат ввод в действие десятков объектов индустриальной программы, инфраструктуры и совместных предприятий.

Результатом такой индустриальной политики должно стать изменение структуры экономики за счет увеличения доли обрабатывающей промышленности в ВВП, которая к 2020 г. составит по прогнозам не менее 13%, увеличения доли несырьевого экспорта в общем объеме экспорта до 45% и наращивания потенциала несырьевых доходов бюджета. Поддержка несырьевых экспортеров рассматривается в Послании Президента народу Казахстана (в январе 2010 г.) как «ключевое направление индустриализации», призванное расширить экспортные возможности казахстанской промышленности на международных рынках.

Безусловно, отход республики от сырьевой ориентации необходим. Вместе с тем следует помнить о том, что путь к высокотехнологичному производству – это использование доходов от продажи сырья и продуктов низкого уровня передела во все более технологичные и наукоемкие производства с достаточным резервом высокопродуктивных рабочих мест.

В будущем основной опорой для перестройки экономики будут все-таки минерально-сырьевые ресурсы, внимание к которым не может быть ослаблено. Хотя нынешнее состояние обеспеченности ведущих отраслей горной промышленности собственной сырьевой базой вызывает определенную тревогу. В дальнейшем речь должна идти не только о количестве запасов, но и об их качестве, то есть открытии новых месторождений, конкурентоспособных на мировом рынке.

Наступил момент, когда необходимо избавляться от иллюзии о неисчерпаемости недр Казахстана и нашей обеспеченности почти всеми видами сырья на многие десятки и даже сотни лет. В то же время нет и причин для крайнего пессимизма. Недра богаты и имеется реальная возможность существенного расширения сырьевой базы действующих предприятий, а также организации производства новых для Казахстана и Центральной Азии материалов и металлов (например никеля, кобальта и других). Для этого необходимо усилить изучение недр республики, используя потенциал геологов старшего поколения, привлекая новейшие геологоразведочные технологии прогноза и поисков скрытых месторождений, стимулируя опережающую научную поддержку геологической отрасли. Поэтому нужны незамедлительные меры по возобновлению геологоразведочных работ силами самого государства с привлечением средств инвесторов.

Необходимо осуществлять действенный мониторинг процесса восполнения минерально-сырьевой базы и следить за соблюдением обоснованных периодов обеспеченности промышленности запасами по всем видам минерального сырья.

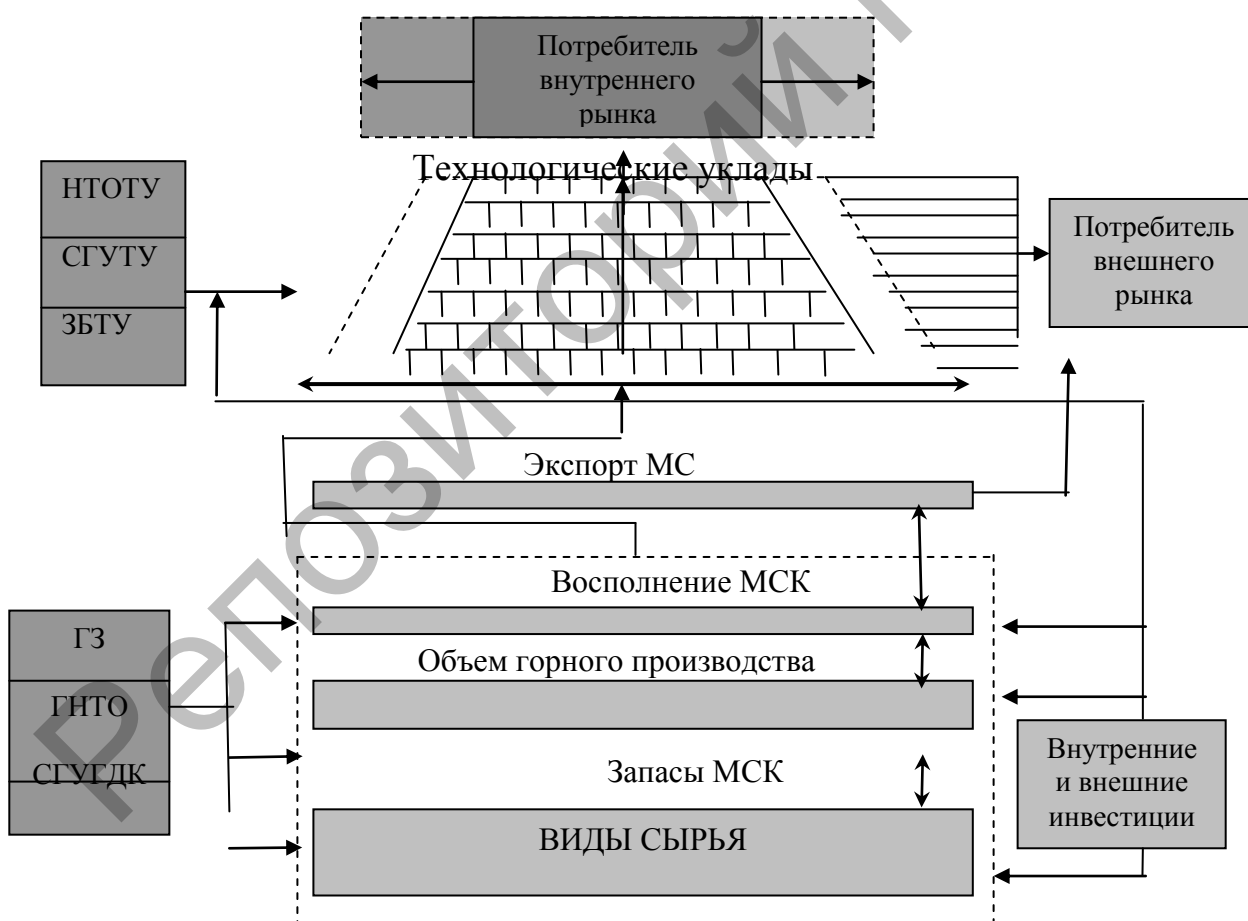


Рис. 14. Базовые факторы устойчивого развития горнодобывающего комплекса страны (Примечание – данные работы [54, С.7])

Следует определить факторами и принципами устойчивого развития горнодобывающей промышленности (ГДП) в рамках утвержденной Концепции

устойчивого развития Казахстана на 2007-2024 гг., предусматривающей развитие прорывных технологий на основе стимулирования науки и инноваций.

Проведенный специалистами укрупненный анализ [54, С. 6-7] позволил выделить следующие базовые факторы устойчивого развития горнодобывающего комплекса (ГДК) страны (рис.14). Из анализа данных, представленных на рисунке, следует, что устойчивость минерально-перерабатывающей индустрии определяется запасами минерального сырья и потребностью в нем общества, объемом добычи полезных ископаемых, количеством добываемого и перерабатываемого сырья, эффективностью технологии извлечения минералов, экологичностью и безопасностью процессов [54, 55].

Одним из обязательных условий достижения устойчивого развития является наличие адекватных законов, нормативных актов и стандартов или горное законодательство (ГЗ), а также системы институциональных структур, обеспечивающих выполнение этих законов (СГУ ГДК) [56].

Учитывая многокомпонентность и низкое содержание полезного ископаемого в рудах месторождений казахстанской минерально-сырьевой базы, особую значимость приобретает повышение полноты и комплексности обогащения полезных ископаемых. В этом плане, к примеру, в последние годы фундаментальные исследования мировых горных центров все больше нацелены на разработку энергосберегающих методов и оборудования для интергранулярного разрушения горных пород до микро- и наноразмеров.

Другим важным фактором устойчивого развития ГДП Казахстана, несомненно, является сфера внутреннего употребления минерального сырья, обеспечиваемая областью технологических укладов (ТУ).

Развитие данной сферы необходимо стимулировать на государственном уровне по трем основным направлениям: первое связано с вовлечением в зону внутреннего потребления как можно большего числа добываемых в стране видов полезных ископаемых; второе – необходимо создавать условия для создания готовой продукции на как можно высоком технологическом уровне; третье – важно стимулировать инновационные процессы и разработку более совершенных технологий глубокой переработки руд и извлечения полезного компонента из них.

Для этого в сфере развития технологических укладов необходимы свои: научно-технологическое обеспечение (НТОТУ), законодательная база (ЗБТУ) и соответствующая система государственного управления (СГУТУ) [54, С.7].

Исходя из обозначенных выше факторов и анализа источников, определяющих условия устойчивого развития Казахстана [57] применительно к горной промышленности, можно сформулировать следующие основные принципы устойчивого развития горнодобывающего комплекса Республики Казахстан:

- удовлетворение основных жизненных потребностей как современного поколения, так и будущих;
- обеспечение экологической и технической безопасности ведения горных работ;

- соблюдение баланса интересов государства, общества и представителей горного бизнеса;
- сохранение существующих экосистем и восстановление нарушенных;
- своевременное и адекватное объемам горного производства восполнение минерально-сырьевой базы;
- расширение минерально-сырьевой базы по видам добываемого минерального сырья;
- развитие технологий глубокого извлечения полезных компонентов из руд, интенсивное и экстенсивное развитие технологических укладов промышленности страны.

На базе указанных основных принципов можно сформировать Концепцию устойчивого развития ГДП, которая должна быть органично интегрирована в Концепцию устойчивого развития Республики Казахстан (РК) на период до 2024 г. Следующим шагом в этом направлении должна стать Программа реализации разработанной Концепции, в рамках которой необходимо изложить конкретные пути, этапы и механизмы претворения ее в жизнь.

Исходя из наличия в стране реально возможных (с привлечением уже имеющихся в мире) технологий и фактической стоимости готовой продукции самых высоких технологических производств на мировых рынках сырья, уже сегодня можно просчитать пределы реальных государственных доходов от эффективной реализации минерально-сырьевой базы страны [54, С.7].

Это даст возможность прочувствовать уровни пределов отечественной экономики в этом плане и увидеть то, что страна и общество теряют, экспортируя сырье, преимущественно с нулевого технологического уровня.

4.2 Вклад нефтегазовой отрасли в поступательное развитие экономики Казахстана

Для поступательного развития экономики Республики Казахстан нефтегазовая отрасль имеет важнейшее значение. Данной отрасли отводится большая роль в Стратегиях развития республики до 2020 г. и 2030 г., так как энергетическим ресурсам и их эффективному использованию придается приоритетное значение. В соответствии с принятой стратегией нефтегазовый сектор должен стать основой экономического подъема страны, наиболее активной точкой экономического роста в ближайшей перспективе [58,59].

Нефть занимает центральную позицию в обеспечении энергетических потребностей всего мира, что предопределяет роль нефтедобывающих стран в качестве гарантов рыночной стабильности. К их числу можно отнести и Казахстан. Только за последние 10 лет объем добычи нефти вырос в республике более чем вдвое – с почти 40 млн. т в 2001 г. до 80 млн. т в 2010 г. Число контрактов с недропользователями возросло с примерно сотни до более 400. В самом привлекательном геологическом регионе – на Каспийском шельфе – инициированы около полутора десятка новых нефтегазовых проектов.

Суммарный объем инвестиций в отрасль к настоящему времени составил более 87 млрд. долларов, из которых свыше 80% сделали иностранные компании и совместные предприятия.

За эти годы в Казахстане было оценено гигантское по ресурсам месторождение Кашаган с геологическими запасами почти в 5 млрд. т, из них извлекаемые – около 1,5 млрд., и запасами газа – более 1 трлн. м³. Компании выявили другие нефтегазовые залежи на Каспийском шельфе и на суше. В результате наши извлекаемые запасы нефти возросли с 2,9 млрд. т в 2001 г. до более чем 4,8 млрд. т в 2010 г., а запасы газа увеличились с 1,8 трлн. м³ до 3,7 трлн. м³. При этом прогнозные запасы нефти могут достигать 17 млрд. т, газа – 8 трлн. м³. Запасы нефти Казахстана составляют сегодня 3,2% от общемировых, а сама страна находится в десятке крупнейших обладателей этим видом углеводородов. По газу наша страна имеет 1,7% мировых запасов [60, С.5].

Нефтегазовая отрасль Казахстана опирается на мощную ресурсную базу. Основная часть разрабатываемых запасов нефти и газа находится на стадии роста. Сейчас запасы углеводородных ресурсов выявлены в 8 областях и распределены крайне неравномерно по территории страны (табл. 4).

Таблица 4

Распределение запасов углеводородного сырья по регионам Казахстана

Республика, область	Нефть, млн.т		Конденсат, млн.т		Газ, млрд.м ³	
	балансо- вые	извлека- емые	балансо- вые	извлека- емые	балансо- вые	извлека- емые
Актюбинская	806,3	212,3	53,7	32,7	53,5	1,5
Атырауская	1211,5	839,2	18,3	12,6	373,4	79,4
Мангистауская	2524,8	742,9	7,1	3,3	33,3	114,8
Западно-Казахстанская	338,1	191,4	855,9	638,4	133,2	1338,2
Карагандинская	167,2	94,0	-	-	8,7	1,0
Кызылординская	87,2	27,4	0,1	0,1	0,3	0,8
Жамбылская	-	-	0,2	0,2	-	14,8
Южно-Казахстанская	-	-	-	-	-	7,3
Всего по РК	6293,0	2095,0	944,0	688,0	602,4	1528,0

Примечание. Составлена по данным бывшего Министерства геологии и охраны недр РК

Наращивание экономического потенциала нефтегазового сектора в сфере недропользования связывается с возрастающей динамикой добычи нефти в целом по республике, созданием разветвленной сети инфраструктурных производств, формированием новых отраслей специализации. Особое внимание при этом уделяется не только вводу в разработку новых крупных месторождений, содержащих нефть, газ, конденсат, но и переводу разрабатываемых структур на качественно иной этап развития, от опытно-промышленного к промышленному. Такая тенденция присуща всем нефтедобывающим регионам республики.

Нефти Казахстана залегают, как правило, на большой глубине и характеризуются сложными горно-геологическими условиями, аномально высоким давлением и температурой. Сырье, сконцентрированное в них, вследствие содержания меркаптанов и сероводорода обладает исключительно агрессивными свойствами, в связи с чем возникает необходимость применения при его добыче, переработке и транспортировке специального оборудования, материалов, приборов, дополнительных технологических процессов.

На территории республики на сегодняшний день установлено 203 месторождения углеводородного сырья, из которых в настоящее время разрабатывается 77. Основным нефтегазодобывающим районом страны является Западный Казахстан, территория которого включает четыре административных образования – Атыраускую, Мангистаускую, Западно-Казахстанскую и Актюбинскую области.

Сегодня в Западном Казахстане находится 90% месторождений из числа разведанных, на которые приходится 98,2 % эксплуатируемых месторождений. Наиболее крупными из них по разведанным запасам являются месторождения Тенгиз, Карачаганак, Жанажол, Жетыбай, Кенбай, Каламкас, Каражанбас, Кумколь, Узень. Их суммарные извлекаемые запасы составляют: по нефти – 1,565 млрд.т, по газовому конденсату – 650 млн.т [61, С. 43].

В последние годы значительную часть добычи нефти в Казахстане обеспечивают консорциумы типа ТШО и «Карачаганак Петролеум». Так, ТОО СП «Тенгизшевройл» (ТШО), разрабатывающее гигантское Тенгизское, а также Королевское месторождения, в 2009 г. добыло 22,5 млн. т сырой нефти (180 млн. баррелей), значительно нарастив объем в сравнении с предыдущим годами: в 2005 г. показатель по добыче сырой нефти в компании был зафиксирован на уровне 13,6 млн. т; в 2006 г. – 13,3; в 2007 г. – 13,9; в 2008 г. – 22,4 млн.т. ТШО существенно нарастило объем добычи и экспорта тенгизской нефти благодаря завершению в третьем квартале 2008 г. масштабного проекта расширения производственных мощностей, достигших в результате 75 000 метрических т (600 000 баррелей) в сутки и 22 млн. кубических метров газа (750 млн. кубических футов) в сутки.

Сейчас руководство ТШО разрабатывает планы по реализации проекта дальнейшего расширения производственной мощности на Тенгизе, предусматривающего строительство нового завода, без установок по обессериванию, с увеличением мощности по обратной закачке газа. Реализация данного проекта позволит увеличить нефтедобычу на Тенгизском месторождении до 36 млн. т в год. Благодаря обратной закачке газа возрастут объемы запасов извлекаемого газа на весь период эксплуатации месторождения. Основные строительные работы будут проводиться в 2014-2015 гг., а первую нефть ожидается получить в 2016 г. В рамках реализации этого проекта ТШО собирается работать по четырем направлениям. Первое – рост казахстанских сотрудников компании из числа менеджеров высшего и среднего звена, руководителей проектов и инженеров путем применения программ ускоренного развития. Второе – улучшение навыков персонала в соответствии с передовыми технологическими требованиями проекта

будущего расширения. Третье – развитие квалифицированного персонала в подрядных организациях. Четвертое – расширение возможностей для казахстанских компаний, предоставляющих услуги по проектированию, производителей товаров и услуг путем содействия в создании СП, технической поддержки и предоставления ссуд для малого бизнеса.

Углеводородное сырье является уникальным источником получения товарной продукции широкого ассортимента, что определяет его важную роль в стратегии развития государства. Предпочтение же продаже сырой нефти будет способствовать количественному увеличению нефте- и газодобычи, но оставит на прежнем уровне структуру перерабатывающего комплекса, на интенсивное увеличение потенциала которого стремится любая страна, обладающая углеводородными ресурсами.

В этой связи в Казахстане действует Программа развития нефтехимической отрасли, в которой участвуют отечественные и иностранные компании.

Наиболее крупный проект такого рода – строительство Атырауского интегрированного газохимического комплекса, в котором иностранный инвестор — голландская LyondellBasell – имеет 24,5% акций. Сырье для него будет поставлять ТШО. Этот завод с инвестициями более 5 млрд. долларов станет крупнейшим в Каспийском и Среднеазиатском регионах производителем полиэтилена и полипропилена [60, С.5].

Будут сооружены другие нефтехимические предприятия. Иностранные компании смогут участвовать в этих проектах в качестве и поставщиков сырья, и технологий, и инвесторов, и кредиторов. Так что сегодня Казахстан за счет проектов переработки успешно создает новый рынок иностранных инвестиций в нефтегазовой отрасли. А в более широком смысле эти планы показывают, что наше Правительство проводит политику превращения нефтегазовой отрасли из сырьевой в инновационную, из добывающей в обрабатывающую.

Богатый опыт проведения модернизации производства и реконструкции имеет за плечами Атырауский нефтеперерабатывающий завод (АНПЗ) – единственный в Западном Казахстане нефтеперерабатывающее предприятие и лидер отечественной нефтеперерабатывающей отрасли. В ходе реконструкции Атырауского НПЗ в 2003-2006 гг. были решены основные задачи по улучшению качества выпускаемых нефтепродуктов и уменьшению вредного воздействия на окружающую среду. Производственные мощности достигли современного уровня. В 2009 г. основные технологические установки были переведены на двухгодичный ремонтный цикл, с уменьшением производственных затрат (больше средств будет направляться на модернизацию), с сокращением количества повторной переработки и вынужденных технологических потерь.

Сейчас на АНПЗ выпускаются автомобильные бензины марок Регуляр-92, Премиум-95, Супер-98, соответствующие требованиям Евро-2 и имеющие запас качества по содержанию серы с увеличением доли выработки высокооктановых бензинов в общем производстве в два раза. Объем выработки высокооктановых бензинов возрос до 28% против 7% до реконструкции от

общего объема производимого бензина. Дизельные топлива выпускаются также в соответствии с требованиями Евро-2, 3, 4 (зимнее и летнее экологически чистое, ДТ с температурой застывания -350°C без применения присадок). Возросла техническая возможность производства реактивного топлива ТС-1 смесового с гидроочищенным керосином до 200 тыс. т/год.

Результаты первого этапа реконструкции: снижены выбросы сернистого ангидрида в атмосферу до четырех тысяч тонн в год; выбросы сернистого ангидрида в атмосферу сокращены на 38%, что составляет 1963 тонны; уменьшен забор воды с реки Урал с 9,8 до 3,5 млн. м³ /год. Кроме того, испытательный центр «Центральная заводская лаборатория» был оснащен оборудованием для проведения испытаний по качеству топлив уровня Евро.

Важно отметить то, что АНПЗ стабильно движется вперед. Посредством увеличения глубины переработки, уменьшения производственных издержек, улучшения качества выпускаемых нефтепродуктов, совершенствования в области промышленной и экологической безопасности, внедрения эффективных корпоративных методов управления руководство предприятия намерено в кратчайшие сроки выйти на качественно новый уровень производства.

Так, что до 2015 г. на Атырауском НПЗ запланирована реализация двух крупнейших проектов: строительство комплекса по производству ароматических углеводородов и комплекса глубокой переработки нефти. Проект строительства ароматических углеводородов реализуется АО «Торговый Дом «КазМунайГаз» и ТОО «Атырауский НПЗ».

Схема комплекса по производству ароматических углеводородов гибкая и позволяет получать либо максимально высокооктановые бензины, либо дополнительно до 133 тыс. т в год бензола и до 496 тыс. т в год параксилола. Лицензиаром технологий является французская компания Axens [62, С.8].

К целям и задачам нового этапа реконструкции АНПЗ можно отнести увеличение мощности вторичных процессов до 1000 тыс. т в год с целью увеличения объема высокооктановых компонентов автобензинов; производство продукции с высокой добавленной стоимостью — бензола и параксилола; увеличение ресурсов по водороду, необходимому для установок гидроочистки и повышения качества продукции. Помимо этого, предполагается интегрирование с проектами по развитию нефтехимических производств в Западном Казахстане; создание новых рабочих мест в Атырау; реконструкция технологических мощностей для выведения их на современный технический уровень и обеспечения РК качественными моторными топливами, сырьем для нефтехимии и другими нефтепродуктами. А также для экспорта нефтепродуктов, качество которых должно отвечать мировым стандартам и требованиям внутреннего и экспортного рынков.

С вводом в эксплуатацию комплекса глубокой переработки нефти АНПЗ увеличит отбор светлых фракций (бензин, дизельное топливо), тем самым сократит количество невостребованного мазута. Реализация данного проекта позволит повысить эффективность функционирования завода за счет реконструкции действующих установок и обновления предприятия с использованием новейших технологий, оборудования. Это позволит

обеспечить нужды розничной сети нефтепродуктов АО «ТД «КазМунайГаз» высококачественными моторными топливами. В первую очередь высококачественным бензином и дизельным топливом не ниже уровня Евро-4, который предполагается вырабатывать за счет снижения в товарной продукции сернистых, азотистых, непредельных и других соединений. Ожидается, что экологический стандарт Евро-4, регулирующий содержание вредных веществ в выхлопных газах, будет введен в действие уже в январе 2014 г. [62, С.8].

Реализация Госпрограммы форсированного индустриально-инновационного развития и выполнение намеченных Стратегическим планом развития РК до 2020 г. задач увеличат в предстоящие 10 лет деловую привлекательность Казахстана. С одной стороны, в это время у нас начнет развиваться разработка Кашаганского месторождения с прогнозируемой добычей в 2020 г. порядка 60 млн. т нефти в год. Войдут в активную фазу другие проекты на Каспийском шельфе. На Карачаганаке производство увеличится в полтора раза в результате третьей стадии разработки. За счет этих проектов Правительство планирует к 2020 г. более чем удвоить добычу нефти, доведя ее до уровня более 160 млн. т. И в результате Казахстан войдет в первую пятерку мировых производителей нефти [60, С.5].

С другой стороны, такой нефтяной рост повысит значимость Казахстана как участника международных проектов. Здесь имеется в виду строительство новых экспортных мощностей. В частности, планируется расширить трубопровод КТК, известный как Си-Пи-Си, с 28 до 67 млн. т в год, и нефтепровод в Китае с 10 до 20 млн. т в год с увеличением экспорта не только своей, но и российской нефти. А также построить нефтепровод Ескене — Курык мощностью 23 млн. т в год с возможностью расширения до 56 млн. т нефти в год.

В последние годы газовая отрасль и хозяйство АО «КазТрансГаз» крепнет внутри страны, а за ее пределами повышает международную роль и доходы Казахстана. Новая роль страны и ее газотранспортной компании на континентальном энергетическом рынке отражается в росте числа международных проектов, расширении сотрудничества. Казахстан превратился из просто транзитной территории в 1990-х годах во влиятельного участника мирового газового процесса. Одна из причин — активная и успешная деятельность национальных предприятий в нефтегазовой отрасли, в том числе «КазТрансГаза».

За последние 10 лет АО «КазТрансГаз» превратил стагнирующий газотранспортный бизнес в мощный фактор развития энергетики, индустрии, социальной и геополитической жизни страны. Продолжается осуществление (либо предполагается) следующих важных инвестиционных проектов (табл. 5).

Таблица 5

Инвестиционные проекты «КазТрансГаза»

Проект	Цель	Статус
1	2	3
Строительство новых участков на трубопроводе САЦ-4	Увеличение пропускной способности с 54,6 до 60 млрд. кубов в год	Осуществлен

1	2	3
Строительство резервной нитки Узень-Актау	Обеспечение бесперебойного снабжения Мангистауской области	Осуществлен
Модернизация газораспределительной системы Южно-Казахстанской области	Бесперебойное и безаварийное снабжение газом Шымкента и Южно-Казахстанской области, увеличение гарантийного срока эксплуатации газопроводов	Проектируется
Реконструкция газопроводов Алматы и Алматинской области	Удовлетворение будущего роста потребления, бесперебойность снабжения	Проектируется
Газификация Западного и Южного Казахстана	Обеспечение газом предприятий и домашних хозяйств	Идет непрерывно
Строительство I очереди газопровода Казахстан-Китай	Экспорт среднеазиатского газа в Китай	Осуществлен
Строительство газопровода Бейнеу-Шымкент	Замещение импорта западноказахстанским газом	Проектируется
Строительство Прикаспийского газопровода	Транзит туркменского и экспорт казахстанского газа	Проектируется
Перевод автотранспорта Алматы на компримированный природный газ	Развитие рынка компримированного природного газа, а также оздоровление экологической обстановки воздушного бассейна Алматы	Осуществляется

Примечание. Данные АО «КазТрансГаз»

Сегодня АО «КазТрансГаз» контролирует газопроводы пропускной способностью 190 млрд. кубов газа в год и протяженностью более 11 тыс. километров. Корпорация доставляет газ на мировые рынки, обеспечивает им жителей и предприятия почти на половине территории Казахстана, постоянно увеличивает транзит, экспорт, поставки на внутренний рынок. Для этого компания не только прокладывает дополнительные трубы, но и ведет собственную добычу, перерабатывает газ, создает новую инфраструктуру.

По мере того как все большие запасы газа вовлекаются в коммерческое производство, Казахстану требуются новые маршруты экспорта и рынки сбыта голубого топлива. С учетом этого в декабре 2009 г. вошла в строй первая нитка магистрального газопровода Туркменистан-Узбекистан-Казахстан-Китай протяженностью более 1800 км. Основная его часть построена на территории Казахстана – 1300 км – компанией «Азиатский Газопровод», учредителями которой в равных долях являются «КазТрансГаз» и китайская компания TAPLine.

Предполагается, что к концу 2012 г. пропускная способность данного трубопровода возрастет до 30 млрд. кубов газа. Дальнейшее развитие мощности газопровода до уровня 40 млрд. кубов будет происходить вместе с проектом строительства магистрали Бейнеу-Шымкент из Западного Казахстана. В 2009 г. по нему были разработаны ТЭО и проектно-сметная документация (ПСД). В настоящее время совместная группа управления проектом завершает корректировку указанных документов и ведет подготовку

к разработке технической части ПСД для практической реализации. Рабочими местами будут обеспечены более 7 тыс. человек, что создаст благоприятный климат в период строительства и эксплуатации для отдаленных регионов Казахстана, таких как населенные пункты, расположенных в русле реки Сырдарьи и вокруг северной части бассейна Аральского моря. Также при осуществлении проекта будут задействованы новейшие технологии при максимальном участии казахстанских производителей товаров, работ и услуг.

В последнее время партнерство с российским «Газпромом» обеспечивает Казахстану самую высокую плату за газ в Средней Азии и основные доходы от транзита. «Газпром» предлагает «КазТрансГазу» построить Прикаспийский газопровод из Туркменистана через Западный Казахстан. Его пропускная способность прогнозируется в 20 млрд. кубов в год, 10 млрд. из которых составит загрузка из недр западноказахстанских сухопутных и морских месторождений.

Если партнерство с российским «Газпромом» и Китаем уже приносит растущую пользу Казахстану, то в долгосрочной перспективе не менее выгодными могут стать поставки газа на Запад. Центральноевропейские страны и компании - OMV (Австрия), RWE (Германия), другие участники рынка из этого региона — предлагают Казахстану по мере увеличения его экспортного потенциала направлять газ в будущий трубопровод Nabucco. Эта магистраль проектируется на доставку 31 млрд. кубов газа в год через Кавказ и Малую Азию в Европу.

Ожидается, что в 2030 г. республика будет добывать 100 млрд. м³ газа в год. Такие перспективные ресурсы газа, в том числе на Каспийском шельфе, вызывает огромный интерес у целого ряда иностранных компаний и государств.

Нетрудно предположить, что Север, а в перспективе Восток и Запад – таковы будут направления экспорта казахстанского газа. Эта многовекторность дает стратегические гарантии Казахстану и «КазТрансГазу» сохранения выгодных цен и тарифов на транзит и экспортные поставки газа.

4.3 Направления обеспечения развития ядерной энергетики в XXI веке

Как известно, энергетика является одной из основных отраслей народного хозяйства любой страны. По уровню ее развития и потенциальным возможностям можно судить об экономической мощи страны. При современных темпах роста потребления ископаемых видов топлива запасов нефти хватит примерно на 75 лет, природного газа - на 100, угля - на 200 лет. По прогнозу Международного энергетического агентства (МЭА), при сохранении современных тенденций в мировой энергетике до 2020 г. глобальное потребление первичных энергоресурсов может возрасти на 65%. Доля ископаемых видов топлива в мировом энергобалансе к 2020 г. должна сократиться до 76% и к 2050 г. – до 64% [63, С.34].

Таблица 6

Тенденции мирового энергобаланса, %

Виды ресурсов	Годы			
	1990	2000	2020	2050
Всего	100	100	100	100
Нефть	43	38	28	20
Природный газ.....	19	23	23	23
Уголь.....	28	27	25	21
Ядерное топливо.....	5	6	7	14
Возобновляемые источники, в том числе гидроэнергия.....	5	6	17	22

Примечание. Данные World Energy Council (WEC), 1998; Бюллетень иностранной и коммерческой информации (БИКИ), 2000, №2

Как показывает анализ представленных данных (табл. 6), доля ядерного топлива в мировом энергобалансе должна возрасти с 5% в 1990 г. и 6% в 2000 г. до 7% в 2020 г. и 14% в 2050 г. При этом до сих пор атомная энергетика занимает особое место в силу значительного неиспользуемого потенциала и неоднозначного отношения к ней различных слоев населения, даже правительств ряда стран.

В сложившихся условиях необходимо конструктивное сотрудничество представителей ядерной энергетики, власти и общества. Встает задача – доказать общественности, что ядерная энергетика экологически более безопасна, нежели традиционная топливная. Нужно иметь в виду, что использование ядерной энергетики из-за истощения традиционных ресурсов, увеличения населения планеты за последующие 50 лет в 1,5 раза и, следовательно, увеличения всемирного энергопотребления втрое, просто неизбежно [64, С.26].

На сегодняшний день мировых запасов урана достаточно, чтобы обеспечить функционирование атомной энергетики на многие годы. Около 80% мировых запасов урана приходится на девять стран (Австралию, Казахстан, Канаду, ЮАР, Намибию, Нигер, Россию, Бразилию и США) [65, С.42].

Добыча урана может вестись различными способами, включая традиционные (карьерный или шахтный), а также передовой метод подземного скважинного выщелачивания. Кроме того, уран может добываться как побочный продукт при разработке месторождений золота, меди, фосфатов.

На территории Казахстана разведано 129 месторождений и рудопроявлений урана. Месторождения объединены в шесть урановых провинций (Прибалхашская, Прикаспийская, Илийская, Северо-Казахстанская, Сырдарьинская, Шу-Сарысуйская). Их запасы и ресурсы составляют 1,69 млн. т урана. Из них около 1,2 млн. т пригодно для добычи способом подземного выщелачивания [65, С.42].

В Шу-Сарысуйской ураново-рудной провинции разведаны месторождения «Канжуган», «Моинкум», «Уванас», «Буденовское», «Инкай», «Мынкудук», «Жалпак», «Акдала», «Торткудук», «Шолак-Эспе» (Южно-Казахстанская область). В Сырдарьинской провинции — месторождения «Северный Карамурун» и «Южный Карамурун», «Северный Хорасан»,

«Ирколь» (Кызылординская область), «Заречное», «Асарчик», «Жауткан» (Южно-Казахстанская область), а также «Кызылколь», «Чаян» и «Лунное».

Илийская урановая провинция включает урановоугольные месторождения «Нижеилийское» и «Кольджат», а также пластово-инфильтрационное месторождение «Сулучекинское».

В настоящее время промышленная добыча ведется на девяти месторождениях, расположенных в Шу-Сарысуйской, Сырдарьинской (по технологии подземного выщелачивания) и Северо-Казахстанской (традиционным шахтным способом) урановых провинциях.

АО «НАК «Казатомпром» является национальным оператором Казахстана по экспорту урана и его соединений, редких металлов, ядерного топлива для атомных энергетических станций, специального оборудования, технологий и материалов двойного назначения. С момента своего создания в 1997 г. Национальная атомная компания (НАК) «Казатомпром» увеличил добычу урана с 795 т (13-е место в мире) до 13665 т в 2009 г. (первое место в мире). Это стало возможным благодаря вводу в строй новых рудников, а также увеличению производственных мощностей действующих уранодобывающих предприятий. Уже на сегодня в республике действует 21 рудник. Только в 2009 г. начата опытная добыча на месторождениях Северный Хорасан, участок 1 (ТОО «Байкен У»), проектная мощность 2000 т U/год; Северный Хорасан, участок 2 (ТОО «Кызылкум»), проектная мощность 3000 т U/год; Семизбай (ТОО «Семизбай- У»), проектная мощность 500 т U/год; Буденовское, участок 1 (АО «Акбастау»), проектная мощность 1000 т U/год.

В ближайшее время планируется включить в разработку участки 3-й и 4-й месторождения Буденовское (АО «Акбастау»); ввести в эксплуатацию аффинажный цех на месторождении Инкай (ТОО «СП «Инкай»); ввести в эксплуатацию сателлитный завод мощностью 1000 т U/год на участке Торткудук месторождения Моинкум (ТОО «СП «Катко»).

Согласно прогнозным данным [65, С.43], НАК «Казатомпром» с 2015 по 2040 гг. намерен инвестировать более 220 млн. долларов в геологоразведочные работы. Причем только после 2030 г. для поддержания уровня добычи урана потребуются большие вложения в геологоразведочные работы, в том числе на месторождениях шахтной разработки. В результате этих работ ожидается прирост запасов не менее чем на 400 тыс. т. Это позволит сохранить объем добычи урана в Казахстане на уровне 25 тыс. т до 2100 г.

Учитывая мировую тенденцию и то, что Казахстан занимает второе место в мире по запасам урана, в будущем надо развивать ядерную энергетику, как это делают сегодня США и Китай. При этом одним из ключевых вопросов становится обоснованный выбор энергетических реакторов АЭС, при котором необходимо учитывать современное состояние энергетических реакторов разного типа и тенденции их развития. В настоящее время просматриваются два варианта в развитии атомной энергетики [65, С.44-45].

Первый – выбор и применение оптимальных и наиболее подходящих проектов реакторов на тепловых нейтронах. Это в основном реакторы с водой под давлением типа PWR и BWR. Далее необходимо будет рассматривать

возможность использования реакторов четвертого поколения. Преимущественно это реакторы на быстрых нейтронах. Такая последовательность диктуется необходимостью наработки плутония в тепловых реакторах, который необходим для внедрения проектов энергетических быстрых реакторов.

Другой вариант – развитие интегрированных, модульных реакторов малой и средней мощности. В этом случае технологически обеспечивается сверхдолгий срок службы активной зоны (20 и более лет) с обновлением корпуса реактора вместе с активной зоной, без перегрузки и догрузки топливных сборок в процессе работы активной зоны.

По классификации МАГАТЭ реакторы делятся:

- реакторы малой мощности (электрической мощностью до 300 МВт);
- реакторы средней мощности (электромощностью от 300 до 700 МВт).

Энергетические реакторы средней и малой мощности свой проигрыш в удельной стоимости одного киловатта установленной мощности из-за меньшей мощности установки, как правило, компенсируют за счет упрощения проекта, применения пассивных систем безопасности, уменьшения используемого оборудования и сроков строительства, более простого управления и эксплуатации. В конечном счете это приводит к снижению как капитальных, так и эксплуатационных затрат и, соответственно, к снижению себестоимости электроэнергии в проектах АЭС малой и средней мощности. Кроме того, использование пассивных схем безопасности исключает фактор человеческих ошибок, повышает безопасность и надежность реактора.

Уже более 30 лет АО «Ульбинский металлургический завод» изготавливает компоненты топлива для атомных станций: порошки оксидов урана и топливные таблетки. Последние снаряжаются в специальные трубки из циркониевого сплава, называемые тепловыделяющими элементами. Их набор образует тепловыделяющую сборку, которая и является ядерным топливом, загружаемым в ядерный реактор АЭС.

Вместе с тем уже ставится задача по развитию и других цепочек производства ядерного топлива. Дело в том, что ядерный топливный цикл (ЯТЦ) представляет собой целый ряд промышленных процессов для обеспечения выработки энергии на ядерных энергетических реакторах. Цикл можно условно разделить на три основные стадии.

Начальная стадия – изготовление ядерного топлива, куда входят добыча урановой руды, получение природной закиси-оксида урана, получение газообразного гексафторида урана для разделения изотопов урана с целью обогащения по изотопу ^{235} , изготовление топливных таблеток и снаряжение их в тепловыделяющие сборки, которые, собственно, и являются топливом атомных электростанций.

Второй стадией является использование ядерного топлива в реакторе для электроэнергии, включая временное хранение отработанного ядерного топлива на площадке АЭС.

Заключительная стадия ядерного топливного цикла определяет его «закрытость» или «открытость». В случае с закрытым циклом отработанное топ-

ливо не перерабатывается, а направляется на долговременное хранение в специальное хранилище. В случае с закрытым циклом отработанное ядерное топливо перерабатывается на специальных заводах. Сегодня в большинстве стран реализован открытый цикл. И только немногие страны (Россия, Франция, Великобритания) сосредоточили на своей территории закрытый тип ядерного топливного цикла [65,С.42].

АО НАК «Казатомпром» в свете реализации индустриально-инновационной политики разработало стратегию построения вертикально интегрированной компании с полным ядерным топливным циклом (ЯТЦ), который включает добычу, конверсию, обогащение, реконверсию, топливные сборки, строительство АЭС. Цель данной стратегии – получить максимальную прибыль с каждого добытого в Казахстане килограмма урана, создать в РК производства на базе передовых ядерных и сопутствующих технологий, производить высокотехнологичную продукцию, получить доступ к зарубежным высокотехнологичным активам в ЯТЦ.

Безусловно, дальнейшее развитие атомной энергетики должно сопровождаться развитием и совершенствованием каждой из стадий ядерного топливного цикла. И у Казахстана есть все предпосылки к тому, чтобы занять в этом процессе далеко не последнее место.

4.4 Эффективность развития горно-металлургического комплекса как одной из базовых отраслей промышленности

Сегодня первостепенная задача, стоящая перед Казахстаном, - переход экономики от сырьевой к перерабатывающей промышленности и далее к высоким переделам. В этом процессе одна из важнейших ролей отводится горно-металлургическому комплексу (ГМК).

Выступая на первом Казахстанском международном конгрессе по минеральным ресурсам и металлургии Президент страны Н.А. Назарбаев отметил, что «конгресс начал свою работу в первый относительно спокойный год после двух лет сложного глобального экономического кризиса. Мировая горно-металлургическая отрасль не только не избежала его влияния, но и наряду с финансовым сектором пострадала сильнее других. В 2008 г., в самый разгар экономической рецессии, общая капитализация сорока крупнейших компаний отрасли сократилась на 64%. Как следствие, им пришлось принимать жесткие антикризисные меры, главным образом сокращая затраты и откладывая реализацию ранее заявленных амбициозных проектов. Но в Казахстане мы этого не допустили.

С гордостью можно отметить, что компании, работающие в нашей стране, продолжили реализацию прорывных инвестиционных проектов и не допустили сокращения рабочих мест. Сегодня проведенная нами работа широко известна.

Так, недавно введены в строй вторая очередь электролизного завода в Павлодаре, золотоизвлекательная фабрика «Алтынтау», готовится к пуску

медное производство в Усть-Каменогорске, будет строиться завод по прямому восстановлению железа в Актобе. И это — далеко не полный список.

Нарастающая мощь отрасли развивается в русле двух основных тенденций глобальных рынков. Во-первых, растут спрос и цена на металлургическую продукцию: уже в текущем году объемы мирового потребления стали, согласно прогнозам экспертов, превысят докризисные показатели 2007 г. В течение следующей пятилетки ожидается ежегодный четырехпроцентный рост спроса на алюминий. Все аналитики в унисон твердят о предстоящем повышении цен практически на все основные металлы.

Во-вторых, одновременно со спросом повышаются и требования. Стремительное развитие высоких технологий, реализация космических программ, ядерный ренессанс, машиностроение, строительная индустрия требуют продукции с уникальными качественными характеристиками. Поэтому растут стандарты качества металлов, становятся востребованными новые высокотехнологичные сплавы с особыми свойствами, повышается потребление редких металлов. Все это вынуждает нас стремиться производить инновационные продукты с более высокой добавленной стоимостью» [66, С.1].

Казахстан обладает значительными запасами железа, марганца, хрома, свинца, меди, цинка и алюминия, составляющими основу минерально-сырьевой базы твердых полезных ископаемых.

Сейчас ведущая роль в минерально-сырьевой базе мировой железорудной отрасли принадлежит десяти странам (России, Украине, США, Австралии, Индии, Канаде, Бразилии, Казахстану, Китаю и ЮАР), на долю которых приходится почти 72% подтвержденных запасов. По количеству числящихся на госбалансе разведанных запасов железных руд Казахстан занимает 8-е место в мире [18, С.69].

В республике самым крупным предприятием по добыче и обогащению железных руд является АО «Соколовско-Сарбайское горнообогатительное производственное объединение» (ССГПО, Костанайская область), входящее в состав группы Eurasian Natural Resources Corporation Plc (ENRC). В состав ССГПО входят Соколовский, Сарбайский, Качарский и Куржункульский карьеры, шахта «Соколовская», Кзыл-Жарский известняковый и Алексеевский доломитовый рудники, фабричный комплекс рудоподготовки и окомкования, управления горно-железнодорожного и автомобильного транспорта, тепло-энергоцентр, Ремонтно-механический завод и другие подразделения. Основные направления производственной деятельности ССГПО – добыча и переработка железных руд, доломита, известняка, строительного щебня. Главная продукция - неофлюсованные железорудные окатыши и железорудный концентрат. Недавно в АО «ССГПО» запущен в эксплуатацию металлопрокатный завод мощностью 75 тыс. т в год. Новое предприятие будет производить стержни, шары мелющие катаные для обеспечения собственных потребностей ССГПО с учетом поэтапного увеличения объемов производства железорудного сырья, мелкосортный прокат, а также строительную арматуру, стали периодического профиля для собственных нужд и предприятий группы. Завод оснащен двумя 10-тонными электродуговыми сталеплавильными

печами, 15-тонным агрегатом печи-ковша, машиной непрерывного литья заготовок, производящей заготовки трех различных типоразмеров.

«С вводом в эксплуатацию металлопрокатного завода ССПО вышло на новый этап развития, перейдя из разряда горнодобывающих предприятий в металлургические. Новое производство относится к категории миниметаллургических заводов и представляет собой «прорывную» технологию в области металлопроката.

В мае 2010 г. холдинг ENRC запустил в эксплуатацию вторую очередь Казахстанского электролизного завода (КЭЗ, Павлодарская область) мощностью 125 тыс. т первичного алюминия. В результате на сегодняшний день АО «КЭЗ» - единственный завод в Казахстане по производству первичного алюминия, оснащенный современным оборудованием, позволяющим производить продукцию самого высокого качества. Продукцией завода являются алюминиевые слитки весом 20 кг. В 2009 г. алюминий, произведенный на КЭЗ, был зарегистрирован на Лондонской бирже металлов, что стало признанием международного стандарта продукции Павлодарского завода. Здесь применяется прогрессивная технология предварительно обожженного анода – самая современная и экологически безопасная из существующих в настоящее время технологий производства алюминия. Все технологические процессы нового завода контролируются автоматизированными системами управления, позволяющими эффективно регулировать технологические операции, вести непрерывный мониторинг параметров работы электролизеров, газоочистных установок, литейного цеха и вспомогательных объектов» [67, С.6].

Сегодня Казахстан – один из ведущих игроков на мировом рынке меди. По подтвержденным запасам меди республика занимает пятое место, а по среднему содержанию меди в рудах (0,44%) из 88 стран 75-е место [18, С.69].

Если подсчитать все запасы меди, то на сегодня разведанных – около 19 млн. т. Их переработки может хватить на 50-60 лет, а в последующем, скорее всего, будет какое-то замещение меди. Поэтому ТОО «Корпорация «Казахмыс» уже обозначены контуры освоения крупного Бозшакольского месторождения меди.

Годовая мощность Бозшакольского ГОК планируется в объеме 25 млн. т руды. Это составляет порядка 100 тыс. т меди в концентрате в год. Его предполагают получить уже в 2014 г. Первую очередь данного месторождения специалисты определяют в 40 лет добычи и переработки руды, а далее будут и другие очереди по мере разведки новых залежей цветных и редких металлов при соблюдении международных стандартов экологии. Причем в производстве планируется использовать современные технологии переработки руд с низким содержанием меди, но с высокой степенью охраны окружающей среды.

В Казахстане сосредоточено 30% мировых запасов хромовой руды и 25% марганцевых руд. По запасам свинца среди 70 стран и цинка среди 73 стран занимает второе место. Республика обладает значительными запасами молибдена, драгоценных, редких и редкоземельных металлов, технических алмазов, что может вывести ее на достойное место в мировом сообществе среди стран-производителей металлов [18, С.69].

В связи с вышеизложенным в ожидаемой перспективе необходимо использовать следующие конкурентные преимущества отечественного ГМК:

- а) существующие запасы твердых полезных ископаемых, в том числе черных и цветных металлов;
- б) имеющиеся крупные рудники по добыче твердых полезных ископаемых;
- в) интенсивное развитие производства и экспорта сырьевых ресурсов;
- г) увеличивающиеся объемы добычи руды;
- д) инвестиционную привлекательность горно-металлургического комплекса;
- е) производственный, кадровый потенциал и соответствующую инфраструктуру.

В свете реализации Госпрограммы форсированного индустриально-инновационного развития перед горно-металлургической отраслью поставлена задача увеличения объема производства продукции в два раза (к уровню 2008 г.). Госпрограмма включает такие крупные проекты, как рост выпуска стали до 10 млн. т в год, феррохрома – до 440 тыс. т в год, алюминия – до 250 тыс. т и др. Кроме того, появится ряд средних предприятий по производству продукции высоких переделов.

В целом будущее горно-металлургической отрасли будет зависеть от способности всех участников к трансформации, открытости к инновациям, гибкости в принятии решений. А главной целью развития ГМК Казахстана до 2015 г. должно стать преобразование его в динамично развивающуюся, высокотехнологичную, эффективную и конкурентоспособную отрасль. Для достижения указанной цели необходимо осуществление технического и технологического перевооружения отрасли на базе передовых ресурсосберегающих, экологически безопасных технологий.

4.5 Роль угля в мировом наборе энергоносителей

Как известно, с точки зрения энергетики ключевыми факторами устойчивого развития являются надежность снабжения, экономическая эффективность и социальная ответственность. Уголь в состоянии удовлетворить всем этим критериям, при условии организации производства в соответствии с жесткими стандартами безопасности использования самых современных технологий добычи угля и выработки на его основе электроэнергии экологически приемлемыми способами. Среди всех ископаемых энергоносителей уголь, согласно подавляющему большинству сценариев развития мировой энергетики, сохранит в обозримом будущем свою роль в производстве электроэнергии. Поэтому уголь и сегодня, и в будущем будет важным элементом обеспечения надежного снабжения энергией и сырьем во всем мире и, конечно, в Казахстане.

Для всего мира энергия – это ключевой фактор роста экономики, развития системы занятости и технического прогресса. В течение последующих 25 лет

мировое потребление энергии увеличится примерно на 60%, что обусловлено, в первую очередь, ростом населения и естественным желанием развивающихся стран и стран с переходной экономикой ускорить экономическое развитие своих стран. Во многих случаях уголь – это единственный источник энергии, которым эти страны могут воспользоваться. Почти 40% мировых поставок энергии обеспечивается за счет нефти, при этом доли угля и газа составляют по 25% [68, С.55].

В течение последующих 30 лет, несмотря на значительный рост потребления энергии, маловероятно, чтобы доля этих ископаемых энергоресурсов заметно сократилась, так как использование других энергоресурсов будет ограничено:

- атомной энергии в силу общего отрицательного к ней отношения и проблем с размещением отходов;
- возобновляемых источников энергии из-за того, что они вплоть до настоящего времени играли вспомогательную роль.

Сегодня уголь продолжает быть основой энергоснабжения в Казахстане. Угольная промышленность обеспечивает выработку 78% всей электроэнергии Казахстана, практически 100% загрузку коксохимического производства, способна удовлетворять потребности в топливе коммунально-бытового сектора и населения. Казахстанские угли характеризуются широким диапазоном стадий метаморфизма – от газовых жирных (ГЖ) до отошенно-спекающихся (ОС) [69, С.10].

Крупнейшими производителями угля в стране являются предприятия, работающие в Павлодарской области – ТОО «Богатырь Комир»; АО «Евроазиатская энергетическая корпорация» (ЕЭК), эксплуатирующее разрез «Восточный»; разрез «Майкубен-Вест», принадлежащий Экибастузской ГРЭС-1; в Карагандинской области – угольный департамент АО «Арселор Миттал Темиртау» (включает 8 шахт Карагандинского бассейна) и департамент «Борлы» ТОО «Корпорация «Казахмыс». Так, только ТОО «Богатырь Комир», совместное предприятие Фонда национального благосостояния «Самрук-Казына» и российской компании «РУСАЛ», разрабатывающее разрез «Богатырь» в Экибастузском каменноугольном бассейне, в 2009 г. реализовало потребителям 34,8 млн.т угля.

В настоящее время ТОО «Богатырь Комир» - крупнейшая в Казахстане угледобывающая компания. Разрез «Богатырь» административно разделен на два комплекса: это Богатырский (непосредственно сам разрез «Богатырь») и Северный, созданный на основе разреза «Северный» - самого старого разреза Экибастузского бассейна. Уголь ТОО «Богатырь Комир», добываемый открытым способом, предназначен для пылевидного сжигания на тепловых электростанциях Казахстана и России, а также для коммунально-бытовых нужд. Балансовые запасы угля по Богатырскому комплексу разреза «Богатырь» (участки 5,6,9,10) до горизонта – 200 метров составляют 1,346 млрд. т. Балансовые запасы угля по Северному комплексу разреза «Богатырь» (участки 1,2,3,4) до горизонта – 200 метров составляют 1,179 млрд. т.

АО «Арселор Миттал Темиртау» в свете реализации Госпрограммы форсированного индустриально-инновационного развития республики на период 2010-2014 гг. разработало Концепцию развития и модернизации производства до 2013 г., реализация которой потребует инвестирования 7 млрд. долларов США и позволит увеличить выпуск стали до 10 млн. т в год.

Разработанная концепция включает в себя два стратегических направления: модернизация и совершенствование существующих мощностей для увеличения производства до 6 млн. т стали в год и запуск новых мощностей, которые позволят производить дополнительно 4 млн. т стали в год. Для реализации Концепции необходимо 17,83 млн. т угля, 16 млн. т железосодержащей руды, 4,8 млн. т флюсов. В этой связи потребуются развитие шахт угольного департамента АО «Арселор Миттал Темиртау», наращивание объемов добычи коксующихся углей при повышении эффективности угледобычи.

Ключевым звеном повышения эффективности производства на шахтах может стать увеличение нагрузки на очистной забой. Решение этой задачи связано с усовершенствованием технологии очистных работ; заменой изношенного, морально устаревшего очистного оборудования на более современное, с высоким коэффициентом надежности.

Опыт работы передовых шахт угольного департамента АО «Арселор Миттал Темиртау» (шахты им. Костенко, «Тентекская», «Саранская» и др.), зарубежный опыт (особенно Германии, Великобритании) реструктуризации угольных шахт, эффективной работы шахт США, Австралии, ЮАР, а также специально выполненные исследования делают возможным дать обоснованные рекомендации по техническому перевооружению шахт, заключающиеся в следующем:

- на стабильно функционирующих отечественных шахтах необходимо осуществить переход на способы вскрытия, подготовки и технологические схемы, обеспечивающие наиболее полное использование технических возможностей комплексно-механизированной технологии очистных работ;

- создание и применение высокопроизводительного, надежного очистного оборудования с автоматическими системами управления отдельными операциями, для лав длиной 250-350 м, длиной выемочных полей до 2,0-2,5 км и суточной нагрузкой 3-10 тыс.т;

- для отработки отдельных участков пластов на перспективных шахтах, а также на шахтах, обеспечивающих местных потребителей углем, наиболее перспективны коротколавная технология и камерно-столбовая система разработки с использованием техники, применяемой на шахтах США и ЮАР;

- развитие нетрадиционных технологий угледобычи, а именно: бурошнековой, гидравлической нового технологического уровня, скважинной гидравлической технологии и их комбинаций [70-72]. В настоящее время бурошнековая технология находит все большее применение за рубежом. Например, на шахте «Саутленд» компании «Тиссен Майнинг Групп Австралия» [73] применяется бурошнековый агрегат СА4 со шнековыми штангами диаметром 1,5 м, длиной скважин до 50 м и расстоянием между осями скважин 2,2 м;

– строительство угледобывающих предприятий для отработки свиты угольных пластов комбинированным открыто-подземным способом на основе гидромеханизации. Уже имеется зарубежный опыт открыто-подземного способа добычи угля. Так, в Австралии на угледобывающем предприятии «Улан» добыча угля осуществляется открытым, подземным и комбинированным способами [74, С.41].

Анализируя приоритетные направления подземной добычи угля, следует отметить, что оптимальное сочетание подземной (с длинными и короткими очистными забоями), открыто-подземной угледобычи, гидротехнологии нового уровня обеспечит повышение полноты извлечения запасов угольных пластов Карагандинского бассейна и эффективность работы угольной отрасли Казахстана в целом.

Осуществление эффективной реструктуризации шахтного фонда требует технического перевооружения горно-подготовительных работ, призванных обеспечить качественную и своевременную подготовку очистного фронта. Для достижения этого требуется оснастить проходческие забои комплектами оборудования, включая более совершенные комбайны среднего типа, установки для бурения, погрузочные машины, обеспечивающие скоростное проведение выработок по углю и породе сечениями 10-25 кв. м.

Важнейшим направлением технического перевооружения на подземном транспорте является осуществление поточной схемы транспортирования и создание транспортных средств (ленточных конвейеров, приводов и т. д.), способных обеспечить бесперебойную работу очистных и подготовительных забоев. На перспективных и стабильно работающих шахтах необходимо осуществить механизацию вспомогательного транспорта путем широкого внедрения напочвенных, подвесных дорог и других устройств.

На шахтах угольного департамента АО «Арселор Миттал Темиртау» почти одну треть трудоемкости занимают работы на поверхности. Поэтому крайне необходимым является совершенствование технологических процессов и внедрение рекомендаций, разработанных ранее научно-исследовательскими и проектными институтами.

Осуществление перечисленных направлений технического перевооружения на перспективных и стабильных действующих шахтах сделает возможным их рентабельную работу и повысит конкурентоспособность добычи угля подземным способом.

4.6 Приоритетные направления развития угольной промышленности в области открытых работ

При открытом способе исследование факторов, определяющих себестоимость добычи угля, является необходимым для изыскания и использования резервов роста эффективности производства.

Обычно из всей совокупности факторов, с учетом их взаимной обусловленности и зависимости, логическим анализом отбираются наиболее существ-

венные. При этом набор факторов может быть различным при конкретной постановке задачи, т.е. при разных масштабах, времени и назначении исследования.

Рассматривая совокупность предприятий в целом при анализе экономики открытых работ на уровне отрасли, первоочередное внимание обращается на показатели концентрации и технологической структуры производства. Как и везде, здесь математическому анализу предшествует выяснение несомненности влияния факторов и характера этого влияния. При этом необходимо абстрагироваться от взаимного влияния факторов друг на друга, их одновременных параллельных изменений, представляя себе влияния отдельно взятого фактора при неизменных остальных или при равных остальных условиях.

Первым из таких факторов является производственная мощность предприятия по добыче угля. Логически влияние объема производства на себестоимость продукции доказывается тем, что затраты живого и овеществленного труда в любом производстве подразделяются на постоянные, не зависящие от объема, и пропорциональные объему.

При снижении годового объема добычи угля себестоимость 1 т растет интенсивнее, чем она снижается при увеличении объема. Эта закономерность совпадает по характеру с влиянием удельного веса постоянных расходов в себестоимости.

На горных предприятиях с открытой разработкой важнейшими процессами являются подготовка пластов к выемке путем проведения вскрышных работ и добыча полезного ископаемого, причем последняя невозможна без проведения вскрышных работ. Для обеспечения добычи угля D в соответствии с годовой программой необходимо осуществить выемку пород вскрыши O_v объемом:

$$O_v = D \cdot k_v, \quad (1)$$

где k_v - годовой коэффициент вскрыши.

Наиболее экономически выгодным вариантом ведения и организации горных работ явилось бы равномерное распределение объемов добычи и вскрыши по месяцам. Это обеспечило бы наиболее полное использование производственного потенциала и ресурсов предприятия. Однако для угольных предприятий, добывающих энергетический уголь, значительная часть которого идет на коммунально-бытовые нужды, учитывая сезонность спроса и самовозгораемость угля от пролеживания в штабелях, обеспечить равномерную добычу по месяцам невозможно.

Научно доказано, что наиболее эффективным способом хозяйствования в условиях изменяющегося ежемесячного спроса на уголь является наиболее полная ежемесячная реализация производственного потенциала предприятия (ресурсов труда, основного и оборотного капитала). Это значит, что концентрация ресурсов в каждый момент времени должна быть максимальной на наиболее эффективном направлении деятельности угольного предприятия в данный период, что обеспечит минимизацию производственных затрат по итогам года [75, С.51-52].

При добыче угля открытым способом и росте объемов производства уровень затрат существенно зависит от коэффициента вскрыши – количества породы, вынимаемой на 1 т добычи угля. Вообще влияние этого фактора на себестоимость является более сложным, чем влияние объема добычи угля. Для установления характера этого влияния себестоимость добычи 1 т угля можно выразить формулой

$$C_c = C_{c.d} + C_{c.в} k_B, \quad (2)$$

где $C_{c.d}$ – себестоимость добычи 1 т угля без вскрышных работ; $C_{c.в}$ – себестоимость 1 м³ вскрыши.

В свою очередь

$$C_{c.в} = \frac{C_{вн} + C_{вп} O_в}{O_в}, \quad (3)$$

где $C_{вн}$ – постоянные расходы на вскрышные работы, не зависящие от объема вскрыши; $C_{вп}$ – расходы, пропорциональные объему вскрыши; $O_в$ – годовой объем вскрыши.

Таким образом

$$C_c = C_d + \frac{C_{вн} + C_{вп} O_в}{Dk_B}, \quad (4)$$

и увеличение коэффициента вскрыши оказывается в отношении $C_{c.в}$ фактором позитивным, вследствие чего его негативное влияние на C_c существенно уменьшается.

Опыт работы отечественных угольных разрезов показывает, что в отличие от объема производства коэффициент вскрыши влияет на себестоимость угля прямолинейно и равнозначно, т.е. увеличение или уменьшение его вызывает равнозначные изменения себестоимости, причем они более существенны при меньшем удельном весе постоянных расходов.

Теоретические исследования влияния изменений объема добычи угля и коэффициента вскрыши на себестоимость подтверждаются практически сопоставлением годовых отклонений этих показателей по разрезам за ряд лет. Методика такого исследования состоит в следующем:

- выбирается базовый период (год), в котором показатели C_c , D и k_B принимаются по всем разрезам за 1;
- вычисляются отношения показателей C_c , D и k_B за последующие годы к показателям в базовом периоде;
- из полученной совокупности наблюдений выбираются те, у которых изменения D являются несущественными (например, в диапазоне 0,98-1,02);
- определяется (графически и корреляционным методом) зависимость $\Delta C_c = f(\Delta k_B)$;
- из той же совокупности выбираются наблюдения, у которых несущественными являются изменения k_B ;
- определяется зависимость $\Delta C_c = f(\Delta D)$.

Следует отметить, что неперенными условиями объективности такого исследования являются неизменность методов расчета себестоимости в выбранном периоде и отсутствие привходящих факторов, которые могли существенно повлиять на уровень себестоимости (например, изменения норм амортизации, цен на материалы).

Значительный интерес представляет зависимость себестоимости добычи угля по разрезам от производительности труда. При этом, как показывает хозяйственная практика, на производительность труда оказывают существенное влияние многочисленные факторы, в том числе рассмотренные нами выше объем производства и коэффициент вскрыши.

Важно отметить то, что мы рассматривали их влияние на себестоимость отвлеченно от технологической сложности производства. Между тем технологическая сложность производства, которая обуславливается в первую очередь сложностью горно-геологических условий разрабатываемых месторождений, является фактором, влияющим на себестоимость добычи угля не в меньшей степени, чем объемные показатели производства.

На отдельном разрезе может выполняться от 5 до 14 процессов и видов работ. Чем меньше процессов и видов работ выполняется с целью добычи и отгрузки определенного количества угля, тем проще технология производства и тем меньше должны быть совокупные затраты живого и овеществленного труда на единицу конечной продукции предприятия. При этом почти не имеет значения, выполняются ли отдельные процессы самим предприятием или оно пользуется для выполнения их услугами сторонних организаций.

Анализ показывает, что принадлежность технологического транспорта при равных остальных условиях не оказывает существенного влияния на себестоимость угля, добываемого разрезами. С этой точки зрения к наиболее эффективным технологическим схемам (системам) разработки следует отнести системы с бестранспортной вскрышей и одним видом транспорта на вывозке угля. Очевидно также, что при безрельсовом транспорте угля технологическая система добычи угля проще, чем при рельсовом или конвейерном.

Основные технико-экономические направления развития угольной промышленности в области открытых работ предусматривают значительное развитие этого способа в Экибастузском бассейне, поскольку имеются благоприятные условия для разработки данного месторождения разрезами большой мощности. Так, в настоящее время угольные разрезы «Богатырь» и «Северный» являются крупнейшими в Казахстане. Их суммарные промышленные запасы составляют около 3 млрд. т угля, а совокупная производственная мощность – примерно 46 млн. т угля в год. Сегодня доля производства угля ТОО «Богатырь Комир» среди угледобывающих компаний республики составляет 40% и 70% от объема всего добываемого угля в Экибастузском бассейне [69, С.10].

В последнее время немалая доля успеха горняков разрезов «Богатырь» и «Северный» в том, что они целенаправленно продолжали воплощение инвестиционной программы на ближайшие годы. В частности, ТОО «Богатырь Комир» к 2015 г. намерено полностью завершить техническое перевооружение

и перейти на поставку усредненного угля потребителям. Такой переход к более прогрессивной добыче и усреднению был начат в 2001 г.

В рамках первого этапа (2001-2004 гг.) долгосрочной Программы была проведена реконструкция действующего на разрезе «Богатырь» конвейерно-железнодорожного комплекса по усреднению и погрузке с увеличением его производительности до 14 млн. т угля в год.

При этом методе усреднения, как отмечается в проектной документации, зольность угля, подаваемого в вагоны, была снижена более чем в два раза. Этот комплекс будет работать до тех пор, пока разрез полностью не перейдет на циклично-поточную технологию.

Второй этап (2005-2008 гг.) долгосрочной Программы предусматривал внедрение автомобильно-железнодорожной технологии с применением гидравлических экскаваторов, большегрузных самосвалов, а также конвейерно-железнодорожной методики по усреднению угля. Все это было выполнено и стало промежуточным этапом перехода на циклично-поточную технологию добычи и погрузки угля. Она заключается в том, что добычу выполняют гидравлические экскаваторы, которые загружают его в большегрузные самосвалы грузоподъемностью 90—130 т, а те доставляют топливо к пунктам формирования штабелей. Далее роторные экскаваторы грузят усредненный уголь в железнодорожные вагоны. При такой технологии, как уже отмечалось, зольность топлива снижается, а ее отклонения от заданных параметров минимальные.

На нынешнем, третьем, заключительном этапе долгосрочной Программы (2008-2015 гг.) ведется реализация полного перехода на циклично-поточную технологию добычи с усреднением всего объема добываемого на разрезе угля. Намечено, что до 2015 г. в разрезе «Богатырь» будут построены магистральные конвейеры с дробильно-перегрузочными пунктами перегрузки с автомобильного на конвейерный транспорт. А также подъемные конвейеры для транспортировки угля из разреза на поверхность и усреднительно-погрузочный комплекс на горизонте плюс 165 м.

По намечаемой Программе при осуществлении третьего этапа (с расчетом на производственную мощность 50 млн. т угля в год) завершится замена роторных экскаваторов на одноковшовые гидравлические. Будет доукомплектован парк большегрузных автосамосвалов. В итоге объем инвестиций в разрез «Богатырь», запланированный на период до 2015 г, достигнет порядка 390 млн. евро.

Согласно Концепции развития угольной промышленности Казахстана до 2020 г., уже в 2015 г. добыча энергетического угля по Экибастузскому бассейну может составить 80,2, а в 2020 г. – 81,3 млн. т угля. Значит, дальнейшая концентрация горных работ и технический прогресс в свете реализации Госпрограммы форсированного индустриально-инновационного развития на 2010-2014 гг. выступает в качестве главных факторов роста эффективности производства в угольной отрасли и особенно на открытых горных работах.

В будущем повышение более эффективной добычи угля открытым способом может быть обеспечено применением прогрессивных технических

решений, базирующихся на современном оборудовании, новых инновационных технологиях, автоматизации технологических процессов; осуществлением мер по охране окружающей среды.

Техническое перевооружение требует расширения применения бестранспортных систем разработки, оснащения разрезов более производительным экскаваторным парком и транспортными средствами, буровыми станками для бурения скважин большого диаметра и ряда других мероприятий.

Настоятельным является внедрение нетрадиционных технических решений:

- создания оборудования и технологий, обеспечивающих возможность экскавации пород и угля без их буровзрывной подготовки;
- разработки способов и средств, снижающих засорение угля при разработке сложно-структурных угольных месторождений;
- широкомасштабного внедрения поточной и циклично-поточной технологии;
- создания и внедрения нового, более производительного добычного и транспортного оборудования.

Вместе с обновлением и увеличением мощности основной горной и транспортной техники разрезов важнейшим фактором технического прогресса может стать создание и внедрение машин и механизмов для производства большого количества вспомогательных работ, главным образом путевых работ на железнодорожном транспорте и текущих ремонтов оборудования.

Создание и внедрение новых видов вспомогательных материалов, заменяющих дорогостоящие или дефицитные, а также химических средств, позволяющих значительно повысить производительность основного оборудования, также будет иметь большое значение в улучшении экономических показателей добычи угля открытым способом.

В целом реализация перечисленных технико-экономических решений обеспечит большую экономическую эффективность открытого способа добычи и в конечном итоге конкурентоспособность отрасли в целом.

4.7 Возможности развития диверсификации на угледобывающих предприятиях страны

Слияние науки и производства в свете реализации Госпрограммы форсированного индустриально-инновационного развития страны открывает возможности развития диверсификации на угольных предприятиях Казахстана. Так, угольный разрез АО «Шубарколь комир» еще 5 лет назад являлся только сырьевым предприятием, занимаясь добычей и реализацией угля. В 2005 г., выполняя Программу импортозамещения кокса, получаемого из России и Китая, и по инициативе ЕПА (ныне ENRC) был открыт завод ТОО «Сары-Арка Спецкокс» по производству спецкокса из углей Шубаркольского разреза – восстановителя для ферросплавной промышленности общей производительностью 300 тыс. т в год. Данное производство численностью более 200

человек является уникальным для Казахстана, стран СНГ и пока не имеет аналогов. На предприятии есть аттестованная химическая лаборатория. Вся продукция сертифицирована.

Оценка получаемого из шубаркольского угля спецкокса свидетельствует о том, что по техническому составу он близок к российскому и китайскому металлургическому коксу, импортируемому на ферросплавные заводы Казахстана, но значительно дешевле.

Сейчас основными потребителями спецкокса являются крупные предприятия Республики Казахстан (ферросплавные заводы АО ТНК «Казхром», АО «Казфосфат», АО «Казцинк»), России (Серовский завод ферросплавов); Украины (Никопольский завод ферросплавов).

Попутными товарными продуктами производства спецкокса являются смола каменноугольная и масло каменноугольное, которые могут быть использованы при специальной подготовке в качестве заменителей топочных мазутов, в деревообрабатывающей промышленности - для пропитки древесины, а также как ценное сырье для химической промышленности. Другим, не менее важным попутным продуктом является коксовый газ, вполне пригодный не только для извлечения ценных продуктов (бензола), но и как энергоноситель при сжигании.

В настоящее время расширяются объемы и география поставок спецкокса и каменноугольной смолы как в Россию, так и на Украину.

С запуском завода был завершен первый этап диверсификации на Шубаркольском угольном разрезе. Два последующих предполагают извлечение из смолы ценных высоколиквидных углеводородных продуктов, утилизацию коксового газа с выработкой электроэнергии.

В этой связи специалистами ТОО «Сары-Арка Спецкокс», являющимся дочерним предприятием АО «Шубарколь комир», ведутся совместные исследования в области переработки угля с научными сотрудниками КарГУ имени академика Е.А. Букетова. Последними по итогам исследования химического состава каменноугольной смолы получены результаты, открывающие перспективы для второго, более углубленного этапа диверсификации – извлечения из смолы ценных высоколиквидных углеводородных продуктов: фенолов, ароматических и полиароматических соединений. С практической точки зрения, очистка смолы от фенола открывает новые возможности ее потребительской привлекательности. После кавитационной обработки каменноугольная смола приобретает свойства мазута, превосходя последний по содержанию влаги, теплотворной способности и температуре вспышки при значительно меньшей стоимости.

В настоящее время заключен договор и ведутся совместные исследовательские работы, по завершении которых специалистами КарГУ будет предложена технология извлечения фенолов с использованием инновационных подходов и проработан маркетинг по их реализации.

Глава 5. ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВЫХ И ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ

5.1 Последовательность взаимодействий человека с природной средой в ходе горнопромышленной деятельности

Реализация Государственной Программы форсированного индустриально-инновационного развития страны в 2010-2014 гг. поможет Казахстану не только занять достойное место в плеяде высокоразвитых стран мира, но и через соблюдение требований стандартов сохранить ресурсы, экологию и многообразие растительного и животного мира для грядущих поколений.

Как известно, глобальный финансово-экономический кризис стал серьезным испытанием для мира. Но истинной катастрофой для всего человечества может обернуться назревающий экологический кризис.

За последние 25-30 лет в мире использовано столько сырья, сколько за всю предшествующую историю человечества. Каждый год из недр планеты извлекается порядка 100 млрд. т различных минеральных ресурсов. В этой связи вопросы организации захоронения, складирования, обезвреживания и утилизации отходов стали занимать ведущее место среди природоохранных задач современности.

Решение проблемы накопления отходов производства и потребления является одним из приоритетных направлений Концепции экологической безопасности Казахстана. Обострение проблемы загрязнения окружающей среды отходами в республике вызвано рядом факторов:

- неэффективный механизм ответственности за природопользование, в том числе в сфере консервации и ликвидации накоплений отходов;
- отсутствие экономических стимулов для внедрения экологически чистых технологий обращения с отходами;
- нерациональное использование энергетических и природных ресурсов;
- неэффективная система контроля за деятельностью природопользователей;
- дефицит надежной информации о современных тенденциях выработки и размещения отходов в масштабе страны;
- отсутствие системы экологического просвещения и пропаганды чистых технологий по обращению с отходами на производстве и в быту.

Основной причиной прогрессирующего накопления отходов в стране является сырьевая направленность нашей экономики. В настоящее время на 450 полигонах страны накоплено более 22 млрд. т твердых отходов. Большая их часть расположена в Карагандинской (29,4%), Восточно-Казахстанской (25,7%), Костанайской (17%) и Павлодарской (14,6%) областях. Ежегодно в республике образуется до 20 млн. м³ бытовых, около 1 млрд. т промышленных, в том числе более 150 млн. т токсичных отходов [76, С.60].

В сложившихся условиях остро ставится вопрос о невозможности поддерживать текущую модель развития, базирующуюся на хищническом разбазаривании ресурсов, уничтожении существующими методами производства экосистемы (загрязнение воды, земли и воздуха), повлекших непредсказуемое изменение климата и ставящих под угрозу выживания не только биоразнообразие растительного и животного мира, но и самого человека как биологического вида.

В настоящее время представители свыше 100 стран мира поставили подписи под Рамочной конвенцией ООН об изменении климата. В дополнение к этому основополагающему документу еще в декабре 1997 г. был подписан Киотский протокол, ратифицированный и в Казахстане. Следовательно, почти все развитые страны мира поставили задачу перехода к безопасному, чистому и неистощающемуся развитию.

Поскольку охрана окружающей среды, рациональное использование природных ресурсов и обеспечение экологической безопасности – одни из наиболее актуальных и глобальных проблем современности, их решение неразрывно связано с проблемой регулирования воздействия, оказываемого человеком на природу, с достижением равновесия в системе «общество-природа».

С одной стороны, окружающая среда и развитие общества тесно связаны между собой. С другой стороны, природа и общество руководствуются разными, не совпадающими друг с другом критериями. Поэтому результаты их деятельности часто бывают взаимно противоположными.

Там, где развитие отрасли входит в противоречие с состоянием природной среды, следует исходить из общего принципа недопустимости проектов «покорения» и радикальной перестройки природного окружения, всегда содержащих угрозу его разрушения и противоречащих принципу экологической безопасности.

Проектные предложения такого рода подлежат строгой тщательной экологической экспертизе. Главным критерием их допустимости являются оценки масштабов и вероятностей возникновения экологических нарушений.

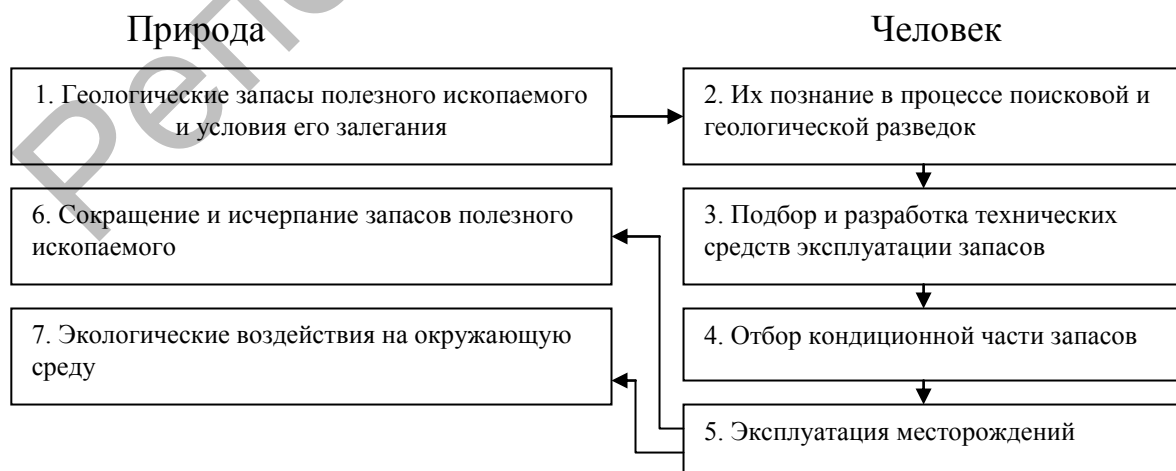


Рис. 15. Общая схема взаимодействий участников системы «человек - промышленное производство - природная среда» (Примечание – данные работы [77, С.33])

Недопустимы действия, не базирующиеся на четких представлениях характера и вероятности последствий, к которым может привести перестройка существующего природного механизма.

Комплекс мер, обеспечивающих должную экономическую эффективность и экологическую безопасность долгосрочного развития, нужно разрабатывать по всей сумме процессов воспроизводства промышленного потенциала отрасли либо предприятия (компании). Состав выделяемых процессов природопользования и характер подлежащих разработке мер должны отвечать следующему описанию взаимосвязей, этапов и характера работ и их исполнителей (рис. 15). Схема представлена в виде технологически обусловленной цепочки последовательного взаимодействия человека и природы. Изображенное на схеме взаимодействие описывается применительно к горной промышленности следующим образом. Разведав природный ресурс (в данном случае – минеральные ресурсы соответствующих земельных участков) и оценив важнейшие его промышленно-экономические характеристики, человек мобилизует технические средства для его разработки и утилизации. В меру обеспеченности этими техническими средствами он отбирает для эксплуатации каждый раз лишь относительно лучшую часть имеющегося в его распределении природного ресурса.

В ходе последующих добычных процессов по извлечению природного запаса угля (руды) человек неизбежно воздействует на окружающую природную среду, истощая ее ресурс и оказывая другие неблагоприятные экологические воздействия. Чтобы уменьшить эти воздействия, он разрабатывает средозащитные мероприятия, с учетом которых и решаются общие вопросы эксплуатации месторождений.

В детальном виде последовательность взаимодействий человека с природной средой в ходе производственной деятельности представлена на рис. 16.

Последовательные стадии производственных взаимодействий горно-промышленного производства с природой выглядят следующим образом:

- влияние природных факторов на производственную деятельность;
- ответные действия человека для снижения отрицательной компоненты этих влияний;
- влияние производственной деятельности на природную среду;
- влияние изменений природной среды на человека;
- действия человека для снижения неблагоприятных для него изменений природной среды.

Основные взаимодействия горно-промышленной деятельности человека с окружающей (природной) средой происходят через понятия «входных» и «выходных» производственных ресурсов. С одной стороны, производство черпает из окружающей среды необходимые для него входные природные ресурсы. С другой - производственные процессы завершаются получением выходных ресурсов, поступающих в окружающую среду и зачастую для нее мало приемлемых.

Таким образом, связь горно-промышленной деятельности человека с

окружающей средой выглядит обоюдной: завися от природы, человек одновременно сам оказывает на нее воздействие, а их результаты позднее вновь ощущает на себе.

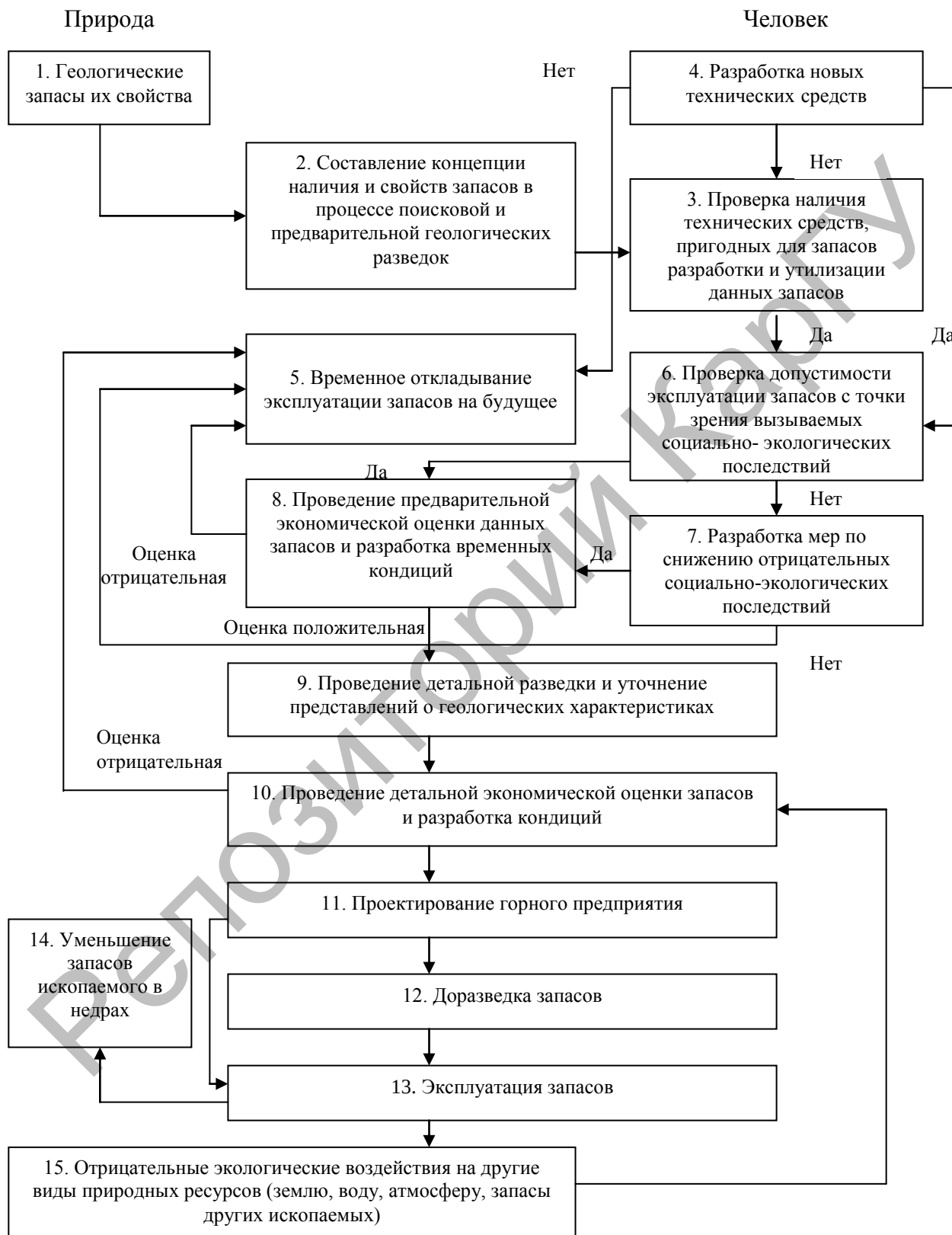


Рис. 16. Последовательность взаимодействия человека с природной средой в ходе производства (Примечание – данные работы [77, С.34])

При осуществлении рассматриваемых взаимодействий в ходе разработки программ рекомендуется руководствоваться Моделью взаимодействий природы и человека, основанной на принципах теории игр [78-80].

Теория игр является математической теорией конфликтных ситуаций. Дело в том, что при решении экономических задач часто приходится анализировать ситуации, в которых сталкиваются интересы двух или более конкурирующих сторон, преследующих различные цели; это особенно характерно в условиях рыночной экономики. Такого рода ситуации называются конфликтными.

Чтобы проанализировать конфликтную ситуацию по ее математической модели, ситуацию необходимо упростить, учтя лишь важнейшие факторы, существенно влияющие на ход конфликта. Отсюда игра - это упрощенная математическая модель конфликтной ситуации, отличающаяся от реального конфликта тем, что ведется по определенным правилам. Поэтому можно сказать, что игра - это совокупность правил, определяющих возможные действия (чистые стратегии) участников игры. Суть игры в том, что каждый из участников принимает такие решения в развивающейся конфликтной ситуации, которые, как он полагает, могут обеспечить ему наилучший исход. Исход игры - это значение некоторой функции, называемой функцией выигрыша (платежной функцией), которая может задаваться либо аналитически выражением, либо таблично (матрицей).

Величина выигрыша зависит от стратегии, применяемой игроком. Стратегия - это совокупность правил, однозначно определяющих последовательность действий игрока в каждой конкретной ситуации, складывающейся в процессе игры. Всякая игра состоит из отдельных партий. Партией называют каждый вариант реализации игры определенным образом. В свою очередь, в партии игроки совершают конкретные ходы. Ход - это выбор и реализация игроком одного из допустимых вариантов поведения. Ходы бывают личные и случайные. При личном ходе игрок самостоятельно и осознанно выбирает и реализует ту или иную чистую стратегию. При случайном ходе выбор чистой стратегии производится с использованием какого-либо механизма случайного выбора, например, с применением таблицы случайных чисел.

Важными являются понятия оптимальной стратегии, цены игры, среднего выигрыша. Эти понятия находят отражение в определении решения игры: стратегии P^* и Q^* первого и второго игрока соответственно называются их оптимальными стратегиями, а число V - ценой игры, если для любых стратегий P первого игрока и любых стратегий Q второго игрока выполняются неравенства

$$M(P, Q^*) \leq V \leq M(P^*, Q), \quad (5)$$

где $M(P, Q)$ означает математическое ожидание выигрыша (средний выигрыш) первого игрока, если первым и вторым игроками избраны соответственно стратегии P и Q .

Из неравенств (5) следует, в частности, что $V = M(P^*, Q^*)$, т.е. цена игры равна математическому ожиданию выигрыша первого игрока, если оба игрока выберут оптимальные для себя стратегии [81, С.327-328].

Конфликтные ситуации, встречающиеся в практике, порождают различные виды игр. Классифицировать игры можно по разным признакам. Различают, например, игры по количеству игроков. В игре может участвовать любое конечное число игроков. Если при этом игроки объединяются, например, в две группы, преследующие противоположные цели, то имеет место игра двух «лиц» (парная игра). В зависимости от количества стратегий в игре они делятся на конечные или бесконечные. В зависимости от взаимоотношений участников различают игры бескоалиционные (участники не имеют права заключать соглашения), или некооперативные, и коалиционные, или кооперативные. По характеру выигрышей игры делятся на игры с нулевой суммой и ненулевой суммой. В первых - общий капитал игроков не меняется, а лишь перераспределяется в ходе игры, в связи с чем сумма выигрышей равна нулю (проигрыш принимается как отрицательный выигрыш). В играх с ненулевой суммой сумма выигрышей отлична от нуля. По виду функции выигрыша игры делятся на матричные, биматричные, непрерывные, выпуклые, сепарабельные и др. В матричных играх (при двух участниках) выигрыши первого игрока задаются матрицей, в биматричных выигрыши каждого игрока задаются своей матрицей. Другие типы таких игр различаются видом аналитического выражения платежной функции. По количеству ходов игры делятся на однокходовые (выигрыш распределяется после одного хода каждого игрока) и многоходовые (выигрыш распределяется после нескольких ходов). Многоходовые игры в свою очередь делятся на позиционные, стохастические, дифференциальные и др. В зависимости от объема имеющейся информации различают игры с полной и неполной информацией [82, С.59].

Для формулировки задачи в игровой постановке необходимо реализовать следующие этапы [83, С.138]:

1-й этап. Определение участников игры (игроков).

На этом этапе анализируется условие задачи и делается попытка выделить участников игры, а также определить суть конфликта, который возникает между ними.

2-й этап. Определение стратегий игроков.

Определение стратегий игроков процесс во многом неформальный. Чтобы выделить стратегии, необходимо сформулировать конечные цели игроков и найти пути достижения этих целей. В матричных играх с нулевой суммой цели игроков прямо противоположны.

3-й этап. Определение выигрышей игроков при использовании каждой стратегии.

Выигрыши (платежи) обязательно должны иметь количественное выражение. Выигрыши являются показателями степени достижения целей соответствующего игрока. Выигрыши определяются при сочетании различных стратегий игроков.

4-й этап. Представление матрицы выигрышей (платежей) в нормальной форме.

Представление осуществляется путем внесения найденных значений выигрышей (платежей) в матрицу.

Теория игр впервые была систематически изложена Дж.фон Нейманом и О. Моргенштерном в 1944 г., хотя отдельные результаты были опубликованы еще в 20-х годах прошлого столетия. Нейман и Моргенштерн написали оригинальную книгу [84], которая содержит главным образом экономические примеры, поскольку экономическому конфликту легче всего придать численную форму. Во время Второй мировой войны и сразу после нее теорией игр серьезно заинтересовались военные, которые увидели в ней аппарат для исследования стратегических решений. Затем главное внимание снова стало уделяться экономическим проблемам. Сейчас ведется большая работа, направленная на расширение сферы применения теории игр [85-87].

Известно, что в реальных конфликтных ситуациях каждый из игроков сознательно стремится найти наилучшее для себя поведение, имея общее представление о множестве допустимых для партнера ответных действий, но не ведая о том, какое же конкретное решение будет выбрано им в данный момент. В этом проявляется в равной мере неопределенность ситуации для каждого из партнеров. Игры, в которых участники стремятся добиться для себя наилучшего результата, сознательно выбирая допустимые правилами игры способы действий, называют иногда стратегическими [88, С.7-8].

Однако в экономической практике нередко приходится формализовать (моделировать) ситуации, придавая им игровую схему, в которых один из участников безразличен к результату игры. Такие игры называют играми с природой, понимая под термином «природа» всю совокупность внешних обстоятельств, в которых сознательному игроку (его называют иногда «статистиком», а соответствующую игру - статистической) приходится принимать решение.

В играх с природой степень неопределенности для сознательного игрока (статистика) возрастает: если в стратегических играх каждый из участников постоянно ожидает наихудшего для себя ответного действия партнера, то в статистических играх «природа», будучи индеферентной в отношении выигрыша инстанцией, может предпринимать и такие ответные действия (будем говорить: реализовать такие состояния), которые ей совершенно невыгодны, а выгодны сознательному игроку (статистику) [82, С.60].

В качестве классического примера игры с природой можно рассматривать задачу разработки месторождений полезных ископаемых. Допустим, что в некотором районе нашей республики были открыты новые месторождения минерального сырья (например, угля, урана или руды) и нужно решить, разрабатывать их или нет. Разработка требует строительства шахт. Решение зависит от эффективности месторождений, которая в свою очередь зависит от глубины залегания месторождений (разработка глубоких залежей неэффективна).

Пусть множеством решений будет $A = \{a_1, a_2\}$, где a_1 соответствует решению о разработке месторождения, а a_2 - решению об отказе от разработки. Отметим, что геологические исследования, приведшие к открытию этого месторождения, не дали однозначной геологической карты.

Пусть неизвестное истинное расположение пластов будет соответствующим состоянием природы. Множество таких состояний природы обозначим через $\Omega = \{\theta_1, \theta_2, \theta_3\}$, где θ_1 означает, что месторождения находятся на благоприятной для разработки малой глубине; θ_2 означает, что пласты располагаются как на большой, так и малой глубине; наконец, θ_3 означает, что месторождения расположены в основном на большой глубине. Расчет экономической эффективности разработки месторождений для различной глубины залегания пластов дал следующие показатели эффективности $W(\theta, a)$ решений:

$\Omega \backslash A$	θ_1	θ_2	θ_3
a_1	100	30	-30
a_2	0	0	0

Отрицательное значение экономической эффективности (-30) означает, что разработка глубоких пластов неэффективна и дает убыток в размере 30 млн. долл. США.

Отказ от разработки связан с нулевой эффективностью. Для рассматриваемой задачи можно уменьшить полную неопределенность и с помощью дополнительной статистической информации преобразовать ее в задачу принятия решения в условиях риска. Действительно, перед принятием решения можно осуществить некоторые дополнительные геологические исследования (например, поисковое бурение или сейсморазведка), которые помогут приблизительно определить среднюю глубину залегания пластов. Затраты такого поискового бурения в нескольких местах снизили бы экономическую эффективность решения о разработке месторождения, но достигаемое при этом снижение неопределенности состояния природы θ оказывается оправданным в статистических задачах принятия решений.

Допустим, что результаты дополнительного эксперимента образуют множество $X = \{x_1, x_2, x_3\}$, где x_1 означает, что дополнительные поисковые исследования показали, что средняя глубина пластов ископаемых мала; x_2 соответствует умеренной (не слишком высокой и не слишком низкой) средней глубине залегания пластов; наконец, x_3 соответствует большой глубине залегания пластов минералов. Понятно, что с учетом сложной геологической структуры пластов эти поисковые исследования не могут дать безошибочных результатов. Предположим, что, принимая во внимание опыт группы геологов, проводивших пробную добычу, можно оценить условные вероятности

получения отдельных результатов $x_i \in X$ для соответствующих состояний природы $\theta \in \Omega$:

$$\begin{array}{lll} P \{x_1 | \theta_1\} = 0,7; & P \{x_1 | \theta_2\} = 0,3; & P \{x_1 | \theta_3\} = 0,1; \\ P \{x_2 | \theta_1\} = 0,2; & P \{x_2 | \theta_2\} = 0,5; & P \{x_2 | \theta_3\} = 0,2; \\ P \{x_3 | \theta_1\} = 0,1; & P \{x_3 | \theta_2\} = 0,2; & P \{x_3 | \theta_3\} = 0,7. \end{array} \quad (6)$$

Благодаря дополнительной информации можно преобразовать задачу принятия решения в условиях полной неопределенности в задачу в условиях риска. Другими словами, стратегическую игру (A, Ω, W) можно заменить статистической игрой (Ω, D, R) , где Ω будет множеством стратегий игрока I, D — множеством стратегий игрока II (статистика), т. е. множеством функций решений d , отображающих множество X в множество решений A . Функцией платежей в этой статистической игре будет обычная функция риска $R(\theta, d) = E \{L(\theta, a_d)\}$, где функция потерь принимает значения, равные $L(\theta, a) = -W(\theta, a)$. Эти значения приводятся в таблице:

$\theta \backslash a$	a_1	a_2
θ_1	-100	0
θ_2	-30	0
θ_3	30	0

Поскольку множество результатов эксперимента x включает три элемента, а множество решений A содержит два элемента, число нерандомизированных функций решений $d \in D$ составит $2^3 = 8$. Выпишем их в таблицу:

$x \backslash d$	d_1	d_2	d_3	d_4	d_5	d_6	d_7	d_8
x_1	a_1	a_1	a_1	a_2	a_2	a_2	a_1	a_2
x_2	a_1	a_1	a_2	a_1	a_2	a_1	a_2	a_2
x_3	a_1	a_2	a_1	a_1	a_1	a_2	a_2	a_2

Учитывая ранее приведенные распределения вероятностей результатов $x \in X$ для отдельных состояний природы, можно рассчитать для функций решений $d \in D$ средние значения функции потерь $L(\theta, a_d)$ или значения функции риска $R(\theta, d)$. Выпишем эти значения в таблицу:

$\theta \backslash d$	d_1	d_2	d_3	d_4	d_5	d_6	d_7	d_8
θ_1	-100	-90	-80	-30	-10	-20	-70	0
θ_2	-30	-24	-15	-21	-6	-15	-9	0
θ_3	30	9	24	27	21	6	3	0

Отметим, что эта матрица имеет седловую точку, равную нулю, что означает, что минимаксной функцией решения будет d_8 . Очевидно, что это не будет разумной стратегией, так как с учетом чрезмерной осторожности она всегда предполагает принятие решения a_2 , т. е. не разрабатывать месторождение. Оптимальной стратегией статистика, представляющего добывающую промышленность, будет байесовская функция решения. На основе исходных геологических исследований, приведших к открытию месторождения, или с помощью дополнительных исследований можно принять разумное априорное распределение состояний природы ξ . Предположим, что на основе геологических исследований можно принять следующее распределение ξ :

$$P(\theta_1) = 0,2; \quad P(\theta_2) = 0,5; \quad P(\theta_3) = 0,3. \quad (7)$$

Оптимальную байесовскую функцию решения можно определить, минимизируя байесовские риски с учетом априорного распределения $r(\xi, d)$. Вычисляя байесовские риски $r(\xi, d)$, получим:

$$\begin{aligned} r(\xi, d_1) &= (-100) \cdot 0,2 + (-30) \cdot 0,5 + 30 \cdot 0,3 = -26; \\ r(\xi, d_2) &= (-90) \cdot 0,2 + (-24) \cdot 0,5 + 9 \cdot 0,3 = -27,3; \\ r(\xi, d_3) &= -16,3; & r(\xi, d_6) &= -9,7; \\ r(\xi, d_4) &= -8,4; & r(\xi, d_7) &= -17,6; \\ r(\xi, d_5) &= 1,3; & r(\xi, d_8) &= 0. \end{aligned} \quad (8)$$

Сравнивая значения байесовского риска, устанавливаем, что

$$r(\xi, d_2) = -27,3 = \min_{d \in D} r(\xi, d). \quad (9)$$

Полученный результат означает, что оптимальной байесовской стратегией статистика в статистической игре (Ω, D, R) , моделирующей проблему эксплуатации обнаруженных месторождений, будет функция решения d_2 , определяемая как $d_2(x_1) = a_1$; $d_2(x_2) = a_1$ и $d_2(x_3) = a_2$.

Следовательно, оптимальной стратегией руководства добывающей промышленности будет решение a_1 об эксплуатации новых месторождений, когда дополнительные геологические исследования дают результат x_1 (малая

глубина залегания пластов) или x_2 (в среднем умеренная глубина). Если, однако, геологические исследования дают результат x_3 (в среднем глубокое залегание пластов), то оптимальной стратегией будет решение a_2 о неразработке новых месторождений ввиду ее экономической неэффективности.

Обобщая вышесказанное применительно к связи горно-промышленной деятельности человека с окружающей средой, можно отметить, что каждый из двух отмеченных участников «игры» последовательно реагирует на действия другого ответным ходом, целью которого каждый раз является погашение неблагоприятных для тебя результатов очередных действий партнера.

Такая модель взаимодействий выглядит следующим образом:

- наличные природные условия оказывают влияние на технико-экономические показатели горного предприятия;
- человек предпринимает ответные действия для снижения отрицательной части этих влияний;
- добычные работы горного предприятия оказывают неблагоприятное воздействие на окружающую природную среду;
- эти изменения природной среды в свою очередь отрицательно сказываются на здоровье и качестве жизни человека;
- человек изыскивает средства по снижению либо недопущению этих неблагоприятных для него изменений природной среды.

Таким образом, связь горно-промышленной деятельности человека с окружающей средой рассматривается как их обоюдное активное взаимодействие: будучи зависимым в своей деятельности от природы, человек одновременно оказывает на нее свое воздействие, а его результаты позднее вновь ощущает на себе.

Данная методологическая схема служит полезным инструментом выявления и устранения возможных «горячих точек» программы и действий по недопущению экологически опасных ситуаций [77, С.33].

Ключевым требованием понятия «экологическая безопасность» является сохранение устойчиво безопасного состояния системы на протяжении достаточного длительного перспективного периода. При этом важным условием устойчивой экологической безопасности и экономической эффективности производства является разумное сочетание интересов нынешнего и последующих поколений человечества.

Нынешнее поколение не вправе, экономя средства, необходимые для борьбы с отходами и прочими загрязнителями воздушного и водного бассейнов, оставить своим наследникам за пределами загрязненные воздух и воду. Не вправе оно и допускать неограниченно большие потери запасов минерального сырья в недрах.

Сказанное выше имеет особое значение для отраслей минерально-сырьевого комплекса.

5.2 Подходы к классификации загрязнений природной среды

Природные комплексы Казахстана имеют низкий потенциал устойчивости к загрязнению. Основная часть территории республики расположена в зоне засушливого климата, что замедляет биологические процессы и самовосстановление природы. В настоящее время масштабы антропогенного воздействия на окружающую среду настолько велики и разрушительны, что общество вынуждено вести интенсивный поиск новых подходов разрешения экологических и экономических противоречий.

Под антропогенным воздействием на природную среду понимают прямое или опосредованное влияние человеческого общества на природу, приводящее к точечным, локальным или глобальным ее изменениям.

Сущность антропогенного воздействия на биосферу заключается в потреблении человечеством в процессе жизнедеятельности в целях выживания первичной биологической продукции. Последствия антропогенного воздействия могут быть интерпретированы как образование отходов - первичных (непосредственных «остатков» неиспользованного продукта биосферы, в т.ч. нарушенных) и вторичных (загрязнений различного вида). К вторичным отходам относятся синтезированные человеком, но чуждые природным экосистемам вещества.

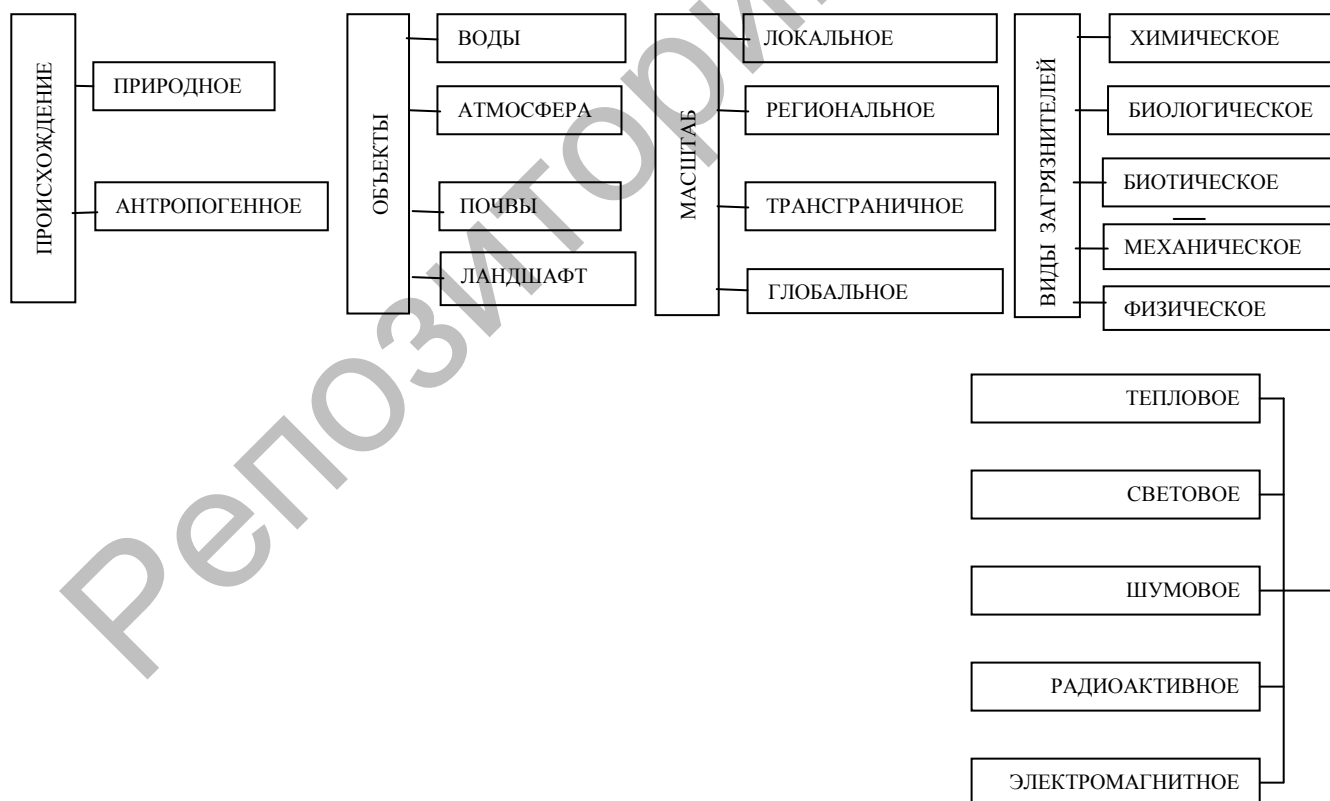


Рис. 17. Классификация загрязнений природной среды (Примечание – данные работы [89, С.20])

Антропогенное воздействие характеризуется понятием «антропогенная нагрузка». Это величина прямого или опосредованного антропогенного

воздействия на природную среду в целом или на ее отдельные компоненты. По расчетам специалистов, антропогенная нагрузка на природную среду удваивается каждые 10-15 лет [89, С.19].

Загрязнение природной среды - это поступление в природную среду веществ (твердых, жидких, газообразных), биологических агентов, различных видов энергии в количествах и концентрациях, превышающих естественный для живых организмов уровень.

Существует несколько подходов к классификации загрязнений (рис.17).

1. По происхождению различают природное и антропогенное загрязнение.

Природное загрязнение – это загрязнение окружающей среды, возникающее без участия человека или как результат его отдаленного косвенного влияния на природу.

Антропогенное загрязнение – любое загрязнение, вызванное деятельностью человека.

2. По объектам загрязнения различают: загрязнение вод, атмосферы, почвы, ландшафта.

3. По продолжительности и масштабу распространения различают загрязнение временное и постоянное; локальное, региональное, трансграничное и глобальное.

4. По источникам и видам загрязнителей различают следующие виды загрязнения: физическое, химическое, биологическое, биотическое, механическое.

Физическое загрязнение – загрязнение, проявляющееся в отклонениях от нормы ее температурно-энергетических, волновых, радиационных и других физических свойств. Этот вид загрязнения может быть представлен различными формами:

а) тепловое (термальное) загрязнение характеризуется периодическим или длительным повышением температуры среды выше естественного уровня; характерно для воздушной и водной сред;

б) световое загрязнение связано с периодическим или продолжительным превышением уровня естественной освещенности местности за счет использования источников искусственного освещения; характерно для промышленных центров, больших городов, агломераций;

в) шумовое загрязнение характеризуется превышением уровня естественного шумового фона; основной его источник – технические устройства, транспорт и т.п. Оно приводит к утомляемости человека, стрессовым состояниям, развитию нервно-психических заболеваний, при достижении уровня шума 90 децибел возможна потеря слуха. Даже относительно невысокое, но продолжительное шумовое загрязнение природных экосистем ведет к их изменению (переселение отдельных видов, нарушению процессов воспроизводства и т.п.);

г) радиоактивное загрязнение связано с превышением естественного радиационного фона и уровня содержания в природной среде радиоактивных элементов и веществ (одновременно может рассматриваться и как химическое

загрязнение). Основными источниками являются ядерные установки, испытания, аварии, искусственные трансурановые элементы, продукты деления ядер радиоактивных изотопов и т.п. Оно относится к числу особо опасных загрязнений для человека, животных и растений вследствие негативного влияния повышенных доз радиации на генетический аппарат и биологические структуры организмов;

д) электромагнитное – форма физического загрязнения окружающей среды, связанная с нарушением ее электромагнитных свойств; основные источники – линии электропередачи (ЛЭП), теле- и радиоустановки и пр.; относится к особо опасным загрязнениям.

Химическое загрязнение – загрязнение окружающей среды, формирующееся в результате изменения ее естественных химических свойств или при поступлении в среду химических веществ, не свойственных ей, а также в концентрациях, превышающих фоновые (естественные). Основными источниками загрязнения являются промышленность, транспорт, сельское хозяйство.

Среди химических веществ особое место занимают вещества 1-го класса опасности, чрезвычайно опасные или высокотоксичные, для которых установлены минимальные значения присутствия в окружающей среде. К ним относятся бериллий, ванадий, кобальт, никель, цинк, хром, свинец, ртуть и некоторые другие тяжелые металлы, металлоорганические соединения, нефтеотходы, цианистые соединения, пестициды, радиоактивные элементы.

К числу высокоопасных веществ, синтезированных человеком, относится группа диоксидинов, которые обладают мощным мутагенным, канцерогенным, эмбриотоксическим действием. Диоксидины обладают также способностью к биоаккумуляции; вызываемые ими различные отклонения в развитии человека могут передаваться по наследству [89, С.22].

Биологическое загрязнение - это привнесение в экосистемы нехарактерных для них видов живых организмов, негативно влияющих на здоровье человека и его хозяйственную деятельность. Этот вид загрязнения возникает в результате случайного естественного заноса чуждых для данной территории организмов, однако он чаще связан с деятельностью людей (в результате механического привнесения чуждых видов и создания биотехнологических продуктов). Биологическому загрязнению способствует изменение естественных условий мест обитания в результате физических, химических воздействий.

Особо опасным считается биологическое загрязнение среды возбудителями инфекционных и паразитарных болезней человека и животных, а также вредителями и конкурентами сельскохозяйственных растений.

Форма биологического загрязнения — микробиологическое загрязнение связано с массовым размножением микроорганизмов на антропогенных или измененных человеком природных субстратах.

Биотическое загрязнение — это нежелательное с точки зрения человека превышение в среде (почве, воде, воздухе) содержания определенных видов биогенов или появление новых для данной территории их видов. Основными

источниками данного вида загрязнения являются смыв в водоемы минеральных и органических удобрений, накопление в среде нечистот, выделений, отмерших организмов, поступление искусственно синтезированных органических веществ [89, С.23].

Механическое загрязнение — это загрязнение окружающей среды относительно инертными в физико-химическом отношении бытовыми и производственными отходами.

5.3 Масштабы и конкретные формы проявления вредного влияния горного производства на окружающую среду

Производство и потребление минерально-сырьевых и топливно-энергетических ресурсов очень природоемки. Горнодобывающие отрасли, эксплуатируя минеральные ресурсы недр, затрагивают своей деятельностью и все другие виды природных ресурсов — земельные, водные, лесные, загрязняют воздух. Предприятия нефтяной и угольной промышленности, черной и цветной металлургии, теплоэнергетики, нефтехимической и строительной промышленности порождают отходы и вредные выбросы, которые по своему воздействию на природную среду занимают одно из главных мест. Не зря в связи с увеличением добычи полезных ископаемых, когда количество отходов стало расти гораздо быстрее, чем выход продукции, отходы горного производства рассматриваются как особая проблема. Такое положение возникло из-за снижения содержания полезных ископаемых в рудах разрабатываемых месторождений, увеличения зольности углей, усложнения горно-геологических условий разработки месторождений, несовершенства применяемых технологий, что, в свою очередь, привело к увеличению отвалов вскрышных пород, некондиционных руд, полупродуктов и отходов переработки минерального сырья.

С другой стороны, в последнее время усилилось в неблагоприятную сторону и обратное влияние природной среды на эти виды производств, все в большей степени стали сказываться ухудшение горно-геологических условий, ограниченность некоторых высококачественных видов сырья, дефицит водных и других природных ресурсов. И, наконец, для всех предприятий и отраслей минерально-сырьевого комплекса возник и получил широкий размах специфический — природоохранный вид деятельности, который по своему значению порой сопоставим с их прямой производственной деятельностью и требует больших денежных затрат.

Без учета этих взаимодействий нельзя правильно решить многие вопросы эффективного использования минерального сырья. Так, уже в настоящее время необходимо знать, в какой степени высокие темпы будущего развития минерально-сырьевого и топливно-энергетического комплексов повлияют на окружающую среду; будет ли и в какой мере экологический фактор сдерживать это развитие; какие меры следует предпринять для достижения равновесия между производством и окружающей средой.

В теоретических и научно-практических работах последних лет [90-95] разработаны общие принципы и концепции природопользования. Принятые за основу рассматриваемых ниже положений, они сводятся к следующему:

- экономический рост может и должен быть совмещен с дальнейшим улучшением качества окружающей среды;

- решающая роль в этом принадлежит техническому прогрессу, который призван одновременно способствовать и росту производства, и расширению возможностей обеспечения ресурсами, и сокращению вредных воздействий на окружающую среду;

- в свете реализации Госпрограммы форсированного индустриально-инновационного развития страны особая роль отводится созданию и внедрению инновационных (ресурсосберегающих), безотходных и малоотходных, безаварийных технологических процессов.

Исходя из этих общих принципов, перед отраслями, прямо либо косвенно связанными с минеральным сырьем, стоит ряд крупных научных и практических задач, в частности, перед технологами — задача создания экологически чистых, безотходных и ресурсосберегающих технологий и видов новой техники; перед горняками — поиск и внедрение систем разработки и техники, обеспечивающих наиболее полное извлечение полезных ископаемых, и т.п. Экономистам предстоит решить задачи оценки взаимосвязей производства и окружающей среды, определения ущербов от потерь природных ресурсов и загрязнений, оценки эффективности природоохранных мероприятий и, наконец, оценки самих производственных решений с учетом экологических последствий.

Все стадии добычи и использования минерально-сырьевых ресурсов сопровождаются многочисленными экологическими последствиями. В процессе геологической разведки, эксплуатации месторождений, при обогащении и потреблении минерального сырья происходит изъятие больших земельных площадей, водные источники загрязняются сточными водами шахт, обогатительных фабрик и заводов, загрязняется атмосфера. Наиболее характерные виды экологических последствий указаны в табл. 7.

Масштабы и конкретные формы проявления этих последствий весьма различны. Рассмотрим их подробнее применительно к горнодобывающим предприятиям.

Известно, что основным объектом деятельности горнодобывающих предприятий являются геологические ресурсы полезных ископаемых в недрах. Горное предприятие непосредственно переводит эти ресурсы из стадии пассивного потенциала в стадию доступного для использования минерального сырья. Вместе с тем в процессе производства часть природных запасов уходит в потери, которые уменьшают этот потенциал. Таким образом, главным природным ресурсом, с которым имеют дело горнодобывающие предприятия, являются запасы минерального сырья. При этом связи здесь двусторонние. С одной стороны, горные предприятия обеспечивают народное хозяйство необходимым минеральным сырьем, с другой — извлекая это сырье из недр, они допускают его потери.

Потери минерального сырья возникают на всех стадиях промышленного освоения и использования запасов. Часть потерь обуславливается чисто технологическими причинами и физически неизбежна. Другая часть диктуется экономическими соображениями. Именно ими определяется граница, отделяющая «эффективные» балансовые запасы от забалансовых, т.е. тех, которые разрабатывать в ближайшем времени невыгодно.

Таблица 7

**Основные проявления вредного влияния горного производства
(по основным стадиям) на окружающую среду**

Нарушае- мые природные ресурсы	Геологическая разведка	Эксплуатация месторождений	Транспортирование, хранение, обогащение минерального сырья	Использование минерального сырья
Земельные	Отчуждение земель под геологоразве- дочные работы. Загрязнение почв химическими веществами	Земельные отводы. Нарушение рельефа и ландшафта местности горными работами. Эрозия почв. Деформация земной поверхности. Загрязнение почвы химическими водами	Отчуждение земель под отходы обогажительных фабрик и транспортные пути	Отчуждение земель под промышленные здания и сооружения, нарушение ландшафта отходами производства
Водные	Загрязнение водных источников и подземных вод буровыми растворами	Загрязнение вод вредными веществами. Нарушения водоносных слоев. Загрязнение подземных вод	Загрязнение вредными веществами и сточными водами обогажительных фабрик	Загрязнение водоемов вредными веществами (кислотами, взвешенными веществами, маслами, щелочью и т.п.)
Атмосфера	Загрязнение атмосферы летучими веществами при бурении	Загрязнение атмосферы углеводорода-ми, окислами серы, сероводородом, твердыми частицами	Загрязнение атмосферы пылью и вредными газами	Загрязнение атмосферы продуктами сжигания различных видов топлива (сажей, двуокисью азота, сернистыми соединениями)

Примечание. Данные работы [96, С.143]

Эксплуатация месторождений вызывает значительные изменения земельных ресурсов. При этом масштаб и характер воздействий горного производства на поверхность могут быть очень разными. Наиболее они значительны при открытом способе разработки, что является почти

единственным, но очень крупным аргументом против использования этого, в иных отношениях высокоэффективного способа добычи. В процессе вскрышных и добычных работ вся площадь горного отвода разреза подвергается полному разрушению вместе со всеми находящимися на ней природными и другими стационарными объектами. Лучшее, что здесь может (и должно) быть сделано, - это своевременное проведение мер по последующей рекультивации (восстановлению) нарушенных площадей после того, как добычные работы переместились на другое место.

В свете реализации Госпрограммы форсированного индустриально-инновационного развития в основу научно-технической политики в области открытых разработок в настоящее время принято обязательное проведение рекультивации. Тем не менее это отнюдь не снижает значения проблем землеемкости открытой разработки полезных ископаемых, а лишь переносит акценты на такие дополнительные ее характеристики, как качество нарушаемых земель, степень восстановления этого качества, сроки пребывания земель в нарушенном виде и, конечно, затраты на рекультивацию.

Воздействия подземного способа добычи на поверхность гораздо менее значительны, чем открытого. Пустоты, образуемые на большой глубине, имеют обычно небольшие размеры по вертикали. К тому же технология горных работ предусматривает поддержание вышележащих пород в таком состоянии, что их проседание, если и доходит до поверхности, то при малой мощности разрабатываемых пластов и рудных тел чаще всего не вызывает больших ее нарушений, хотя здесь возможны и весьма серьезные исключения, особенно при подработке городских застроек.

При добыче полезных ископаемых нарушается и водная среда. При этом традиционная технология добычи твердых полезных ископаемых не связана с потреблением больших количеств воды. Гораздо значительнее водопотребление при гидравлическом способе добычи и транспортирования полезных ископаемых; здесь оно во многом зависит от использования оборотных вод. Наконец, весьма значительно производственное водопотребление при скважинном способе добычи нефти. Следует заметить, что большая часть требуемой воды во всех этих случаях может обеспечиваться за счет выдачи подземных вод, сопутствующей добыче полезного ископаемого.

Выдача попутных вод происходит при пересечении горными работами естественных подземных водотоков. Она характеризует собой гораздо более важные взаимосвязи добычных процессов с водными ресурсами, чем показатели потребления воды на производственные нужды шахты. Объем этих воздействий более масштабен, а их последствия - более тяжелые. В ряде случаев на 1 тонну добытого твердого полезного ископаемого из недр приходится выдавать по несколько десятков кубометров подземных вод. Нарушение естественных водотоков резко меняет водопитание лесных массивов, а воды, выдаваемые сразу на поверхность, нередко бывают кислотными. Конкретные объемы и степень загрязненности сбрасываемых вод всецело определяются гидрогеологией участка и бывают весьма различны. В условиях общей ограниченности стоков пресной воды во многих регионах

воздействие горных предприятий на водные ресурсы становится отнюдь не безразличным фактором.

В горнодобывающих районах и регионах страны загрязняется и воздушная среда. Причем взаимосвязи горных предприятий с воздушным океаном имеют двойкий характер: во-первых, производство потребляет воздух для своих технологических нужд и, во-вторых, оно загрязняет воздушный океан своими выбросами.

Горнодобывающие предприятия потребляют довольно большие количества воздуха на нужды искусственного проветривания подземных выработок. Воздух с поверхности подается в шахту для обеспечения жизнедеятельности горнорабочих, снижения температуры окружающих пород и уменьшения концентрации метана до взрывобезопасных содержаний. Количество потребляемого воздуха определяется в основном газоносностью пород и глубиной разработки. Однако, учитывая практическую неограниченность воздушного океана, расход воздуха шахтами не имеет специального значения. Более важными представляются загрязнения атмосферы вредными выбросами горного производства. В числе их можно отметить: выбросы некаптируемой части метана, сопутствующего углю, выбросы газов и частиц при массовых взрывах на карьерах и выделения SO_2 в процессе самопроизвольного окисления колчеданных включений в породных отвалах. Наиболее ощутимым из этих видов загрязнений является, вероятно, третий. В целом же надо сказать, что процесс добычи полезных ископаемых не сопровождается большими выбросами в воздушную среду. Основная часть этих выбросов возникает на стадии последующей переработки и потребления добытого минерального сырья. Наибольшее количество выбросов дают тепловые электростанции в процессе сжигания высокосернистых углей.

Важно отметить то, что влияние добычи полезных ископаемых на окружающую среду не ограничивается только прямым нарушением (или загрязнением) природных ресурсов, а вызывает и ряд косвенных экологических последствий. Так, в результате отвалообразования пород происходят не только изъятие земель и загрязнение атмосферного воздуха, но и изменение микроклимата и нарушение общего вида местности. Понижение водоносных слоев вызывает снижение продуктивности земель, высыхание лесов и т.п. Загрязнение воздуха приводит к различным социально-экономическим и гигиеническим последствиям (заболеваниям и т.д.). Определение ущерба, возникающего вследствие этих нарушений, представляет собой одну из важных эколого-экономических и социальных задач.

Общий методический подход к количественной оценке рассмотренных выше экологических последствий горного производства может быть показан в виде структурной схемы на рис. 18.

Предлагаемый подход характеризуется последовательным осуществлением следующих процедур:

- а) оценка всех видов потерь и нарушений природных ресурсов в процессе горного производства;
- б) расчет на этой основе экономического ущерба от потерь и нарушений;

- в) разработка мероприятий по ликвидации или предотвращению ущерба;
 г) оценка эффективности затрат на природоохранные мероприятия и ее включение непосредственно в показатели экономической оценки месторождения.



Рис. 18. Структурная схема процедуры экологической оценки производственного процесса (Примечание – данные работы [96, С.148])

Полный экологический ущерб, сопутствующий горному производству, как видно из рис. 18, складывается из: потерь запасов в недрах $Y_{п.н.}$; отчуждения сельскохозяйственных земель $Y_{с.х.}$; нарушений лесных угодий $Y_{л.уг.}$; изъятия городских территорий $Y_{г.т.}$; ущерба от загрязнения водных ресурсов $Y_{в.}$ и атмосферы $Y_{атм.}$. В целом он может быть рассчитан как сумма

$$Y_{экол} = Y_{п.н.} + Y_{с.х.} + Y_{л.уг.} + Y_{г.т.} + Y_{в.} + Y_{атм.} . \quad (10)$$

Практические расчеты каждого из этих видов ущерба зависят от специфических свойств отдельных нарушаемых или теряемых природных ресурсов.

При определении ущерба надо иметь в виду то, что не все экологические последствия поддаются количественной стоимостной оценке; они требуют

социальной и других видов оценок.

Особое значение имеют временные лаги, разрывы во времени возникновения производственных и экологических эффектов. Несовпадение этих эффектов во времени вызывает ряд методологических трудностей для оценки экологических последствий производственной деятельности. Это относится к случаям, когда проявляющийся спустя продолжительное время отрицательный экологический эффект не только полностью погашает ранее потребленный положительный экономический эффект, но и превосходит его по величине.

В составе экологических последствий, количественно поддающихся изменению, следует выделить группу, которая не может быть оценена чисто экономически, но может быть измерена в натуральных показателях и имеет решающее значение с точки зрения социальной.

Другая часть этих последствий может быть оценена и в денежной форме, и экологически. В числе экологических последствий целесообразно выделить такие, которые распространяются или проявляются не на одном, а на группе предприятий (эти последствия следует суммарно учитывать по всей территории и совокупности объектов). С точки зрения временных лагов, можно выделить разовые и рассредоточенные во времени экологические последствия. Большие возможности предполагает дальнейшая конкретизация таких признаков, как происхождение экологических эффектов. Так, для горной промышленности объемы и виды нарушений и экологических последствий в значительной мере определяются не столько естественными или искусственными причинами их происхождения, сколько технологией и способами отработки месторождений. Поэтому может быть выделена группа экологических последствий, зависящих и не зависящих от способа отработки и технологии.

5.4 Направления природоохранной деятельности горнодобывающих отраслей промышленности и методы оценки ее эффективности

Природоохранная деятельность горнодобывающих отраслей промышленности в последние годы нередко становится почти сопоставимой с основным производством по своим объемам и масштабам. Природоохранная деятельность ведется в нескольких взаимодополняющих направлениях – технологическом, экономическом, правовом.

Технологические поиски путей снижения вредных избыточных воздействий на окружающую среду принадлежат к числу важнейших. С целью снижения потерь полезных ископаемых в недрах активно внедряется прогрессивная технология с бесцеликовыми способами охраны горных выработок, с полевой подготовкой выемочных полей, с механизированными крепями на сопряжениях лав со штреками и механизированными выемочными комплексами. Расширяются работы с закладкой выработанного пространства и использованием опор взамен угольных целиков. В целях борьбы с подземными пожарами от самовозгорания угля в недрах на шахтах используются

эффективные методы обнаружения пожаров на ранних стадиях их развития.

Для ликвидации загрязнений воздушной среды на промышленных котельных установках применяются очистные устройства, пылеулавливатели и аппараты с различными методами осаждения пыли при погрузке угля, на угольных складах и при транспортировании. С целью снижения запыленности воздуха при открытом способе добычи угля проводится озеленение нарушенной территории.

Для охраны водных ресурсов от загрязнений сточными водами рудников применяются специальные водоочистные устройства; разработаны и внедряются прогрессивные способы очистки сточных вод для технического водоснабжения. Для восстановления гидросферы сооружаются дренажные системы или системы искусственного водополива и орошения сельскохозяйственных земель.

В тех случаях, когда горные работы нарушают земную поверхность, а породные отвалы занимают значительные площади плодородных земельных участков, рекультивация земель осуществляется в процессе эксплуатации шахт и карьеров. При ведении открытых горных работ рационализируются схемы размещения породных отвалов, оформления их поверхности, восстановления естественного водостока. Большие работы проводятся по селективному удалению и сохранению гумусового слоя почвы для последующей рекультивации нарушенных земель и посадки зеленых насаждений.

В последнее время все большее значение приобретают экономические аспекты охраны окружающей среды. Дело в том, что размер ассигнований, выделяемых на охрану окружающей среды, с каждым годом увеличивается. Поэтому оценка эффективности выделяемых затрат с целью поиска наиболее рациональных путей природоохранной деятельности представляет собой одну из актуальнейших и сложнейших научно-методологических задач. Остановимся на методах решения этой задачи подробнее. Очевидно, что исходные методологические принципы оценки природоохранных затрат должны быть аналогичны тем, которые применяются при определении эффективности любых других видов затрат, расходуемых на чисто производственные цели. К этим принципам относятся: соблюдение народнохозяйственного (рыночного) подхода к оценке затрат; достижение максимума эффекта от их вложения; оценка и выбор вариантов путем сопоставления присущих им затрат и результатов; принцип многовариантности при выборе решений; учет важнейших взаимосвязей и народнохозяйственных последствий любого решения; учет фактора времени. На этих же позициях должна базироваться и методика оценки эффективности затрат, расходуемых на сохранение окружающей среды.

Все природоохранные затраты (экологические издержки) по их экономической сущности можно подразделить на издержки предотвращения (предзатраты) и экономический ущерб, включающий прямые потери ресурсов природы и затраты на ликвидацию, нейтрализацию и компенсацию уже допущенных экологических нарушений [97, С.269-270].

К экологическим издержкам предотвращения (предзатратам) хозяйственной деятельности относятся затраты на мероприятия, проводимые

либо в источниках загрязнения, либо на путях миграции загрязняющих веществ к реципиентам. Они расходуются по двум основным направлениям:

- на мероприятия, снижающие выброс вредных веществ в окружающую среду (совершенствование технологических процессов, изменение состава или улучшение качества используемых ресурсов, установка очистных сооружений с последующей утилизацией уловленных отходов, комплексное использование сырья и т.п.);

- мероприятия, не снижающие выбросы загрязнений, но влияющие на их распространение или изолирующие от прямого контакта с реципиентами (строительство высоких труб при атмосферных выбросах, нейтрализация загрязнений, захоронение отходов, установление санитарно-защитных зон вокруг предприятий и др.).

К предзатратам в структуре экологических издержек относятся также расходы:

а) на экологическое образование, подготовку кадров, рекламно-издательскую деятельность экологической направленности;

б) научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы, в том числе на разработку и внедрение новых экологосовместимых технологий;

в) организацию и совершенствование институтов управления природоохранной деятельностью, в том числе органов, обеспечивающих экологический контроль, аудит, мониторинг, экологическую экспертизу;

г) разработку экологической регламентации хозяйственной деятельности: правовых, нормативно-методических материалов и документов, экологических стандартов и т.п.;

д) создание объектов экологической инфраструктуры;

е) экологическую модернизацию сферы материального производства.

Экономическим результатом издержек предотвращения загрязнения можно считать снижение ущерба [97, С.270].

Одной из актуальных проблем является установление экономически обоснованного уровня издержек предотвращения загрязнения. Производитель может выбирать: либо экономия на природоохранных затратах, но тогда создается высокий уровень выбросов и наносится значительный ущерб окружающей среде, либо сокращение ущерба путем увеличения природоохранных издержек. Существует некая оптимальная ситуация, когда экологические издержки достигают минимума. Это и есть экономический оптимум загрязнения окружающей среды.

При определении экономического оптимума загрязнения окружающей среды в расчет принимаются только экономические соображения, хотя приоритетное значение имеют, конечно, социальные и чисто экологические факторы, поэтому категорию «экономический оптимум загрязнения» ни в коем случае нельзя абсолютизировать. С общечеловеческих позиций разумными являются затраты, объем которых гарантирует стабилизацию качества среды обитания всего живого на планете.

Другая составляющая экологических издержек определяется величиной экономического ущерба от негативных воздействий антропогенной

деятельности на природную среду и затратами на его компенсацию (постзатратами) (рис.19).

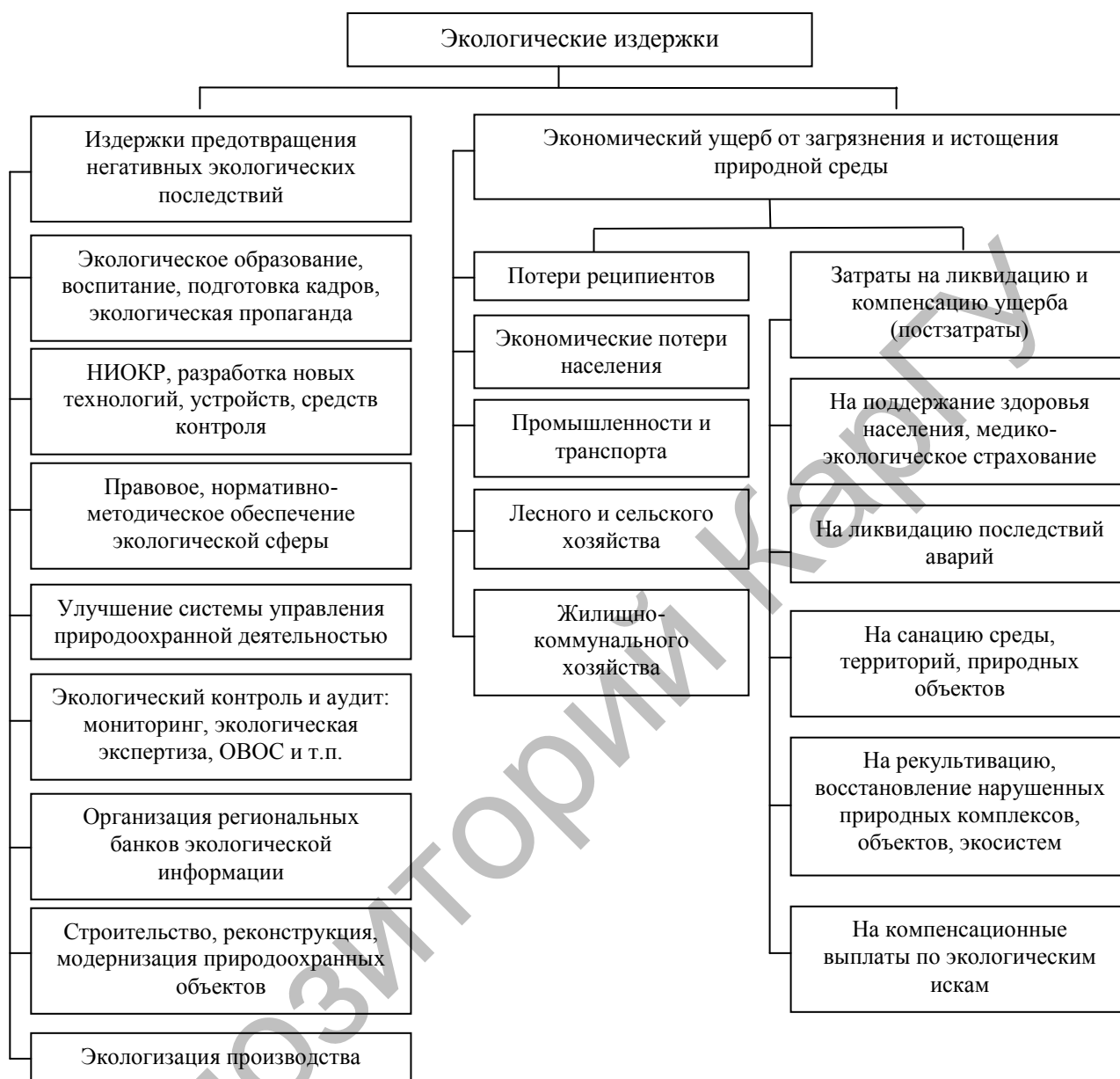


Рис. 19. Структура экологических издержек (Примечание – данные работы [97, С.272])

По времени реализации различаются две категории природоохранных затрат: капитальные и текущие, или в современной «рыночной» терминологии – инвестиции в основной капитал и эксплуатационные издержки.

К капитальным вложениям природоохранного назначения в общем виде относятся следующие единовременные затраты: на создание новых и реконструкцию действующих основных фондов природоохранной направленности, совершенствование технологии производства с целью сокращения его воздействия на природную среду. В результате освоения капитальных вложений происходит создание фондов природоохранного назначения, процесс эксплуатации которых влечет за собой возникновение природоохранных текущих затрат. К текущим затратам относятся расходы на содержание и обслуживание

основных фондов природозащитного назначения, а также на оплату услуг, связанных с охраной окружающей среды. В состав текущих затрат на содержание и обслуживание основных фондов входят ежегодные затраты на зарплату обслуживающего персонала, текущий и капитальный ремонты, амортизационные отчисления, энергетические расходы, затраты на реагенты [97, С.274].

Экологические затраты, как и любые другие затраты на производство, должны окупаться доходами. Окупаются они за срок, в течение которого сумма приносимого этими затратами эффекта становится равной затратам. При расчете срока окупаемости необходимо учитывать, что экологические издержки позволяют не только снизить загрязнение окружающей среды, но и повысить эффективность производства во многих отраслях. Так, переход к замкнутой технологии, оборотным системам водоснабжения, с одной стороны, — это путь экономии водных ресурсов, сокращения сброса загрязнений в водную среду, с другой — снижение затрат на водозабор, а следовательно, и себестоимости продукции, рост эффективности производства. Затраты на утилизацию отходов приводят к оздоровлению окружающей среды, сокращая количество загрязнений, что позволяет получить дополнительную прибыль благодаря производству полезной продукции из отходов.

Большую роль в практике предотвращения и ликвидации загрязнений, создаваемых горной промышленностью, должны сыграть правовые и законодательные постановления и акты. За последние годы в Казахстане принят практически весь арсенал инструментов экологической политики, наработанный мировым сообществом, в том числе экологическая экспертиза и экологическое нормирование, разрешительная система на эмиссии в окружающую среду, экологический контроль, мониторинг, платежи за загрязнение окружающей среды, экологическое страхование, экологический аудит, ликвидационные фонды, административная и уголовная ответственность.

С начала февраля 2007 г. вступил в силу Экологический кодекс (подписан Президентом РК 9 января 2007 г.). В связи с этим утратили силу три Закона: «Об экологической экспертизе», «Об охране окружающей среды» и «Об охране атмосферного воздуха». В Экологическом кодексе Республики Казахстан (ЭК РК) определены следующие виды отходов [98, С.52]:

- отходы производства и потребления (отходы) — остатки сырья, материалов, иных изделий и продуктов, которые образовались в процессе производства или потребления, а также товары (продукция), утратившие свои потребительские свойства (подпункт 39 пункта 1 статьи 1 ЭК РК);

- радиоактивные отходы - отходы, содержащие радиоактивные вещества в количестве и концентрации, превышающих регламентированные для радиоактивных веществ значения, установленные законодательством Республики Казахстан об использовании атомной энергии (пп. 41 п.1 статьи 1 ЭК РК).

В соответствии с пунктом 1 статьи 286 ЭК РК в зависимости от степени опасности отходы разделяются на три следующих вида [98, С.52]:

- опасные отходы - отходы, которые содержат вредные вещества,

обладающие опасными свойствами (токсичностью, взрывоопасностью, радиоактивностью, пожароопасностью, высокой реакционной способностью) и представляющие непосредственную или потенциальную опасность для окружающей среды и здоровья человека самостоятельно или при вступлении в контакт с другими веществами (подпункт 21 пункта 1 статьи 1 ЭК РК);

– инертные отходы - отходы, которые не подвергаются существенным физическим, химическим или биологическим преобразованиям и не оказывают неблагоприятного воздействия на окружающую среду и здоровье человека (подпункт 6 пункта 1 статьи 1 ЭК РК);

– неопасные отходы - отходы, которые не относятся к опасным и инертным отходам (подпункт 22 пункта 1 статьи 1 ЭК РК).

Основные экологические требования для предприятий, в процессе деятельности которого образуются отходы, сводятся к разработке программ, проектов, нормативов по обращению с отходами и проведению различных мероприятий, связанных с обеспечением контроля за образованием, сбором и хранением отходов, а также мероприятий, направленных на минимизацию вредного воздействия на экологию.

Вместе с тем необходимо отметить, что до сих пор инструменты экологической политики, прописанные в отечественном законодательстве, на практике еще не способствуют решению многих природоохранных вопросов. За последние 10-15 лет в Казахстане предприняты серьезные шаги по реформированию экополитики, однако в ней по-прежнему ощущается недостаток приоритетов, реализма и системности.

Имеющиеся инструменты экополитики слабо стимулируют сокращение загрязнения и рациональное использование природных ресурсов. Фактически система качества окружающей среды, основанная на показателях ПДК, мало изменилась со времен СССР. В сфере экополитики новые структуры и программы появляются в среднем каждые два года. При этом задачи, обозначенные в прежних, остаются забытыми. В связи с этим необходимо, чтобы цели в сфере экологической политики провозглашались на уровне законов, обязательных к исполнению как действующими структурами и отдельными должностными лицами, так и их последователями. Важным инструментом экополитики для нашей страны должно стать стратегическое планирование.

Одна из больших проблем заключается в недостаточном развитии у нас устойчивых институтов управления окружающей средой. Должен существовать ряд государственных институтов, стратегических центров, экспертных организаций, работающих на профессиональной основе и на базе господдержки. Такие институты в Казахстане возникают, но их недостаточно.

На взгляд экспертов, системность должна превалировать и в решении таких вопросов, как экологическая экспертиза, контроль и система разрешений. В сфере экспертизы же в настоящее время доминирует пообъектный подход, тогда как общая картина остается в тени.

Глава 6. РАЦИОНАЛЬНЫЕ ПУТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ В ОТДЕЛЬНЫХ ГОРНОДОБЫВАЮЩИХ ОТРАСЛЯХ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

6.1 Направления снижения отрицательного воздействия нефтегазодобывающей промышленности на окружающую среду

При разработке месторождений нефти и газа происходит деградация земель в зонах интенсивного промышленного их освоения, загрязняется воздушный бассейн различными выбросами и продуктами сжигания попутного газа, разрушается почвенная оболочка земли и возникают сдвиги земной поверхности.

В последние годы вследствие несовершенной технологии, моральной и физической изношенности основных производственных фондов большинства предприятий увеличивается количество вредных выбросов. Особенно высокая концентрация токсичных веществ отмечается вблизи химических и нефтехимических предприятий и местах добычи нефти. В местах бурения геологоразведочных и эксплуатационных скважин в атмосферу поступают выбросы газов и продуктов сгорания при работе двигателей и испарении легколетучих веществ.

Результаты исследований экологической обстановки месторождений Западного Казахстана за последние годы показывают, что, с этой точки зрения, данный регион представляет собой серьезную опасность. Земли Кызылординской, Атырауской и Западно-Казахстанской областей загрязнены тяжелыми металлами и нефтепродуктами. Здесь объемы брошенных и захороненных буровых шламов, замазученных и низкорadioактивных вод, площади нарушенных земель трудно поддаются оценке. К настоящему времени состав и количество конкретных загрязняющих (токсичных) веществ в буровых шламах и растворах изучены недостаточно. Такие исследования необходимы во всех регионах ведения буровых работ. Изучение интенсивности загрязнения воздушной среды на буровой показало, что снежный покров является хорошим накопителем веществ, загрязняющих атмосферу вокруг буровой. В период снеготаяния отмечается загрязнение верхнего слоя почв токсичными веществами, накопленными в снежном покрове. Химический анализ снеговой воды, отобранной после сезона работы буровой, показал, что имело место загрязнение нитратами, соединениями кальция, кадмия и свинца, а также наблюдалось увеличение содержания взвешенных веществ.

Радиус влияния деятельности одной буровой на атмосферный воздух и почву прослеживался более чем на 2 километра. Общее количество загрязняющих веществ за сезон работы составляет 2,4 тонны на кубометр. Поскольку питание тундровых вод происходит за счет таяния снега и атмосферных осадков, во всех озерах, расположенных вокруг буровой, были обнаружены кадмий и свинец, а в отдельных пробах и цинк, кроме того,

наблюдается загрязнение почвы токсичными веществами. Накопленные к настоящему времени исследования подтверждают вредное влияние на окружающую среду различных тяжелых металлов и их соединений, что обуславливает необходимость исследований состава бурового шлама на наличие в них тяжелых металлов и различных соединений [99, С.30].

Кроме того, в связи с масштабным освоением нефтегазовых ресурсов Каспийского моря возникает проблема, связанная с сохранением природной среды акватории моря. Сегодня фирмами «Тенгизшевройл» (ТШО) и «Аджип ККО» на Каспии ведется разработка крупнейших нефтяных месторождений Казахстана – Тенгизского и Кашаганского. На этих объектах с высоким содержанием сероводорода и меркаптанов периодически происходят аварии, утечки. Между тем в статье 99 «Сброс и захоронение отходов при проведении нефтяных операций на море» нового Закона РК «О недрах и недропользовании» записано: «Запрещается сброс в море и захоронение на дне моря отходов при проведении нефтяных операций на море. Сброс производственных и других сточных вод в море осуществляется только с разрешения и под контролем государственных контролирующих органов при условии их очистки до установленных нормативов» [100, С.13].

Вообще в нефтегазодобывающей промышленности загрязняющее воздействие на окружающую среду происходит на всех стадиях производственного цикла: при геологоразведочных работах, бурении скважин, добыче нефти и газа, их подготовке и хранении, транспортировке и переработке. Это создает высокую нагрузку на окружающую среду и обуславливает необходимость оснащения производств нефтегазового комплекса природоохранным оборудованием и постоянно действующими контрольно-измерительными приборами (черными ящиками), обеспечивающими как постоянный экологический контроль (мониторинг) за загрязнением природной среды Каспийского моря, так и создание систем управления природоохранной деятельностью на основе внутригосударственной и международно-правовой базы прикаспийских государств.

Проблема нефтяного загрязнения Каспийского моря приобрела особую остроту и злободневность в связи с предстоящим одновременным крупномасштабным освоением углеводородных запасов его шельфа всеми прикаспийскими государствами [101, С.20]. Поэтому уменьшение потерь нефти и газа, создание герметизированных технологических схем и совершенствование конструкций аппаратов промысловой подготовки добычи нефти и газа - важное направление снижения отрицательного воздействия нефтегазодобывающей промышленности на пригодную среду Каспийского региона и обеспечения его экологической безопасности.

Нефть и газ относятся к невозобновляемым ресурсам, после их истощения территория может стать непригодной для промышленного освоения. В этой связи обеспечение экологической безопасности при освоении месторождений нефти и газа возможно при решении следующих задач:

а) природная среда в районе разработки месторождений должна являться объектом целенаправленного систематического изучения,

нормирования и контроля важнейших параметров ее освоения;

б) разработка системы показателей экологической безопасности нефтегазовых промыслов в соответствии с их горнотехническими и горно-геологическими параметрами;

в) разработка правил экологической безопасности освоения месторождений нефти и газа;

г) составление норм технологического проектирования разработки нефтегазовых месторождений в соответствии с требованиями Экологического кодекса (ЭК), Закона РК «О недрах и недропользовании»;

д) проведение наблюдений за геодинамическим режимом разработки нефтегазовых месторождений с целью выявления конкретных очагов сейсмической активности и сдвижений земной поверхности.

Разработка месторождений нефти и газа влияет на состояние земной поверхности и недр. Техногенное воздействие на приповерхностные геологические структуры провоцирует возникновение опасных деформаций земной поверхности, которые могут быть причиной различного рода разрушений инженерных сооружений, а также ухудшения экологической обстановки в районе добычи. Установление изменения напряженно-деформированного состояния геосреды природного и техногенного генезиса возможно при создании геодинамических полигонов на разрабатываемых месторождениях нефти и газа. Поэтому в соответствии с требованиями Единых правил охраны недр при разработке месторождений полезных ископаемых и Закона «О недрах и недропользовании» Республики Казахстан с целью контроля за современной активностью разломов и деформациями земной поверхности в период эксплуатации месторождения углеводородов необходимо проводить повторные высокоточные геодезические измерения на пунктах созданных геодинамических полигонов.

Таким образом, обеспечение экологической безопасности при разработке нефтегазовых месторождений возможно при снижении выбросов и сбросов загрязняющих веществ в атмосферу и почву, проведении геодинамических наблюдений за движением земной поверхности и экологического мониторинга в период эксплуатации месторождений.

В настоящее время Президентом Республики Казахстан подписан новый Закон «О недрах и недропользовании» [100], который призван заменить Законы РК «О недрах и недропользовании» (старый закон) и «О нефти».

В связи с этим ряд понятий Закона «О нефти» был расширен на всю сферу недропользования. Так, понятия «оператор», «стратегический партнер» распространяются в соответствии с новым Законом о недрах не только на контракты на проведение нефтяных операций, но и на все остальные виды контрактов на недропользование. Таким образом, можно сказать, что новый Закон о недрах направлен на унификацию законодательства.

Видимо, само объединение законов о нефти и о недрах и недропользовании не приведет к какому бы то ни было существенному ухудшению положения недропользователей.

Однако помимо кодификации указанных актов новый Закон о недрах

предусматривает широкий круг нововведений в правовое регулирование деятельности по недропользованию в Республике Казахстан.

В первую очередь, хотелось бы отметить, что новым Законом о недрах существенно изменены полномочия государственных органов в сфере недропользования. В частности, множество полномочий по утверждению тех или иных подзаконных актов перенесены в компетенцию правительства. Это связано с недавними изменениями и дополнениями в Закон «О частном предпринимательстве», в соответствии с которыми государственный контроль за субъектами частного предпринимательства может проводиться лишь на предмет выполнения законов и постановлений правительства.

Кроме того, в новом Законе о недрах были закреплены многие фактически существующие полномочия государственных органов.

Также необходимо отметить, что новый Закон о недрах учитывает изменения в системе государственных органов, возникшие в связи с Указом Президента Республики Казахстан от 12 марта 2010 г. «О дальнейшем совершенствовании системы государственного управления Республики Казахстан», в соответствии которым возникли Министерство индустрии и новых технологий, а также Министерство нефти и газа.

6.2 Возможности решения радиационно-экологических проблем добычи и переработки урановых руд

На протяжении последних десятилетий в Казахстане накапливаются радиоактивные отходы (РАО), получаемые в результате эксплуатации ядерных энергетических установок, разработки урановых месторождений, а также от ядерных взрывов на Семипалатинском испытательном полигоне (ядерные взрывы прекращены с начала 90-х годов прошлого столетия).

Обычно классификация РАО основывается на их агрегатном состоянии, происхождении (источниках образования), уровне радиоактивности, периоде полураспада радионуклидов и может быть представлена в виде таблицы 8.

На сегодняшний день суммарное количество РАО в республике оценивается в 240 млн. м³. Большую часть радиоактивных отходов (~ 95%) составляют отвалы и хвосты уранового производства и грунт, загрязненный радионуклидами в результате эксплуатации нефтепромыслов [102, С.38].

К сожалению, эти отходы расположены в местах их образования, под открытым небом и как следствие этого подвержены воздействию атмосферных явлений. В результате чего происходит постепенный разнос радиоактивных веществ на большую территорию, а также их миграция в почву и грунтовые воды. Поэтому существует опасность попадания радиоактивных изотопов в пищевые цепочки. С каждым годом положение все более усугубляется.

Следует отметить, что в настоящее время существует еще одно не менее опасное направление радиоактивного загрязнения – бесконтрольное использование материала горнорудных отвалов при строительстве жилых и хозяйственных объектов.

Классификация радиоактивных отходов (РАО)

Основа классификации РАО	Виды РАО согласно классификации
Агрегатное состояние РАО	1. Жидкие радиоактивные отходы: • растворы неорганических веществ; • пульпы фильтроматериалов; • органические жидкости.
	2. Твердые радиоактивные отходы: • изделия; • детали машин и механизмов; • материалы; • биологические объекты; • отработавшие источники радиоактивных излучений.
Происхождение (источники образования) РАО	1. Отходы горнорудной промышленности. 2. Отходы исследовательских и энергетических ядерных установок. 3. Отходы ядерных взрывов. 4. Неиспользуемые радиоактивные источники излучения и источники с истекшим сроком службы.
Уровень радиоактивности РАО	1. Низкоактивные отходы, у которых удельная активность (килобеккерелей на килограмм): • менее тысячи - для бета-излучающих радионуклидов; • менее ста - для альфа-излучающих радионуклидов (исключая трансурановые); • менее десяти - для трансурановых радионуклидов.
	2. Среднеактивные отходы, у которых удельная активность (килобеккерелей на килограмм): • от тысячи до десяти миллионов - для бета-излучающих радионуклидов; • от ста до одного миллиона - для альфа-излучающих радионуклидов (исключая трансурановые); • от десяти до ста тысяч - для трансурановых радионуклидов.
	3. Высокоактивные отходы, у которых удельная активность (килобеккерелей на килограмм): • более десяти миллионов - для бета-излучающих радионуклидов; • более одного миллиона - для альфа-излучающих радионуклидов (исключая трансурановые); • более ста тысяч - для трансурановых радионуклидов.

Примечание. Составлена в соответствии с пунктами 2, 3, 5, 6 статьи 307 Экологического Кодекса (ЭК) РК

При разведке горным способом раздробленная горная масса и руда складироваться в отвалы, при этом обычно выделяются отдельные площадки для трех типов отвалов:

- рудные отвалы с промышленным содержанием рудного компонента;
- отвал забалансовых руд;
- отвал пустых пород.

Такая же градация соблюдается при промышленной разработке месторождений, если балансовая руда сразу не доставляется на обогатительную фабрику, где в свою очередь формируются радиоактивные отходы, образующиеся при переработке руды.

Таким образом, на уранодобывающих и перерабатывающих предприятиях создаются следующие типы хранилищ:

- терриконы и насыпи (отвалы);
- водоемы сбросных вод;
- хвостохранилища;
- спецмогильники.

Негативное воздействие радиоактивных отвалов на окружающую среду обусловлено тем, что все отвалы не закрыты с поверхности. Размещены они в различных природно-ландшафтных зонах республики - горных, равнинных, лесостепных и в зависимости от природных факторов — климатических, гидрологических, гидрогеологических, оказывают радиационное воздействие на окружающую среду прямым гамма-излучением, эманированием радона и аэрозольно-пылевым рассеянием, выносом урана и радия временными водотоками в горизонты грунтовых вод и местную гидрологическую сеть.

Поскольку атомная промышленность Казахстана и СНГ будет основываться в дальнейшем на надежной сырьевой базе урана, следует уделять главное внимание разработке и внедрению малоотходных и безотходных технологий, и в особенности проблеме охраны окружающей среды и обеспечения радиационной безопасности. Видимо, основная руководящая идея общей концепции охраны окружающей среды и обеспечения радиационной безопасности — создание на всех объектах отрасли экологически безопасной ситуации на основе снижения средних уровней содержания вредных химических веществ и естественных радионуклидов в основных элементах окружающей среды на 10-15% предельно допустимых концентраций при одновременном сохранении объема выпуска товарной продукции, обеспечения рационального, сбалансированного природопользования и сбережения ресурсов.

По данным исследований [103, С.33], при решении радиационно-экологических проблем процессов начальной стадии ядерного топливного цикла должны быть приняты пять основных руководящих положений:

- а) снижение загрязнения окружающей среды твердыми, жидкими и газообразными естественными радионуклидами на 1/5-1/6 ПДК;
- б) повышение коэффициента комплексности использования сырья до 0,9-1,0;
- в) повышение коэффициента использования (утилизации) отходов до 0,5-0,9;
- г) сокращение удельного расхода ресурсов на единицу товарной продукции на 10-15%;
- д) ассигнование на охрану окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов должно составлять не менее 4-5% стоимости валовой продукции.

Многие месторождения урановых руд содержат ряд других ценных компонентов (Р, Мо, Re, РЗЭ (рассеянные и редкоземельные элементы) и др.), большинство из которых являются вредными примесями для урановых соединений, применяемых в атомной энергетике. Содержание этих компонентов обычно ниже промышленного минимума. Извлекать их самостоятельно нерентабельно. Но для получения чистых соединений урана необходимо полностью отделять от урана все сопутствующие элементы. При выщелачивании урана эти компоненты извлекают, а отделяют в процессе сорбции и экстракции. Комплексная переработка руд требует повышенного расхода реагентов, которые не сбрасываются, а утилизируются в виде побочных продуктов (квасцов, удобрений) и используются повторно в процессах. Это существенно снижает безвозвратный расход реагентов и сводит к минимуму загрязнение окружающей среды.

Учитывая, что добыча и переработка месторождений урана и тория дает большое количество твердых и жидких радиоактивных отходов, а также летучих загрязняющих веществ, в будущем отходы, содержащие торий, нужно удалять с достаточной тщательностью для сокращения интенсивности гамма-излучения до допустимых уровней.

Чтобы оценить радиозэкологическое воздействие при добыче и обработке урана и тория, необходимо тщательно изучить источники и пути облучения, связанные с диффузией радона и торона и перемещением пылевых частиц, включающих изотопы урана, тория, их продукты распада. Потенциальными источниками радиоактивности значительной величины, требующей внимания, являются следующие:

- выбросы при вентилировании подземного рудника, действия при добыче открытым способом, например, взрывные работы;
- первичные стадии обработки, включая накопление руды, перевозку, измельчение и выщелачивание;
- завершающая стадия подготовки продукта, включая сушку и упаковку;
- хвосты предприятия по обработке и другие отходы производства.

В перспективе в свете реализации Госпрограммы форсированного индустриально-инновационного развития республики охрана окружающей среды при разработке урановых руд должна быть основана на применении малоотходных и безотходных технологий, использующих три важных научно-технических принципа:

а) минимизация объемов РАО во всех процессах горного и перерабатывающего производств за счет применения новейших достижений науки и техники;

б) радиозэкологически безопасная утилизация радиоактивных отходов горного производства в пределах самого производства или вне его: в промышленном и гражданском строительстве после тщательной проверки РАО на санитарно-гигиеническую их чистоту; переработка-кондиционирование РАО для изготовления новой продукции рыночного спроса;

в) надежная изоляция оставшейся части РАО от окружающей среды применением горнотехнической, агробιοлогической и (или) строительной рекультивации техногенных новообразований (отвалов, хвостохранилищ, складов забалансовых руд), восстановление нарушенных земель и территорий.

Реализация рассмотренных выше основ решения радиационно-экологических проблем уранодобывающих и перерабатывающих предприятий в ближайшие годы обеспечит радиационную безопасность трудящихся при добыче и переработке руд и охрану окружающей среды обитания населения с минимальными расходами.

6.3 Основные направления реализации принципов экологизации предприятий угольной отрасли

Строительство и эксплуатация угледобывающих и перерабатывающих предприятий сопровождается многосторонним негативным воздействием на окружающую природную среду. В экологическом отношении это проявляется в загрязнении вредными веществами и отходами производства естественных водоемов, воздушного бассейна, изъятии из сельскохозяйственного оборота земель за счет образования неблагоприятных форм техногенного рельефа, снижения продуктивности земельных угодий, ухудшения гидрологических и гидрогеологических режимов, изменений тепловых, магнитных, электрических и силовых полей в массиве разрабатываемых площадей, создании тепловых и газовых вертикальных инверсий в атмосфере. Особую экологическую опасность создает суммарное воздействие отходов предприятий угольной промышленности на окружающую среду [90, 104, 105].

Сейчас более 99% добычи угля в республике приходится на Карагандинскую, Павлодарскую и Восточно-Казахстанскую области. В этих регионах, кроме угольных шахт и разрезов, размещены как крупные теплоэлектростанции, так и энергоемкие предприятия черной и цветной металлургии. В результате наложения негативного воздействия на окружающую природную среду предприятий угольной, электроэнергетической и металлургической отраслей в угледобывающих регионах республики сложилась неблагоприятная экологическая обстановка, которая непосредственно отражается на таких демографических показателях, как коэффициент смертности, естественный прирост населения, миграция населения.

Во всех трех вышеперечисленных областях коэффициент рождаемости ниже среднереспубликанского, коэффициент смертности - выше, в том числе младенческая. Так, в трех рассматриваемых областях проживает около 25% населения Казахстана, здесь умирает ежегодно около 34-35% от общего числа умирающих в республике. Обращает на себя внимание тот факт, что в угледобывающих регионах ежегодно умирает на 5000 мужчин больше, чем женщин [106, С.40].

Таким образом, можно констатировать, что население и другие субъекты экономики в рассматриваемых регионах из-за загрязнения окружающей среды

предприятиями вынуждены нести на себе дополнительные расходы для поддержания своего здоровья и улучшения благополучия.

К сожалению, агрегированные демографические показатели, полученные из сборников Агентства РК по статистике, не позволяют осуществить анализ воздействия исключительно предприятий угольной промышленности на социальную сферу регионов посредством загрязнения окружающей среды. Тем не менее факторы негативного воздействия предприятий угольной промышленности на окружающую среду известны. Их можно описать следующим образом.

1. Происходит изъятие огромных территорий из сельскохозяйственного оборота под промышленные площадки, подъездные пути, здания и сооружения, коммуникации, отвалы вмещающих и вскрышных пород, которые занимают тысячи гектаров земли и имеют определенную радиоактивность. При подземной добыче угля из-за образующихся пустот в грунте происходит его оседание. Таким образом, неизбежно изменяется природный ландшафт отторгаемых территорий.

2. Отходы добычи и обогащения углей являются опасными источниками загрязнения водных ресурсов. Водные и агрохимические свойства грунтов в зоне, прилегающей к отвалам, на расстоянии 50-120 м от его основания имеет тенденцию к ухудшению. Возрастает минерализация вод, увеличивается содержание железа и алюминия.

Грунтовые воды в зоне влияния отвалов шахт отличаются повышенным содержанием железа, сульфатов, алюминия, а также большими значениями общей жесткости. Источником загрязнения является сток с отвалов шахт.

Загрязнение водоносных горизонтов наблюдается не только на участках отработки, но и за их пределами.

В процессе разработки месторождений происходит не только нарушение подземных водоносных горизонтов, но и обогащение воды, поступающей на участки горных работ, большим количеством взвешенного материала, происходит заметное изменение состава вод за счет растворения некоторых минеральных соединений, что приводит к повышению минерализации воды. Вопросы осветления шахтных вод недостаточно еще решены. Вода аккумулируется в водосборниках, что вызывает необходимость постоянной откачки шахтных, карьерных, дренажных вод на поверхность. Шахтный же водоотлив нарушает динамику подземных вод, но не режим выноса механических, химических и биологических загрязнителей на поверхность. Откачка вод из шахт и разрезов изменяет гидрогеологический режим целых районов: на прилегающих территориях исчезают источники, пересыхают колодцы, полностью осушаются водоносные горизонты.

Все это свидетельствует о значительных нарушениях гидроресурсов при добыче угля и о влиянии горных работ на их состояние не только в местах их ведения, но и на значительных прилегающих территориях. Все это требует специальных методов их охраны при разработке месторождений.

3. При ведении горных работ на угольных месторождениях в атмосферу выбрасываются породная и угольная пыль и целый ряд газов, таких, как окись

углерода, окись азота, сернистый газ, сероводород, а также водород, метан, углеводороды метанового ряда.

Источниками загрязнения атмосферы вредными газами и пылью в угольной промышленности являются шахтные стволы, забои разрезов, поверхностные комплексы шахт и разрезов, горящие породные отвалы, угольные склады, сортировочно-дробильные и обогатительные фабрики, карьерные дороги, промышленные коммунально-бытовые котельные и т.д. Естественными источниками поступления в атмосферу вредных газов и веществ являются вмещающие горные породы и угольные пласты, окислительные и пирогенные процессы, шахтные и карьерные воды.

Загрязнение воздуха газами происходит также в связи с применением взрывчатых веществ для отбойки угля и породы.

Среди газов, представляющих опасность, выбрасываемых в атмосферу из шахт, наибольшее значение имеют образующиеся при взрыве окислы азота и окись углерода. Определенную опасность создают выделения природных газов (сероводород, метан, окись углерода и др.).

4. В последнее время рост концентрации парниковых газов в атмосфере связывают преимущественно с сжиганием ископаемого органического топлива, в том числе угля. Угольные тепловые электростанции ТЭС - источник не только всех парниковых, но и других опасных газов, а также твёрдых частиц. Так называемые элементы-примеси, которые содержатся в выбросах ТЭС, по степени отрицательного воздействия на живые организмы относятся к токсичным и реально опасным. В их числе бериллий, ванадий, хром, марганец, кобальт, никель, медь, мышьяк, селен, сурьма, ртуть, свинец, торий, уран.

При сжигании углей на ТЭС в атмосферу поступают и миллионы тонн оксидов серы - в год около 70% глобального антропогенного выброса. Основная минеральная форма серы в углях - сульфид железа (пирит - FeS_2). При сгорании углей сульфиды разлагаются с образованием газообразного диоксида серы SO_2 . Газообразные соединения серы - одни из опаснейших загрязнителей атмосферы [107, С.75-76].

Совокупность изложенных материалов свидетельствует о развитии в геологической среде и окружающей природной среде под воздействием как добычных работ, так и ликвидации и затопления шахт, разрезов, карьеров разнообразных, зачастую негативных природно-техногенных процессов. При таком сочетании в значительной части разнонаправленных процессов для изучения и прогнозирования закономерностей дальнейшего преобразования геологической среды, экологических и социальных последствий требуется проведение комплекса исследований.

Его основу должно составлять проведение мониторинга шахтных и карьерных полей, прилегающих к ним территорий. Систематическое комплексное отслеживание процессов, происходящих в подземных выработках горного массива, поверхностных изменениях, атмосферных процессах и системах живых организмов. Необходимо также использовать новые высокоэффективные технологии добычи, с меньшим отрицательным эффектом влияния на геологическую и окружающую природную среду (ОПС).

В частности, для снижения негативного воздействия подземных горных работ на ОПС и обеспечения малоотходной технологии угледобычи в соответствии с проведенными исследованиями могут быть предложены и систематизированы требования по совершенствованию современных способов и средств ведения очистных и подготовительных работ. На первом этапе решения этой проблемы должны быть определены те принципиальные технологические направления реализации процессов угледобычи, при выполнении которых без существенных затрат и снижения требований безопасности можно получить значительное сокращение объемов выхода углеотходов. Технологические направления по снижению объемов выхода породы и загрязнения ОПС при подземной разработке угольных пластов (рис. 20) реалистичны как по возможности их выполнения в краткосрочной перспективе, так и по эффективности достигаемого результата.

В настоящее время с целью охраны окружающей среды в угольной промышленности применяют комплекс различных организационных и технических мероприятий. На всех предприятиях отрасли созданы службы охраны природы. Они осуществляют эксплуатацию водоочистных сооружений, рекультивацию нарушенных земель, наладку очистных сооружений и пылегазоулавливающей аппаратуры, а также ведомственный контроль за степенью вредности сбросов. Эти мероприятия позволяют систематизировать и обеспечить выполнение работ, связанных с охраной природы, укрепить материальную, техническую и научную базы и, как следствие, снизить вредное воздействие горного производства на окружающую среду.

Технические средства охраны окружающей среды в угольной промышленности направлены на очистку выбросов и их нейтрализацию, на снижение объема выбросов, их утилизацию и использование в народном хозяйстве, на рекультивацию и восстановление нарушенных площадей.

Как было отмечено выше, загрязнение водных ресурсов предприятиями угольной промышленности в основном происходит за счет откачки и сброса минерализованных вод в поверхностные водоемы, подземные горизонты, пруды-накопители и рельеф местности. Сейчас в отрасли применяется ряд технологических схем очистки шахтных вод от вредных примесей. При этом наибольшее распространение получили горизонтальные и вертикальные отстойники, пруды-осветлители, фильтры различных конструкций. Все эти сооружения предназначены в основном для очистки шахтных вод от грубодисперсных примесей и части органических загрязнений. Завершающей степенью очистки служит, как правило, обеззараживание.

Эффективность очистки в горизонтальных отстойниках составляет 25-40%, в прудах-осветлителях достигает 80% и на станциях фильтрации до 95% [109, С.76].

Применение очистных сооружений позволяет использовать шахтные воды в оборотном цикле для производственных нужд (пылеподавление, приготовление и подача закладки, обогатительные процессы и т.д.), а также исключить вредное влияние минерализованных шахтных вод на засоление почв, минерализацию рек, водоемов и подземных вод. Метод и степень

очистки сточных вод должны определяться в зависимости от местных условий с учетом возможного использования очищенных сточных вод для промышленных или сельскохозяйственных нужд.

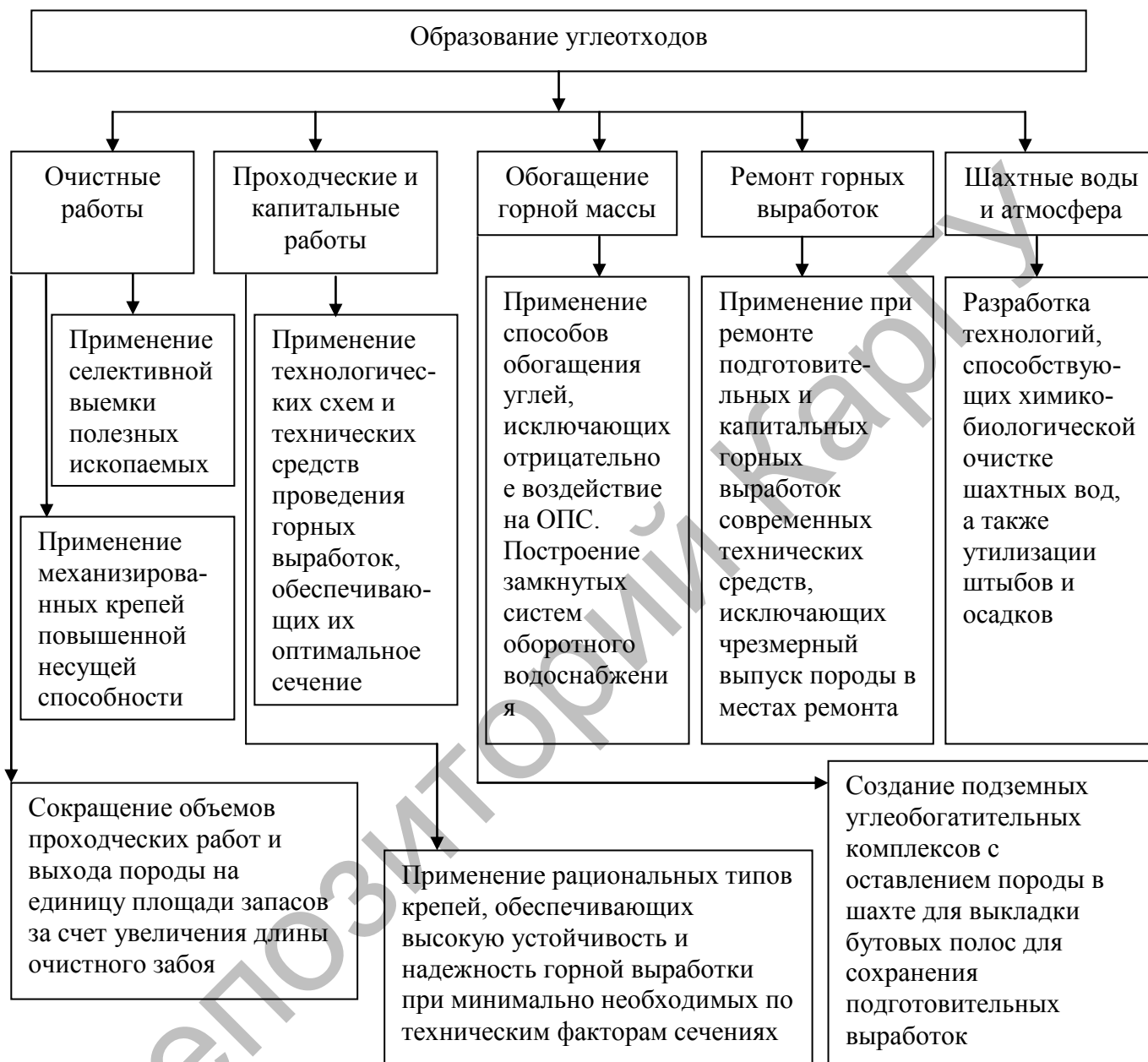


Рис. 20. Схема образования углеотходов при подземной разработке углей
(Примечание - данные работы [108, С.22])

Шахтные воды после очистки используются для технологических целей в качестве подпитки оборотных систем водоснабжения и в сельском хозяйстве для полива, технического водоснабжения животноводческих комплексов, разведения рыбы и водоплавающей птицы. В промышленности шахтные воды употребляются для технического водоснабжения, в коммунальном хозяйстве (после очистки) - для водоснабжения населения. В угольной промышленности очищенная шахтная вода применяется для пылеподавления и технических нужд. Так, в технологических целях предприятия Угольного департамента

(УД) АО «Арселор Миттал Темиртау» используют почти половину откачиваемых шахтных вод [106, С.43].

В Карагандинском бассейне на химическое загрязнение подземных вод влияют накопления в отвалах твердых отходов. Для снижения влияния твердых отходов на загрязнение вод УД АО «Арселор Миттал Темиртау» в хвостохранилищах, где размещаются отходы углеобогащения, использует защитный экран из технического полиэтилена.

Анализ осуществляемых угольными предприятиями природоохранных мероприятий, направленных на охрану воздушного бассейна, должен учитывать, что загрязнение воздушного бассейна в процессе добычи и переработки угля вызывается проведением буровзрывных работ, работой двигателей внутреннего сгорания карьерной техники, выбросами от котельных, пылением отвалов вскрышных пород, эндогенными пожарами, выбросами метана в процессе дегазации и проветривания. При этом надо иметь в виду то, что наибольшую трудность представляет решение вопросов борьбы с загрязнением воздушного бассейна вредными газами, образующимися при взрывных работах и выделяющимися из запожаренных участков на открытых работах.

Для снижения загрязнения воздушного бассейна при открытой добыче угля предприятия предпринимают следующие меры:

1. Предупреждение возникновения эндогенных пожаров (засыпка нерентабельных участков вскрышными породами).
2. Электрификация систем транспортировки угля и вскрыши.
3. Использование более чистых технологий взрыва, снижающих образование пыли на 30-40%, с меньшим сейсмическим воздействием.

На шахтах УД «Арселор Миттал Темиртау» производится замена старых котлов типа ТЛМЗ на топки вида ТПКХ-27 (топка прямого хода), модернизация котлов на некоторых шахтах, с целью приспособления их к сжиганию утилизируемого шахтного меана для снижения выбросов загрязняющих веществ [106, С.44]. Кроме того, ежегодно производятся ремонт газоочистных сооружений так же, как и водоочистных, ремонт дымоходов, дымососов и дымовых труб, работы, снижающие пылеобразование при загрузке, транспортировке угля, вмещающих и вскрышных пород и золошлаков, строительство дорог, озеленение и полив территорий, снятие плодородного слоя почвы при расширении отвалов и т.д.

В Казахстане в связи с резким увеличением добычи угля открытым способом в последние годы площадь земель, нарушенных предприятиями угольной отрасли, значительно возросла. Так, в результате работы горного выемочно-погрузочного оборудования на разрезах – тяжелых бульдозеров и гидравлических экскаваторов на снятии плодородного слоя почвы (ПСП) происходит систематическая «подрезка» нижележащих вскрышных пород, агрохимические показатели которых на порядок ниже показателей гумусосодержащего плодородного слоя почвы. В результате перемешивания снимаемого ПСП с подрезаемыми вскрышными породами значения агрохимических показателей подготовленного к нанесению снятого ПСП существенно снижаются.

Анализ отечественного и зарубежного опыта показывает, что в современных условиях решение проблемы охраны и рационального использования земельных ресурсов в угольной промышленности осуществляется в трех направлениях:

а) экономное расходование земельного фонда в ходе строительства и эксплуатации шахт, разрезов, обогатительных фабрик;

б) рекультивация нарушенных при добыче и переработке угля земель, т.е. восстановление их продуктивности до достижения полной биологической полноценности;

в) предотвращение загрязнения прилегающих к промышленным объектам территорий продуктами смыва с нарушенных земель путем регулирования поверхностного стока, а также борьбы с ветровой эрозией.

Каждое из указанных направлений на практике обычно реализуется комплексно. Конечной целью работ является создание на отработанных площадях месторождений первоначальной или даже улучшенного ландшафта, гармонически вписавшегося в окружающую среду. Наиболее радикальным из этих направлений является своевременная и качественная рекультивация нарушенных земель, которая обеспечивает не только создание оптимальных техногенных ландшафтов с соответствующей организацией территории, флорой и фауной, но и способствует надежной защите водного и воздушного бассейнов от техногенных загрязнений. При этом предпочтение отдается организационно-техническим мероприятиям, при которых наибольший эффект хозяйственного освоения отработанных площадей достигается при минимальных трудовых и денежных затратах на проведение горно-восстановительных работ.

В зависимости от природно-географических и социально-экономических условий района различают следующие направления рекультивации нарушенных горными работами земель: сельскохозяйственное, лесохозяйственное, водохозяйственное, санитарно-гигиеническое, рекреационное (объектов отдыха) и т.д.

Комплекс работ по рекультивации земель устанавливается проектом на основе совместного учета природных, хозяйственных, социально-экономических, санитарно-гигиенических условий, технологии разработки месторождения, формы и параметров отвалов; физических, химических, агротехнических свойств и биологической активности вскрышных и обнаженных пород и целого ряда других факторов. Горно-техническая рекультивация должна учитываться в общей технологии работ разреза и выполняется с помощью технологического оборудования в ходе разработки месторождений и формирования отвалов в следующем порядке [109, С.84]:

а) селективная выемка почвенного слоя и плодородных вскрышных пород, транспортирование, хранение и использование их для рекультивации;

б) размещение кислых, засоленных и скальных вскрышных пород в нижней части, а более плодородных лессовидных отложений в верхней части внешних или внутренних отвалов;

в) выполнение работ по переэкскавации и планировке отвалов.

Основными принципами рекультивации нарушенных земель являются устранение наносимого ущерба и восстановление прежнего уровня их народнохозяйственной продуктивности.

В последнее время в отрасли достигнут определенный научно-технический прогресс, особенно в области рекультивации отработанных отвальных площадей разрезов и озеленения шахтных отвалов. Так, в Карагандинском угольном бассейне породу из отвалов вывозят и используют при строительстве и восстановлении железных и автомобильных дорог, сооружений дамб и засыпке провалов, образовавшихся в результате ведения горных работ. Рекультивационные работы позволили не только улучшить первоначальный ландшафт, но и придать ему более привлекательный вид; так, на месте разработанных отвалов и рекультивированных землях создан сквер на 5,5 га. На месте Федоровского угольного разреза сооружено водохранилище с зоной отдыха для трудящихся.

В целом практика восстановления нарушенных земель показала, что наиболее трудоемкими и дорогостоящими в процессе рекультивации являются работы по снятию и складированию плодородного почвенного слоя, предшествующие вскрышным работам и работам по отвалообразованию, а также горнопланировочные работы, имеющие целью создание рельефа поверхности отвалов, пригодного для последующего целевого освоения, и включающие планировку поверхности с необходимыми уклонами.

Основная цель снятия плодородного слоя почвы состоит в том, чтобы сохранить его как природное тело и среду для обитания растительного мира. Отсюда рекультивация земель для сельскохозяйственного использования является наиболее сложной и ресурсоемкой из всех известных направлений восстановления нарушаемых земель. Рассматриваемый вид рекультивации предполагает восстановление земель двумя этапами – горно-техническим и биологическим [109, 110]. От качества проведения работ, составляющих основу горно-технического этапа, напрямую зависят агрохимические показатели плодородия сданных земель, которые определяют уровни будущих урожаев сельскохозяйственных культур в долгосрочном периоде. Объем работ, входящих в биологический этап по восстановлению плодородия, является величиной, функционально зависящей от качества земель, нанесенных на земную или отвальные поверхности по результатам горно-технического этапа. Последнее обстоятельство послужило основой для адаптации принципов стандарта ISO 9000 к системе менеджмента качества с целью ее применения в области обоснования технологий проведения горно-технического этапа рекультивации нарушенных земель.

Основная идея, используемая при разработке системы менеджмента качества, адаптированной к рекультивации земель с применением стандартов серии ISO 9000, заключается в мобилизации резервов возможностей выемочного оборудования по уменьшению объемов подрезаемых вскрышных пород в снимаемом ПСП, а также в разработке и проведении организационных мероприятий по взаимодействию элементов системы менеджмента качества на основе мониторинга рекультивируемых земель [111, С.61-62].

Принцип 1. Предприятие недропользования (угольный разрез), деятельность которого предполагает интенсивное разрушение земель сельскохозяйственного назначения, ориентировано на перспективную деятельность предприятий агропромышленного комплекса, использующего восстановленные после рекультивации земли.

Принцип 2. Руководители предприятия недропользования (угольного разреза) создают единство производственных и экологических целей организации и ее управления. Они должны создать и поддерживать внутреннюю среду, в которой работники могли бы быть полностью вовлечены в достижение, в равной степени, как производственных, так и экологических целей организации.

Принцип 3. Полное вовлечение всех работников, задействованных на работах по рекультивации земель, дает возможность использовать их способности в достижении высшей экологической цели.

Принцип 4. Желаемый конечный результат - сдаваемые после рекультивации земли высокого качества, достигается значительно эффективнее в том случае, если общее управление осуществляется на основе понимания качества как результата цепи взаимоувязанных и взаимосвязанных производственных процессов, составляющих в целом технологию работ по рекультивации.

Принцип 5. Эффективность и результативность работ по рекультивации улучшаются при определении, понимании и управлении системой взаимосвязанных процессов, составляющих технологию работ по рекультивации в соответствии с заранее установленной экологической целью.

Принцип 6. Непрерывное улучшение качества сдаваемых земель должно быть постоянной экологической целью предприятия.

Принцип 7. Эффективные решения основываются на анализе данных о процессах (снятие ПСП, его погрузка, транспортировка, разравнивание), составляющих технологию рекультивации и информации о качестве разрушаемых и восстанавливаемых земель с учетом комплексного показателя плодородия, получаемой в результате мониторинга искусственно создаваемого почвенного покрова.

Принцип 8. Предприятия недропользования (угольные разрезы) и предприятия агропромышленного комплекса, чьи земли сокращаются под воздействием открытых геотехнологий, взаимозависимы. Сданные после рекультивации земли (искусственно созданные) с высокими агрохимическими показателями позволяют предприятиям АПК получать урожаи сельскохозяйственной продукции на уровне урожаев, получаемых на землях естественного природного происхождения.

Восемь ключевых принципов стандарта ISO 9000, изложенных в логической последовательности, послужили основой установления взаимодействия и взаимосвязи элементов, составляющих систему менеджмента качества, представленную на рис. 21 [111, С.62].

В современных условиях интенсивного изъятия сельскохозяйственных угодий предлагаемая система менеджмента качества должна быть основополагающей позицией в методологии обоснования технологий

проведения горно-технического этапа рекультивации земель для сельскохозяйственного использования, как на стадии их проектирования, так и в процессе корректировки применяющихся технологий.

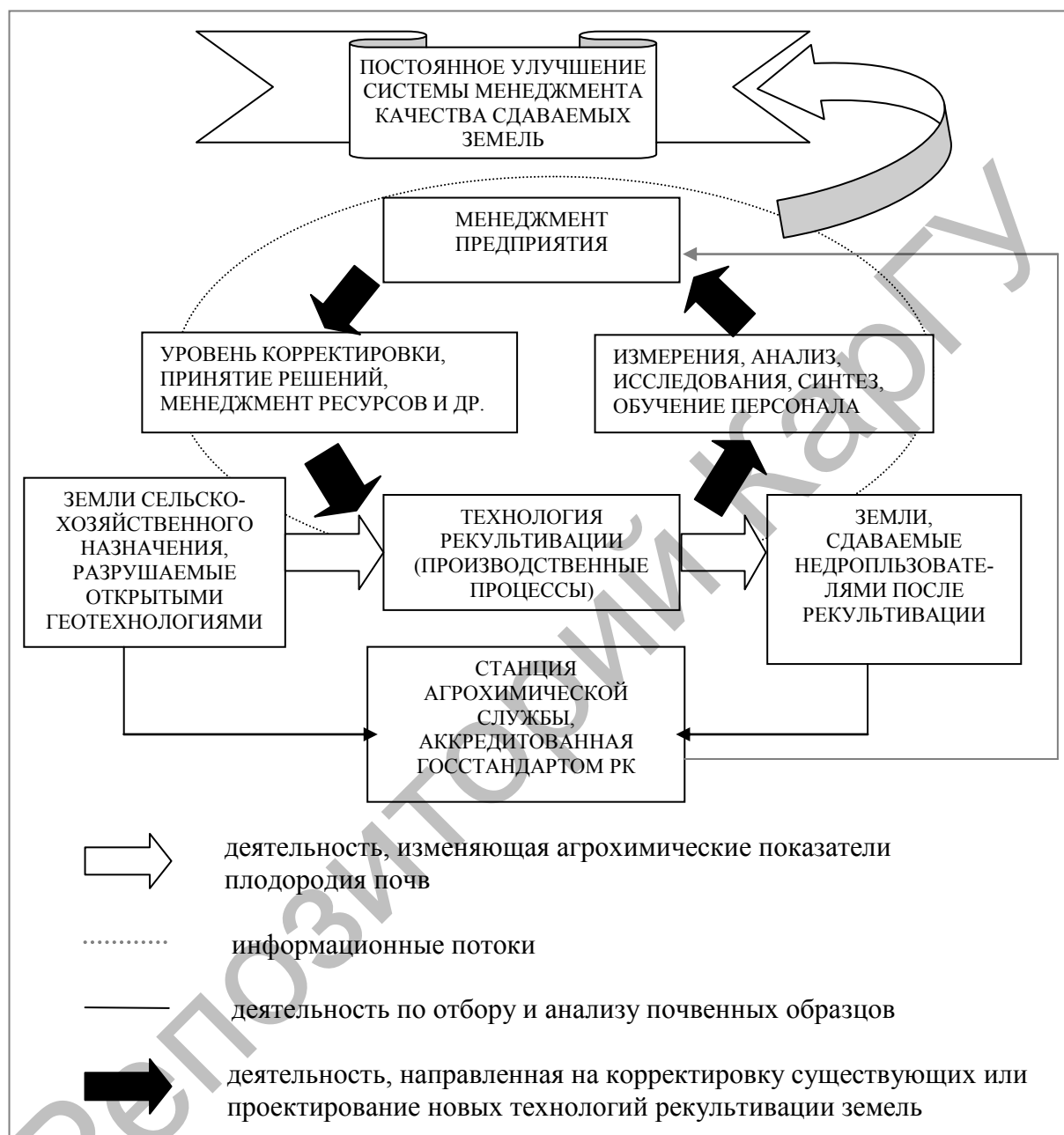


Рис. 21. Блок-схема системы менеджмента качества, основанной на процессах применительно к рекультивации земель сельскохозяйственного назначения (Примечание - данные работы [111, С.62])

В последние годы наряду с вопросами, относящимися к охране и рациональному использованию земель, вод и воздушной среды, значительное внимание уделяется охране недр. Дело в том, что недра как пространство, находящееся под поверхностью земли, являются естественной кладовой, в которой таятся разнообразные минеральные и другие природные ресурсы, жизненно необходимые для экономической жизни общества. Наряду с этим,

выступая в качестве важнейшего элемента природной среды, недра являются базисом, фундаментом наземного рельефа.

Из недр извлекают уголь, нефть, газ, являющиеся энергетическими ресурсами, а также различные полезные ископаемые, используемые для получения металлов, сырья для химической промышленности, удобрений для сельского хозяйства, строительных материалов; из недр получают значительную долю вод, в том числе лечебные минеральные и термальные воды.

В недрах размещают разнообразные технические и транспортные коммуникации и сооружения. Они используются для хранения нефти, газа, различных материалов, а также для захоронения вредных веществ и отходов производства. При этом вторжение в недра оказывает общее, иногда весьма ощутимое воздействие на природу. В ряде случаев выводятся из использования сельскохозяйственные угодья, причиняется вред лесам, меняются гидрогеологические режимы районов, рельеф местности и движение воздушных потоков, загрязняются отходами производства поверхность земли, воздушный и водный бассейны.

Задачи охраны недр отличаются от задач охраны других систем биосферы, так как недра не обладают способностью к воспроизводству. В связи с этим законодательство Республики Казахстан уделяет большое внимание охране недр от нерационального использования. Рациональное использование месторождений полезных ископаемых предусматривает наиболее полное и комплексное извлечение из недр запасов полезных ископаемых, т. е. добычу с наименьшими потерями. Оно предполагает, что добываются все необходимые для народного хозяйства полезные ископаемые, содержащиеся в том или другом месторождении.

При некомплексной же разработке полезных ископаемых из месторождений извлекаются только такие полезные ископаемые, в которых заинтересованы отдельные горнодобывающие предприятия в силу своей ведомственной принадлежности. Так, например, при некомплексной эксплуатации угольных месторождений добывается лишь уголь, а сопутствующие ему горючие газы, являющиеся ценным сырьем, выбрасываются в атмосферу, порода выдается на поверхность и складировается.

С тем чтобы вредное влияние горных работ на состояние земель, вод, лесов и других объектов природы свести к минимуму, действующими нормативно-правовыми актами установлены обязательные требования, обеспечивающие охрану природных объектов в процессе освоения и разработки недр. В новом Законе РК «О недрах и недропользовании», как указано в статье 110, требованиями в области рационального и комплексного использования недр и охраны недр являются [100, С.13]:

1) обеспечение полноты опережающего геологического изучения недр для достоверной оценки величины и структуры запасов полезных ископаемых, месторождений и участков недр, предоставляемых для проведения операций по недропользованию, в том числе для целей, не связанных с добычей;

2) обеспечение рационального и комплексного использования ресурсов недр на всех этапах проведения операций по недропользованию;

3) обеспечение полноты извлечения из недр полезных ископаемых, не допуская выборочную отработку богатых участков;

4) достоверный учет извлекаемых и погашенных в недрах запасов основных и совместно с ними залегающих полезных ископаемых и попутных компонентов, в том числе продуктов переработки минерального сырья и отходов производства при разработке месторождений;

5) исключение корректировки запасов полезных ископаемых, числящихся на государственном балансе, по данным первичной переработки;

6) предотвращение накопления промышленных и бытовых отходов на площадях водосброса и в местах залегания подземных вод, используемых для питьевого или промышленного водоснабжения;

7) охрана недр от обводнения, пожаров и других стихийных факторов, осложняющих эксплуатацию и разработку месторождений;

8) предотвращение загрязнения недр, особенно при подземном хранении нефти, газа или иных веществ и материалов, захоронении вредных веществ и отходов;

9) соблюдение установленного порядка приостановления, прекращения операций по недропользованию, консервации и ликвидации объектов разработки месторождений;

10) обеспечение экологических и санитарно-эпидемиологических требований при складировании и размещении отходов;

11) максимальное использование попутного газа путем его переработки с целью получения стратегически важных энергоносителей либо сырьевых ресурсов для нефтехимической промышленности и сведения до минимума ущерба окружающей среде.

В силу того, что потребителями недр в основном являются предприятия горнодобывающей промышленности, улучшение использования недр и усиление их охраны зависят прежде всего от правильного ведения работ этими предприятиями. Для снижения потерь полезных ископаемых в недрах осуществляются совершенствование организации работ и систем разработки, улучшение техники и технологии добычи, внедрение способов выемки ряда полезных ископаемых с закладкой выработанного пространства и др. Широко применяются методы поддержания пластового давления при добыче нефти, а также физико-химические и тепловые методы, обеспечивающие повышение на 10-25% нефтеотдачи месторождений [109, С.54].

Большое внимание охране недр уделяется в угольной промышленности.

Одним из актуальных вопросов при решении проблемы охраны окружающей среды в угольных бассейнах является обеспечение полноты выемки запасов полезных ископаемых.

Основными требованиями в области охраны недр при подземной разработке угольных месторождений являются: наиболее полное извлечение из недр и рациональное использование запасов угля; охрана угольных месторождений от подработок, затопления, обводнения и пожаров; предотвращение вредного влияния очистных работ на подземные сооружения.

Основные направления повышения полноты извлечения из нарушенных

месторождений:

а) применение химического упрочнения пород нарушенных участков кровли и почвы;

б) применение систем разработки с короткими очистными забоями при высокомеханизированной выемке.

Для участков пластов с запасами, ограниченными геологическими нарушениями, создаются технологии их отработки с использованием современной очистной и проходческой техники, применение которой позволяет повысить полноту извлечения угля до уровня 85-90%. В результате этого могут быть продлены сроки службы шахт без реконструкции и дополнительных капитальных вложений.

Значительной проблемой рационального использования недр является совершенствование технологии производства работ при разработке месторождений, направленной на снижение потерь угля при добыче.

6.4 Пути улучшения экологической обстановки в области добычи и переработки руд черных и цветных металлов

Горнорудные предприятия являются одними из крупнейших потребителей природных ресурсов и загрязнителей окружающей среды. Отходы горно-обогатительного и металлургического производств занимают огромные территории и являются источником экологического риска из-за попадания вредных составляющих в атмосферу, почву и воду. В этой связи проблемы охраны окружающей природной среды и безопасной жизнедеятельности в зоне действия ГОКов приобрели многогранный характер, затрагивают интересы сотен тысяч людей, производства и природы в целом.

За многолетний период интенсивного развития горно-металлургического комплекса общее количество накопленных отходов в черной металлургии Казахстана (железорудная, хромоворудная и марганцеворудная отрасли) составляет более 6,2 млрд. т, из них: попутной добычи и вскрыши – 92,8%, обогащения – 6,1% и металлургического передела – 1,1%. Площадь земель, занимаемая отходами, - более 15 тыс. га [112, С.153].

Основная часть отходов горно-металлургического комплекса образуется на предприятиях цветной металлургии. При добыче и переработке руд цветных металлов с получением конечного продукта 2% рудной массы перерабатывается в товарную продукцию, остальные 98% идут в отвалы и хвостохранилища. Причем для получения 1 т меди перерабатывается 100 т товарной руды; для получения 1т товарной свинцовой руды необходимо добыть 3 т рудного сырья. Отходами являются вскрышные породы, хвосты обогащения и шлаки горно-металлургических предприятий [113, С.62].

В современных экономических условиях определенную угрозу здоровью человека и окружающей среде представляет категория бесхозных накопленных производственных отходов, которые остаются без хозяина либо в результате смены владельца предприятия, либо в результате ликвидации организации.

Для Казахстана так же, как и для других стран СНГ, особую озабоченность по степени влияния на окружающую среду и жизнедеятельность человека представляют токсичные отходы, входящие в структуру накопленных промышленных отходов. На территории республики эта категория отходов представлена сложным конгломератом смеси, состоящей из токсичных, опасных и смешанных отходов. Ежегодное увеличение их объемов, хранящихся в основной массе в открытом виде, является главной причиной наблюдаемого серьезного нарушения экологического равновесия в биосфере. Как следствие, значительно усилилась степень воздействия на человека вредных веществ, содержащихся в токсичных отходах. По данным Министерства чрезвычайных ситуаций РК особенностью цветной металлургии, связанной со сложным минералогическим и химическим составом сырья, является большое количество токсичных веществ и загрязняющих отходов. В стране 63% из ежегодно образуемых токсичных отходов приходится на долю цветной металлургии [114, С.30-31].

В большинстве случаев токсичные отходы размещены в непригодных для хранения местах и сосредоточены преимущественно в депрессивных областях республики. Например особо актуальной является сегодня проблема загрязнения отходами ГОКов природной среды Восточно-Казахстанской области. Здесь в результате деятельности горнорудных предприятий накоплено около 1,4 млрд. т промышленных отходов [114, С.31]. Причем положение в данном регионе усугубляется тем, что предприятия обезвреживают лишь незначительную часть отходов, а основная, состоящая из отходов горно-обогатительного комплекса и металлургических производств, направляется в места организованного складирования. Отсюда вызывают тревогу факты роста профессиональной заболеваемости среди рабочих основных профессий в карьерах и шахтах, повышение смертности и снижение продолжительности жизни населения в горнорудных регионах Казахстана.

Одним словом, наличие огромного объема техногенных образований на земной поверхности является причиной формирования сложной экологической ситуации регионального масштаба. Это обусловливается следующими факторами:

1. Открытый способ разработки как наиболее экономичный и эффективный по добыче руд черных и цветных металлов, продолжает развиваться и в ближайшем будущем следует ожидать увеличения глубины крупных карьеров Казахстана. Это приведет к ухудшению естественного проветривания и условий труда горнорабочих на глубоких горизонтах, усилению техногенного воздействия на окружающую среду в зоне деятельности горных предприятий. Дело в том, что открытая разработка рудных месторождений связана с нарушением земной поверхности. На площади земельного отвода располагаются открытые горные выработки, отвалы забалансовых и пустых пород, хвосто- и шламохранилища, транспортные коммуникации и другие промышленные сооружения. При открытой разработке месторождений полезных ископаемых, помимо длительного отчуждения земельных площадей, происходят порча земель,

нарушение гидрогеологического режима местности, загрязнение воздушного бассейна пылью и газами, отравление флоры и фауны токсичными веществами, ухудшение санитарно-гигиенических условий района разработки месторождений.

2. При выполнении технологических операций процесса добычи руды на подземных рудниках образуются следующие отходы производства:

- а) горная порода, образующаяся при ведении горнопроходческих работ;
- б) технологический мусор;
- в) металлолом (чёрный и цветной);
- г) технологическая вода, образующаяся при ведении технологических операций (бурение шпуров, скважин, орошение горной массы, горных выработок и др.) и грунтовая вода, выделяющаяся при обнажении горных пород;
- д) образование вредных газов при ведении взрывных работ и от двигателей внутреннего сгорания самоходного оборудования;
- е) выброс в атмосферу пыли по воздуховыдающим стволам;
- ж) выбросы в атмосферу пыли цементной от бетоно-закладочных комплексов (БЗК).

Наиболее негативное влияние на экологическую обстановку оказывает выданная и складированная на поверхностных отвалах пустая порода от проходческих работ.

3. В настоящее время на золотодобывающих предприятиях Казахстана накоплено около 320 млн. т отходов и свыше 50 млн. т заскладировано на золотоизвлекательных фабриках [115, С.3]. Сейчас только в Семипалатинском Прииртышье действует более 10 горных предприятий по добыче золота, которые в совокупности наносят большой вред окружающей среде. К крупнейшим из них относятся: Бакырчик, Жанал, Центральный Мукур, Суздальское, Миялы, Жерек.

Помимо этого, имеется ряд россыпных месторождений, при разработке которых используются драги - плавающие искусственные сооружения, работающие в естественном или искусственном водоемах. Основное воздействие их на окружающую среду выражается в загрязнении водоемов минеральными частицами ила, нарушениями рельефа местности в результате образования выемок и насыпей при подготовке и отработке дражного полигона [116, С.36].

4. При разработке рудных месторождений на земную поверхность извлекают породы с глубин, превышающих мощность гидравлически активной зоны, вследствие чего в руде и вскрышных породах присутствуют как нерастворимые, так и легкорастворимые минералы, в том числе содержащие высокие концентрации таких токсичных металлов, как медь, цинк, свинец, марганец, кадмий, а иногда и особо токсичных — бериллий, таллий, ртуть, мышьяк.

5. В процессе обогащения кондиционных руд образуются отходы производства, складированные в хвосто- и шламохранилища. Так, при обогащении руд цветных металлов выход хвостов составляет 92-96%, а

железных и марганцевых руд - 50-70%. С каждой тонной хвостов с обогатительных фабрик удаляется от 3 до 10 м³ сточной воды. На удаление и хранение отходов обогащения затрачивается в среднем 5-8% стоимости производимой продукции.

По Казахстану в хранилища отходов горного, обогатительного и металлургического производств поступает ежегодно 30 млн.т сырья, в том числе 14 млн.т хвостов обогащения, около 14 млн.т вскрышных пород и порядка 1,5 млн.т металлургических отходов [115, С.2].

Основную массу отходов металлургического производства составляют шлаки свинцового и медеплавильного производства и клинкер-цинкового завода. Часть отвалов складировуют в водоохраных зонах. Такое размещение отходов ведет к загрязнению окружающей среды из-за пылевого рассеивания и размыва дождевыми и талыми водами, а также загрязняет поверхностные и подземные воды.

6. Непрерывный сброс пульпы в хвосто- и шламохранилища и золоотвалы, и отсутствие противофильтрационных экранов в ложе и ограждающих дамбах вызывают значительные потери воды от общего объема жидкой фазы. В результате этого окружающие территории подвергаются интенсивному подтоплению, а подземные воды - загрязнению до еще более высоких концентраций солей тяжелых металлов.

7. Негативное воздействие вышеперечисленных техногенных объектов не ограничивается только загрязнением подземных вод. Не менее значительный ущерб окружающей среде причиняет снос пыли с отвалов и сухих пляжей хвостохранилищ и золоотвалов. Этот фактор также следует относить к постояннодействующим, поскольку атмосферная пыль, оседая на окружающие территории, загрязняет земную поверхность, а при последующем растворении токсичные соединения мигрируют в почвы, подпочвы и в конечном счете в подземные воды.

8. Крайняя опасность наземного размещения техногенных образований заключается в том, что их отрицательное воздействие на окружающую среду осуществляется в течение очень длительного периода.

Кстати на предприятиях горно-металлургического комплекса тяжелое положение сложилось и с вредными выбросами в атмосферу:

а) основным загрязнителем атмосферы в республике является БГМК (Балхашский горно-металлургический комбинат, входящий в состав ТОО «Корпорация «Казахмыс»), выбросы которого составляют пятую часть (около 20%) всех загрязнений в стране; на втором месте находится АО «Арселор Миттал Темиртау» - почти 15% [117, С.234];

б) в настоящее время наибольший уровень загрязнения атмосферы наблюдается в городах, где располагаются горно-металлургические предприятия: Темиртау, Балхаше, Усть-Каменогорске, Риддере, Жезказгане, Шымкенте;

в) на долю предприятий черной металлургии приходится 15-20% общих загрязнений атмосферы промышленностью, что составляет более 10,3 млн. т вредных веществ в год, а в районах расположения крупных металлургических

комбинатов - до 50%. В среднем на 1 млн. т годовой производительности заводов черной металлургии выделение пыли достигает 350 т/сут., оксида углерода - 400 т/сут., оксида азота - 42 т/сут. [118, С.219];

г) при производстве глинозема в атмосферу выбрасываются следующие вредные вещества: пыль неорганическая, углерод и азот, диоксид серы, зола мазутная; кроме того, в процессе кальцинации выбрасывается пыль глинозема (алюминия оксид), в процессе спекания — пыль спека. Загрязняющие вещества с дымовыми и аспирационными газами поступают в атмосферу через дымовые трубы различных печей и трубы систем аспирации;

д) переделы металлургического производства свинца и цинка сопровождаются образованием весьма значительных объемов технологических и вентиляционных газов, требующих эффективной очистки перед выбросом их в атмосферу для защиты воздушного бассейна от загрязнения вредными веществами и извлечения ценных составляющих компонентов перерабатываемого сырья. Воздушный бассейн территорий, прилегающих к свинцовым и цинковым заводам, загрязняется в основном соединениями свинца и серы.

Поскольку смягчение, а в ряде случаев и ликвидация огромного негативного экологического влияния токсичных материалов, накапливаемых в хранилищах и свалках, приобрели на сегодняшний день острую актуальность, встает вопрос: что же делать в будущем? Очевидно, предприятия и компании горно-металлургического комплекса должны решительно переходить на систему рационального природопользования, включающего следующие приоритетные направления.

1. В дальнейшем стратегия и тактика решения проблем образования отходов должны базироваться на концепции устойчивого развития отечественных горнорудных предприятий. Сегодня в связи со структурной перестройкой горнодобывающей промышленности и изменением форм собственности, приватизацией и другими сложнейшими процессами особенно важно отметить целесообразность инновационных подходов и решений в осмыслении и реализации концепции устойчивого развития любого объекта.

2. В свете реализации Госпрограммы форсированного индустриально-инновационного развития страны в 2010-2014 гг. ключевым фактором решения экономических проблем может стать модернизация производства за счет использования инновационных технологий и прогрессивного оборудования. Об этом свидетельствует зарубежный и отечественный опыт. Принципиальным недостатком ныне действующих технологий является извлечение одного полезного компонента при высоком содержании сопутствующих полезных компонентов, которые уходят в отходы. Например, на отечественных предприятиях горно-металлургического комплекса в отвалах накоплены сейчас остродефицитные полезные компоненты, ценность которых составляет 25-50% от суммарной ценности добытого минерального сырья [115, С.3]. С другой стороны, несовершенство функционирующих технологий перерабатываемого сырья приводит к

накоплению в отвалах вредных тяжелых металлов, радионуклидов, продуктов разложения технологических реагентов и других вредных веществ. Наличие же в отвалах тяжелых металлов и других веществ, содержание которых превышает ПДК, не позволяет использовать их в промышленно-гражданском и дорожном строительстве.

3. На примере цветной металлургии, которая относится к числу отраслей с наибольшим выходом промышленных отходов на единицу продукции, наиболее четко можно проследить, как устаревшие энергоемкие технологии и оборудование загрязняют окружающую среду. Дело в том, что при начальном проектировании и строительстве значительной части ныне действующих предприятий цветной металлургии не учитывались требования рационального природопользования и снижения негативного воздействия производственной деятельности на среду обитания. В условиях формирования рыночных отношений вопросам экологии промышленного производства предприятиями уделяется недостаточно внимания. Вовлечение в переработку предприятиями сложного по составу полиметаллического сырья привело к росту получаемых промпродуктов, оборотных материалов и шлаковых отходов. Технологии, созданные 30-40 лет тому назад, оказались неадаптированными к переработке такого вида сырья. Образованные промпродукты и другие отходы предприятий из-за отсутствия рациональной технологии начали накапливаться на территории предприятий. В результате даже при значительном снижении объема выпускаемой продукции ущерб, наносимый предприятиями окружающей среде за счет накопления больших объемов указанных продуктов, с каждым годом ощутимо возрастает. [114, С.30].

4. В перспективе главной задачей горно-обогатительных и металлургических производств должна стать минимизация поступления металлосодержащих отходов в отвалы за счет снижения потерь металлов на всех технологических циклах: от добычи и обогащения до металлургического передела. Сегодня на долю добычи и металлургии приходится около 40 % потерь, на долю обогащения – более 60%, а с учетом комплексности использования – более 75%. Средневзвешенные потери металлов колеблются от 22 до 52%, причем для полиметаллических – 25 –35, а редкометалльных –30 –52% [115, С.3].

На горнорудных предприятиях Восточно-Казахстанской области (регион является крупным и ведущим центром добычи и переработки руд цветных металлов) вместе с накопленными отходами, образующимися в производственной цепи добыча-обогащение-металлургия, теряется более трети добываемых с рудами цветных и благородных металлов, замораживаются огромные запасы разнообразного строительного сырья. Сквозные потери свинца составляют 33 %, цинка - 28, меди -21, золота -41, серебра -35%. Из общих сквозных потерь при добыче теряется 15-20 % цветных и 8-12 % благородных металлов, при обогащении - соответственно, 43-48 и 74-75%, при металлургии 35-42 цветных и 14-17 % благородных металлов. Превышение потерь ценных компонентов при обогащении в 2-3 раза по сравнению с

потерями в горном производстве и при металлургической переработке привело к возникновению многочисленных техногенных месторождений. Точное определение объемов промышленных отходов и тем более управление ими, по утверждению Территориального управления охраны окружающей среды Восточно-Казахстанской области, в настоящее время не представляется возможным [114, С.31].

5. Поскольку существующие ныне в Казахстане технологии переработки сырья по выходу отходов (на единицу продукции) значительно превосходят зарубежные аналоги, в будущем улучшение экологической обстановки в области добычи и переработки руд цветных и черных металлов полностью определяется разработкой новых инновационных технологий как для исходного сырья в первичных переделах, так и для переработки отходов этих производств. Без решения технологических проблем одни лишь организационные усилия не приведут к улучшению экологической безопасности в районах накопления отходов. Организационные усилия будут эффективны в том случае, когда производства будут привлекать к наукоемким технологиям.

6. В дальнейшем проблема ликвидации техногенных образований может быть успешно разрешена путем совмещения двух операций — переработки техногенных образований и технической рекультивации выемок отработанных карьеров и зон обрушения шахт. Особенно негативное влияние техногенных объектов на окружающую среду позволит снизить интенсификация рекультивации нарушенных земель. Это означает, что при определении возможных направлений рекультивации различных типов нарушенных земель необходим учет следующих факторов:

- а) основные виды воздействия нарушенных земель на окружающую среду и технически возможные направления рекультивации;
- б) устойчивые показатели природных условий, которые могут ослаблять или усиливать неблагоприятное воздействие нарушенных земель и влиять на вид использования восстанавливаемых ландшафтов;
- в) характер использования территории и размеры ущерба, причиняемого различным видам хозяйственной деятельности;
- г) потребность в расширении площадей различного назначения с учетом социальных и природоохранных требований общества;
- д) оценка санитарно-гигиенических, рекреационных и эстетических эффектов различных направлений рекультивации.

7. В настоящее время при открытой разработке месторождений золота применяется метод кучного выщелачивания. При выщелачивании же золота источниками загрязнения природной среды являются твердые отходы производства, т.е. штабели руды после выщелачивания, цианидсодержащие растворы, нефтяные отходы, тара из-под сильнодействующих ядовитых веществ (СДЯВ), применяемых в технологическом процессе.

Проектом предусматривается обезвреживание отработанного рудного штабеля путем промывания раствором гипохлорида кальция и сам раствор

после использования подлежит обезвреживанию. Обезвреживание цианидсодержащих растворов будет производиться также гипохлоридом кальция. Нефтяные отходы и тара из-под СДЯВ подлежат утилизации. Однако технология обезвреживания образующихся отходов несовершенна и требует специального изучения [116, С.37].

Видимо, в ожидаемой перспективе экологическая безопасность ведения процесса кучного выщелачивания должна достигаться при соблюдении следующих условий:

- обеспечение гидравлической изоляции площадок и коммуникаций на участках кучного выщелачивания;
- установление оптимальных концентраций цианида в рабочем растворе с целью уменьшения экологической нагрузки на технологические комплексы;
- своевременное обеззараживание отходов производства, площадок кучного выщелачивания и технологического оборудования по завершению процесса;
- проведение регулярных наблюдений за состоянием атмосферы, поверхностных и грунтовых вод в районе ведения работ;
- строгое соблюдение организационно-технических мероприятий технологического процесса выщелачивания.

8. Одним из приоритетных направлений природоохранной политики может стать совершенствование действующих и развитие новых принципов и методов оценки состояния природных объектов и экологического нормирования всех видов антропогенных воздействий. Важный шаг на пути к эффективному решению этой задачи - создание геоинформационной среды мониторинга объектов и нормирования экологической нагрузки. Такая система позволит реализовать комплексный подход по оценке и ранжированию всех видов источников загрязнения с учетом их взаимовлияния, выявлению наиболее опасных загрязнителей с позиций экологического нормирования, в основе которого лежат нормативы предельно допустимых вредных воздействий на природные объекты. А это, в свою очередь, будет способствовать выработке рекомендаций по поддержке принятия управляющих решений для организации рационального природопользования.

9. Для организации качественного управления и контроля за массой отходов необходимо обоснованное определение класса их опасности, которое даст возможность выбрать эффективную систему безопасного складирования, обезвреживания, минимизации образования отходов производства. Это, в свою очередь, позволит уменьшить затраты на их размещение, сброс сточных вод в природные водные объекты и т.д. Для складирования больших объемов отходов производства используются специальные гидротехнические сооружения, шламохвостохранилища, накопители жидких и твердых отходов. Ввиду специфических свойств складироваемых отходов, а также их токсичности влияние таких сооружений на окружающую среду огромно, поскольку происходит загрязнение поверхностных и подземных вод, атмосферного воздуха и почв прилегающих территорий в радиусе десятков километров [117,

С.238].

В эксплуатации таких сооружений недопустимы нарушения как технологического, так и экологического режима, что может привести к тяжелым экологическим катастрофам. Для профилактики предотвращения аварийных ситуаций и экологических катастроф необходимо внедрять жесткие и эффективные системы контроля, которые позволят своевременно проводить ремонтные работы, закрыть сбросы в хранилища, оповестить о надвигающейся угрозе и принять необходимые меры для предотвращения или сокращения ущерба, законодательно запрещать работу предприятий, представляющих угрозу окружающей среде и населению.

Анализ современного состояния охраны воздушного бассейна от загрязнения вредными веществами пылегазовыбросов в зоне влияния производств свинца, цинка, меди, алюминия и других цветных и черных металлов, системы нормирования выброса загрязняющих веществ в атмосферу и контроля соблюдения установленных нормативов допустимого выброса позволяют определить основные направления работ с целью исключения имеющихся недостатков и обеспечения коренного улучшения защиты атмосферы от загрязнения вредными веществами, а именно:

а) необходим переход на прогрессивные технологические процессы, позволяющий резко сократить объем образующихся газов и осуществить полную утилизацию диоксида серы. Например, в производстве первичного свинца к числу таких процессов и аппаратов относится КИВЦЭТная технология переработки полиметаллического сульфидного сырья в комплексе с примыкающим непосредственно к газоохладителю агрегата электрофильтром для высокозапыленных сернистых газов без аппаратов предварительного грубого пылеулавливания с последующей утилизацией диоксида серы [119]. Она позволяет обеспечить минимальный выброс загрязняющих веществ в атмосферу: свинца в пыли - 0,06 кг/т свинца, диоксида серы - 4,7 кг/т свинца [120];

б) главным способом защиты атмосферного воздуха от загрязнения пылегазовыми выбросами свинцовых и цинковых заводов остается очистка пылегазовыделений перед их поступлением в воздушный бассейн в пылегазоулавливающих установках и последующее рассеивание в атмосфере с помощью высоких дымовых труб;

в) по данным исследований [121, С.20], концентрация пыли от хвостохранилищ горно-обогатительных комбинатов за пределами санитарно-защитных зон больше санитарных норм. В этих условиях защита воздушного бассейна от загрязнения возможна путем применения естественного зарастания поверхности откосов дамбы хвостохранилища после нанесения плодородного слоя почвы мощностью 0,1 м;

г) поскольку интенсивное развитие открытого способа добычи руд черных и цветных металлов в последние годы привело к негативным экологическим последствиям, в дальнейшем проблемы аэрологии и экологии карьеров как составной части общей стратегии охраны окружающей среды на ГОКах невозможно рассматривать без учета технологического, технического,

социально-гигиенического и экономического аспектов. В этой связи аэрология и экология карьеров должна представлять собой совокупность научных проблем, объединенных в рамках экосистемы «карьер-окружающая среда-человек» с учетом единого механизма деятельности горнорудного предприятия.

Опираясь на эти положения и с учетом технологического и технического аспектов проблемы специалистами разработаны модель эколого-экономически сбалансированных взрывных работ и концепция переориентации крупномасштабных массовых взрывов в карьерах на отработку руд с использованием малых объемов ВВ (взрывчатых веществ). Это позволяет сократить пылегазовые выбросы в атмосферу в десятки и сотни раз. Показано, что эколого-экономическая сбалансированность взрывных работ достигается при равнозначности, минимизации затрат на БВР (буровзрывные работы) и экологического ущерба, и определяет рациональную мощность заряда ВВ для заданных горнотехнических условий с учетом метеорологического, технического и социально-гигиенического факторов в экосистеме «карьер - окружающая среда - человек» [122, С.54].

Модель эколого-экономически сбалансированных взрывных работ на карьерах отражена на рис. 22;

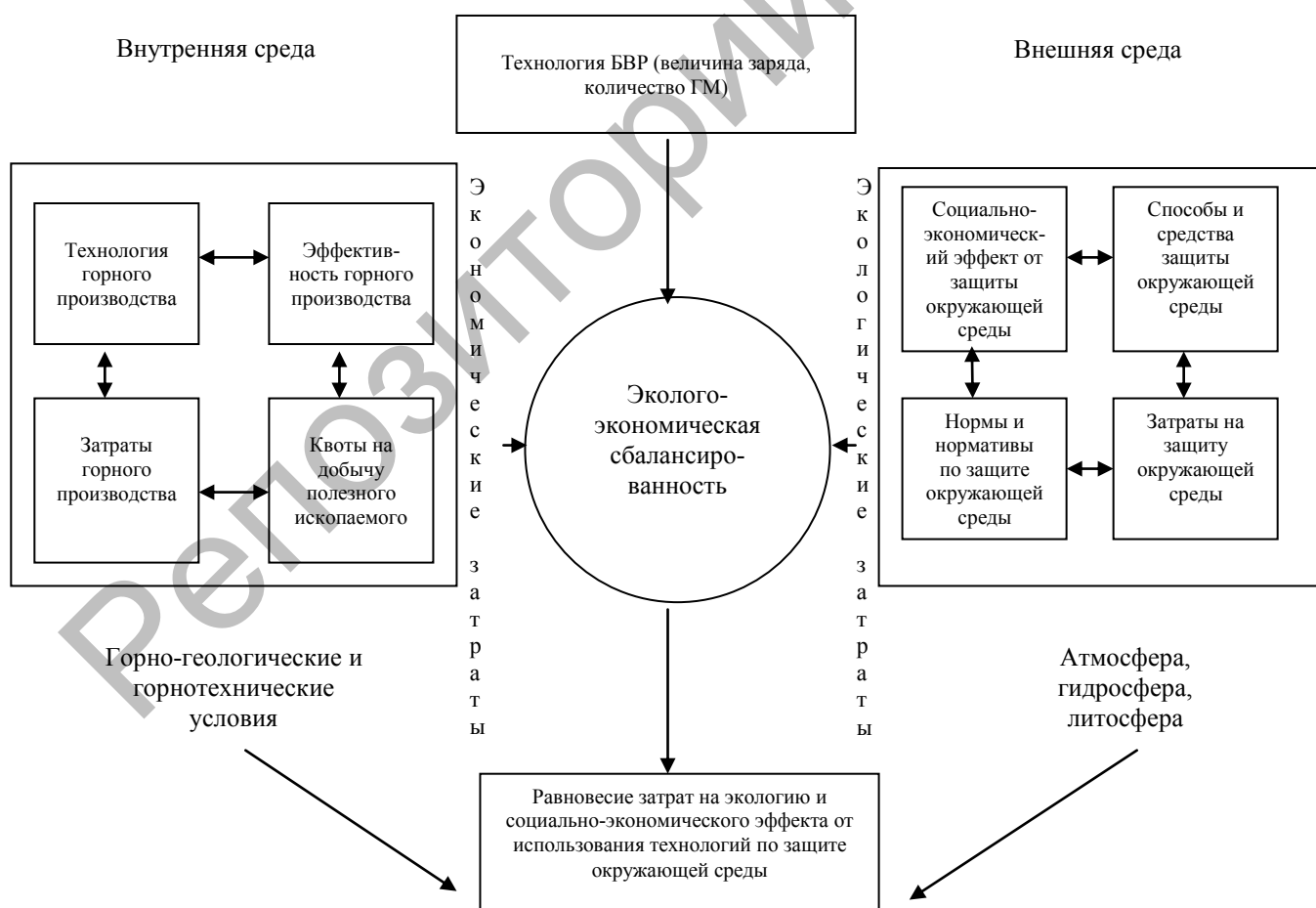


Рис. 22. Модель эколого-экономически сбалансированных взрывных работ в карьере (Примечание – данные работы [122, С.54])

д) в обеспечении экологической безопасности важная роль должна отводиться формированию экологического мониторинга разработки рудных месторождений с целью:

- выявления динамики, направления, масштабов и причин изменений в результате антропогенной деятельности;
- оценки угрозы изменений окружающей природной среды социально-экономической системе общества;
- определения мер и средств своевременного предотвращения экологической угрозы;
- организации информационного взаимодействия с органами охраны окружающей среды;
- информирования населения об экологической обстановке в районе добычи полезных ископаемых;
- оценки текущего состояния окружающей природной среды;
- составления текущих, оперативных и долгосрочных прогнозов изменения состояния в районе разработки месторождения;
- приостановления процессов загрязнения земель, уменьшения масштабов их техногенного нарушения и активизация их восстановления;
- снижения природоемкости при складировании отходов производства и повышения уровня экономической эффективности;
- уменьшения загрязнения атмосферного воздуха за счет снижения объемов выбросов загрязняющих веществ;
- снижения объемов сброса загрязненных сточных вод при добыче полезных ископаемых и обеспечения улучшения состояния водных объектов на территории расположения добывающих предприятий;
- экономической оценки ущерба от отрицательного воздействия разработки месторождений на окружающую природную среду;
- разработки рациональных мероприятий по ослаблению негативных последствий освоения месторождений полезных ископаемых;
- контроля и оценки внедрения мероприятий по уменьшению вредного воздействия разработки месторождений;

е) в будущем нужна замена эпизодического контроля выброса загрязняющих веществ в атмосферу непрерывным автоматическим с передачей результатов на центральный пульт управления.

В целом рассмотренные нами направления воздействия рудных месторождений на основные природные ресурсы окружающей среды позволяют сформировать необходимое множество управленческих решений для обеспечения требуемого качества ресурсов и обосновать необходимые экологические параметры разработки того или иного месторождения в соответствии с постановкой задачи.

Глава 7. СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОПУТНЫХ ПРОДУКТОВ, ОТХОДОВ И ВТОРИЧНЫХ РЕСУРСОВ ГОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

7.1 Эколого-экономический эффект, приносимый полезным использованием попутных продуктов в горнодобывающей промышленности

Попутные продукты (порода, шахтный метан, шахтные воды) представляют в своей основе материал, созданный природой. Поэтому к определению приносимого ими эффекта применимы принципы экономической оценки природных ресурсов. Причем экономический эффект, приносимый полезным использованием попутных продуктов, включает как бы два важных, тесно связанных между собой компонента – экономию самого ресурса и охрану окружающей среды.

В настоящее время основная доля – около 80% объема всех твердых, жидких и пылегазовых отходов горнодобывающих отраслей образуется на предприятиях угольной промышленности, черной и цветной металлургии. Поэтому на угледобывающих предприятиях главной проблемой является не только более полная выемка угля, но и использование попутных минеральных ресурсов недр.

В последние годы на предприятиях по добыче угля общие объемы вынимаемой породы непрерывно растут и будут расти далее. На угольных разрезах это связано в основном с ростом коэффициента вскрыши, на шахтах – с увеличением добычи угля из тонких пластов, объемов перекрепления горных выработок, а также с вовлечением в разработку пластов угля с высокой зольностью. Утилизация породы позволяет не только нивелировать влияние указанных факторов, действующих в пределах угледобывающего предприятия, но и обеспечить народнохозяйственный эффект.

К настоящему времени накоплен уже большой и убедительный опыт, свидетельствующий, что вскрышные и шахтные породы угольных предприятий могут и должны найти весьма широкое и разнообразное использование в народном хозяйстве. Конечно, технологические возможности и экономическая эффективность того или иного способа использования пород в каждом конкретном случае очень различны и во многом зависят от относительного месторасположения шахты (разреза) и потребителя пород, наличия и дешевизны других строительных материалов, транспортных условий, конкретного физико-химического состава пород и доступной технологии их переработки. Проблема эта имеет большое народнохозяйственное значение и заслуживает самого большого внимания.

На шахтах СНГ (России, Украины, Казахстана) накоплен определенный опыт использования породы для закладки выработанного пространства без выдачи ее на поверхность. Хотя использование шахтной породы осуществляется пока в ограниченных объемах, тем не менее полученные результаты подтвердили, что технология добычи угля с оставлением породы в шахте ока-

зывает положительное влияние на экономическую эффективность работы шахт.

Сложились следующие основные направления оставления и использования породы в шахте [109, С.109-110]:

- использование породы от проведения выработок для выкладки бутовых полос;
- оставление породы от проведения ремонта выработок в погашаемых подготовительных;
- использование породы от проведения и ремонта выработок для закладки в выработанное пространство очистных забоев;
- оставление породы в выработанном пространстве от присечки в очистном забое тонких и весьма тонких угольных пластов.

Одним из наиболее естественных (хотя и дорогостоящих) способов использования горной породы является оставление ее в шахте для закладки выработанного пространства и забутовки горных выработок, т.е. для поддержания кровли в забоях. Такое использование пород, бесспорно, обеспечивает наилучшие условия для поддержания кровли в выработанном пространстве, крепления и ремонта горных выработок. При этом практически отсутствует проседание почвы на поверхности, что особенно важно при подработке ценных сельскохозяйственных земель, городских и прочих территорий. В этих случаях закладка выработанного пространства породой вообще является единственным допустимым способом ведения горных работ. Поэтому оставление породы в шахте в этих случаях непосредственно позволяет повысить полноту извлечения угольных ресурсов. Особенно важным это бывает для пластов углей дефицитных марок, залегающих в благоприятных горно-геологических условиях и в обжитых промышленных районах. Такую же запасосберегающую роль играет технология закладки выработанного пространства и в тех, еще более частых случаях, когда она позволяет уменьшить размеры предохранительных целиков угля, оставляемых для поддержания кровли. Главное достоинство данного способа - достижение наиболее высокого уровня извлечения угля, что обеспечивает повышение эффективности разработки месторождения. Однако этот способ имеет следующие негативные стороны. Во-первых, при существующей технологии для его применения необходимы дополнительные затраты. Во-вторых, снижается интенсивность горных работ. В-третьих, безвозвратно теряются попутные продукты, содержащиеся в породе. Окончательный вывод об эффективности данного способа должен делаться по итогам технико-экономического расчета вариантов. Альтернативой здесь является выдача породы на поверхность с последующей ее переработкой и полезным использованием. Породы эти содержат широкий комплекс сопутствующих полезных ископаемых – огнеупорные тугоплавкие, строительные, бентонитовые и керамические глины; песок; карбонатное сырье; скальные породы; горючие сланцы; графит; самородную серу [123, С.132-133].

Большую работу по совершенствованию технологии утилизации породы от проходческих работ в закладку проводят в последнее время отечественные

горнорудные предприятия и компании, ведущие отработку полиметаллических месторождений. Тем более в условиях рыночной экономики возникла необходимость дополнить и уточнить методы определения эффективности утилизации породы от проходческих работ в закладку без выдачи ее на поверхность, в том числе ее доставки и возведения комбинированных закладочных массивов переменной прочности с использованием пустой породы с учетом горно-технологических возможностей горнорудных предприятий, и уровня экономической эффективности ее утилизации на основе законов рыночной экономики и с учетом воздействия горных работ на окружающую среду.

Как показало исследование [124, С.10], оценка экономической эффективности утилизации породы от проходческих работ в закладку в условиях рыночной экономики должна сводиться к расчету чистой дисконтированной стоимости (Net Present Value - NPV). Для технологии отработки полиметаллических месторождений системами разработки со сплошной выемкой запасов руд с закладкой авторами были выявлены накопленные дисконтированные потоки денежных средств при различных схемах утилизации годового объема породы от проходческих работ при расстоянии доставки породы самоходными ПДМ Cat R-1700 в шахте 300 м и ставке дисконта 0,15 за период 2006 - 2008 гг.

В результате проведенных расчетов накопленных дисконтированных потоков денежных средств при утилизации пустой породы в закладку комплексом самоходного оборудования «ПДМ Торо-400 - транспортная машина Торо-35» установлено, что в сравнении с вариантом утилизации породы в закладку самоходными ПДМ Cat R-1700 значительный экономический эффект достигается при достаточно больших расстояниях доставки пустой породы в пустоты отработанных камер (более 300-500 м).

В настоящее время накоплен практический опыт (особенно в России) в использовании выработанного пространства в качестве полигонов для складирования нетоксичных или слаботоксичных отходов горного производства. На самом деле в большинстве случаев объем выработанного пространства больше или равен объему отвалов и хвостохранилищ. В этой связи, по мнению специалистов [125, С.71], складирование вторичных отходов в карьеры дает следующие преимущества:

- отпадает необходимость в отводе новых земельных участков для размещения отходов;
- обеспечивается техническая рекультивация и возвращение в хозяйственный оборот практически всех земель, нарушенных горными работами;
- ликвидируются техногенные образования, являющиеся постояннодействующими очагами загрязнения атмосферы, подземных и поверхностных вод;
- достигается постоянство минерального и химического состава вторичных отходов, что может быть благоприятным фактором при их последующей более глубокой переработке.

Последнее преимущество является весьма существенным, поскольку техногенные образования, заскладированные на земной поверхности, подвергаются непрерывному изменению путем окисления и последующего выщелачивания сульфидов, что приводит к снижению содержания в них металлов. Более того, переработка сырья, в котором тяжелые металлы содержатся в виде окислов, сульфатов, карбонатов и сульфидов, по существующим технологиям характеризуется более низким извлечением полезных компонентов, не говоря уже о той части, которая была растворена и потеряна с фильтратом.

Неизбежным процессом добычи угля подземным способом является углубление горных работ. А в глубоких шахтах, как известно, условия ведения подготовительных и очистных работ очень осложнены: повышаются горное давление и температура горных пород, увеличиваются газообильность и запыленность забоев, более весомым становится фактор выбросоопасности. В связи с этим определенное место в развитии природоохранных мероприятий занимает утилизация шахтного газа метана, выносимого вентиляционными потоками и дегазационными системами.

При определенных соотношениях концентрации метана в шахтной атмосфере он представляет серьезную опасность, так как может стать источником взрыва, а также препятствует увеличению нагрузки на очистной забой, повышению темпов подготовки и отработки выемочных полей. Поэтому для обеспечения допустимых концентраций метана на шахтах применяется дегазация, в результате которой резко улучшаются все технико-экономические показатели процесса угледобычи.

Газ, извлекаемый при дегазации вакуум-насосными установками угольных шахт, по происхождению относится к природным углеводородам и является попутным продуктом разработки угольных месторождений. Количество метана, содержащегося в подрабатываемых толщах дегазируемых шахт глубиной 500 м, эквивалентно 10-15% добываемого ими угля. Если извлекать только половину запасов газа, то годовая его добыча будет эквивалентна 2 млн. т условного топлива [123, С.136].

До середины 70-х годов XX столетия общепринятым способом борьбы с метаном было проветривание горных выработок с помощью больших объемов воздуха. Однако с развитием подземного способа добычи и разработкой более метаноносных угольных пластов использование одной лишь системы вентиляции стало недостаточным. Введение заблаговременной дегазации посредством бурения дегазационных скважин и вакуумного отсасывания позволило снизить нагрузку на системы вентиляции и дополнительно повлекло за собой увеличение производительности угольных шахт. Дело в том, что при неэффективной вентиляции приходится приостанавливать добычу угля всякий раз, когда доля метана в воздушной смеси приближается к взрывоопасному уровню. Адекватная система дегазации позволила значительно снизить время подобных простоев и свести к минимуму количество чрезвычайных происшествий на шахтах.

Развитие технологии также облегчило задачу дегазации угольных шахт.

В зависимости от геологических особенностей пластов дегазация может проводиться посредством бурения вертикальных скважин в неотработанные и отработанные участки или горизонтальных и наклонных скважин из шахтного пространства. Накопленный опыт в изучении метаноносных пластов позволил лучше адаптировать систему дегазации к конкретному резервуару и повысить эффективность производимых операций.

Сегодня, используя современные технологии для изучения шахтных пластов и проведения дегазационных работ, угольная компания может добиться значительного увеличения количества каптируемого метана в высоких концентрациях. Тем более шахтный газ остается значительным, но практически неосвоенным ресурсом с основными запасами, находящимися в примерно десятке стран.

В настоящее время наибольшие успехи в извлечении и утилизации угольного метана (УМ) характерны для США. Американцы провели разведку запасов УМ на своей территории, составляющих ныне около 7% суммарных запасов природного газа, и освоили широкомасштабную добычу [126, С.46]. Правительство США предоставило значительные налоговые льготы фирмам, вкладывающим деньги в разведку и добычу газа метана.

Прогнозируется, что со временем метан угольных пластов, ресурсы которого составляют около 8 трлн. м³, станет основным источником газа Западной Канады.

Второй страной с промышленным производством метана из угольных пластов является Китай с его ресурсами газа, оцениваемыми в 30 трлн. куб. м. В России, в Кузбассе, ресурсы метана оцениваются в 13 трлн. м³. Для осуществления проекта было создано ОАО «Кузбассгазпром» - дочернее предприятие ОАО «Востокгазпром», входящего в структуру «Газпрома».

В угольных пластах Карагандинского бассейна содержится около 4,3 трлн. м³ газа метана, являющегося экологически чистым топливом, эквивалентным по калорийности 2 млрд. т каменного угля. В целом по Казахстану ресурсный потенциал метана в угольных месторождениях оценивается в 11-14 трлн. м³ [127, С.5].

Шахтный газ, с одной стороны, сродни природному газу, т.е. обладает полезными свойствами горючего топлива. Благодаря экологичности, высокой транспортабельности, а также широкому использованию в качестве энергоносителя и химического сырья значимость газового топлива с каждым годом возрастает. С другой стороны, при попадании в атмосферу он наносит сильнейший урон экологической обстановке. Основной компонент шахтного газа, метан (CH₄), в 21 раз сильнее, чем углекислый газ (CO₂) по своей способности создавать парниковый эффект на планете [128, С.63]. Именно международное внимание к проблемам изменения климата и недавняя ратификация Киотского Протокола повлекли за собой усиление интереса к проблеме утилизации шахтного газа. Это означает, что в будущем дегазация на шахтах должна рассматриваться не только как средство борьбы с газовыделением в выработке, но и как один из методов добычи в промышленных масштабах ценного газообразного топлива.

При этом надо иметь в виду, что при проведении дегазационных работ шахтный газ смешивается с воздухом и приходит на поверхность в концентрации более низкой, чем 100%. В тех случаях, где концентрация достаточно высока, шахтный газ может использоваться аналогично природному газу, например, в газовых двигателях или турбинах с целью производства электричества. Другие способы использования включают сжигание в котельных для нагрева воды или центрального отопления, для обеспечения газом жилого фонда или в газовых колонках, для сушки угля или других промышленных целей.

На сегодняшний день в мире существует ряд проектов, где шахтный метан используется для производства электричества. Наибольшим опытом ведения подобных проектов (свыше десяти лет) обладают Австралия, Германия, Япония, Великобритания и США. Международный опыт использования УМ на шахтах для производства энергии доказывает перспективность мер перевода казахстанской промышленности и энергетики на метан.

Как известно, большинство крупных отечественных промышленных предприятий находится в центральной и восточной части нашей страны, а источники углеводородного сырья — на западе и юго-западе. Центральный же и восточный регионы обладают значительными ресурсами метана. Это дает возможность использовать добываемый газ на промышленных энергетических объектах Карагандинской, Павлодарской и Акмолинской областей, расположенных в непосредственной близости от угольных месторождений.

Необходимо отметить, что даже частичный перевод промышленности и энергетики этих регионов на метан может дать значительный и экономический эффект. Кроме того, этот газ можно успешно использовать как топливо для автотранспорта, выработки не только аммиака, цианида натрия, метанола, ацетилена, водорода, сажи, но и текстильного волокна и пластмассы.

В будущем необходим новый подход к проблеме безопасной добычи угля и утилизации метана (в максимально полном объеме). В частности, анализ отечественного и международного опыта извлечения шахтного метана показывает, что наиболее эффективным методом может стать только комплексная дегазация метаноугольного месторождения.

Изучение проблемы утилизации УМ показало, что извлечение шахтного метана в процессе добычи угля целесообразно осуществлять в следующих четырех самостоятельных технологических стадиях [126, С.46]:

- заблаговременная дегазация угольного пласта (осуществляется через поверхностные скважины за 3-4 года до продвижения шахтной выработки);
- предварительная дегазация (осуществляется через горизонтальные, скважины, пройденные из шахтных выработок, за 1-2 года до их продвижения);
- извлечение метана с вентиляционной воздушной струей (осуществляется непрерывно в процессе шахтной добычи угля во избежание скопления десорбированного метана в виде взрывоопасной метано-воздушной смеси в выработанном пространстве);
- извлечение метана из выработанного шахтного пространства.

Определяющее значение для максимально возможного улавливания шахтного метана имеет первый этап – заблаговременная дегазация, которая может осуществляться через систему вертикальных скважин. Согласно американским данным, используя гидроразрыв угольного пласта с закачкой песка в щели гидроразрыва, удастся извлечь до 80-90% запасов метана. Однако сегодня есть более эффективный способ разупрочнения угольного пласта путем межскважинной его кавитации, после которой ожидаемые дебиты метана должны составлять около 20 тыс. м³/скв. в сут (по американской технологии дебиты метана составляли 5-8 тыс. м³/скв. в сут). Основу предлагаемой технологии составляет поочередная промывка щели гидроразрыва водой и воздухом высокого давления. Поэтому ее отличие от американской технологии состоит в отказе от песка (пропанта) и необходимости передвижного воздушного компрессора (давление 70-90 атм., расход - до 800 нм³/ч) [126, С.46].

Таким образом, добывая метан на угольных месторождениях Казахстана (до начала подготовки выемочных полей угольных шахт, как это делается в других странах, можно решить одну из самых сложных проблем, которая существует сегодня у наших шахтеров.

В республике стимулом для утилизации метана может стать и то, что после ратифицирования Киотского Протокола угольные компании, которые применяют технологию, позволяющую избегать вредных выбросов, получают углеродные квоты. Эти квоты могут быть проданы на специальной европейской бирже тем компаниям, которые превышают дозволенные выбросы. Благодаря «механизмам гибкости», прописанным в Киотском Протоколе, углеродные квоты, произведенные в одной стране и зарегистрированные специальными международными органами, могут быть куплены и использованы в другой стране. Таким образом, проекты по утилизации метана, расположенные в странах, вступивших в Киотское Соглашение, получили еще один источник дохода - от продажи углеродных квот. Для большинства проектов это явилось решающим фактором, так как прежде подобные проекты не окупались на одних только продажах электричества и тепла [128, С.65].

Помимо Киотского Протокола государственное законодательство Республики Казахстан может сыграть важную роль в развитии утилизации метана на угольных шахтах. С помощью цен на электроэнергию, субсидий или, наоборот, штрафов государство имеет возможность поощрять развитие проектов по утилизации шахтного газа. В большинстве стран основным препятствием к осуществлению утилизации метана являются низкие цены на энергоносители, поэтому с помощью специальных цен на экологически чистую электроэнергию государство может сделать проекты коммерчески привлекательными.

Одним словом, в дальнейшем пилотные проекты добычи метана на отечественных угольных месторождениях должны заслуживать повышенного внимания. В связи с этим встает необходимость в разработке Государственной отраслевой Программы по освоению и добыче метана из угольных пластов. В рамках этого документа целесообразно предусмотреть внесение поправок в

действующее законодательство в части снижения или полной отмены таможенных пошлин на ввоз оборудования и материалов для добычи метана из угольных пластов, введение инвестиционной льготы по налогу на прибыль на срок окупаемости инвестиций и другие.

Важным попутным продуктом угледобычи является выдаваемая на поверхность шахтная вода. Повторное использование шахтных вод приобрело за последние годы особенно большое значение в связи с общим увеличением потребностей в ней на бытовые и технические нужды, а также ростом площадей орошаемых земель. Не во всех районах естественные водные ресурсы могут обеспечить потребности питьевого и технического водоснабжения.

Затраты по использованию минерализованных шахтных вод связаны в основном с их очисткой, так как транспортирование их к потребителю идентично подаче воды из естественных водоемов и артезианских скважин.

Принципиально возможны два варианта использования шахтных вод [123, С.204-205].

Первый относится к случаю, когда дебит шахтных вод может полностью обеспечить потребность того или иного объекта, который в противном случае обеспечивался бы за счет артезианских скважин. В этом случае экономически целесообразно применять шахтную воду, если соблюдается неравенство

$$K_{\delta} + K'_{0ч} + K'_{мп} > K_{0ч} + K_{мп}, \quad (11)$$

где K_{δ} - затраты на бурение артезианских скважин, тенге; $K'_{0ч}$ - затраты на очистку воды из артезианских скважин (или водоемов), тенге; $K_{0ч}$ - затраты на очистку шахтных вод, тенге; $K'_{мп}$ - затраты по доставке воды из артезианских колодцев, тенге; $K_{мп}$ - затраты по доставке шахтной воды к потребителю после ее подачи на поверхность, тенге.

При использовании формулы (11) предполагается, что затраты на откачку и выдачу на поверхность шахтных вод входят в затраты на добычу угля.

Второй вариант относится к случаю, когда дебит шахтных вод не может полностью обеспечить тот или иной объект. В этом случае экономический эффект от использования шахтных вод следует рассматривать как дополнительный ресурс, дающий возможность обеспечить водой для технических целей тот или иной объект полностью или частично, с тем чтобы не потреблять для этого воду из естественных источников. Количественно эта экономия может быть определена из выражения

$$\mathcal{E}_{н.в.} = (C + E_n K)A - (C' + E_n K'), \quad (12)$$

где $\mathcal{E}_{н.в.}$ - экономия питьевой воды, тыс. тенге; C - эксплуатационные затраты для обеспечения объекта питьевой водой, тенге/1000 л; A - объем шахтных вод, используемых на технические нужды, тыс. л; C' - эксплуатационные затраты при снабжении объектов технической водой за счет использования шахтных вод, тыс. тенге; K - капитальные затраты при снабжении объектов технической

водой за счет использования шахтных вод, тыс. тенге; K - капитальные вложения, необходимые для сооружения объектов, снабжающих потребителей питьевой водой, тенге/1000 л; E_n - нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений.

Основные водопотребляющие процессы на предприятиях угольной промышленности организованы по оборотной системе водоснабжения, на пополнение которой используют шахтную очищенную воду. Объем оборотной воды выражает объем сэкономленной свежей воды.

Важно отметить, что качество технической воды, повторно используемой или оборотной, должно отвечать требованиям технологического процесса в соответствии с категорией используемой воды [109, С.124-125].

К I категории относится вода, которая используется для целей пылеподавления.

К II категории - вода, используемая как транспортирующая среда глиняной пульпы при тушении горящих отвалов, а также при профилактике и тушении подземных пожаров, кроме того, вода, используемая как рабочая жидкость, с помощью которой осуществляются: отбойка, транспорт и подъем на гидрошахтах; обогащение угля на обогатительных фабриках; гидровскрыша, транспортирование породы на гидроотвалы и добыча угля в разрезах гидравлическим способом.

К III категории относится вода, используемая как растворитель реагентов при флотационном способе обогащения угля.

Соответственно назначению к воде предъявляются следующие требования:

- вода I категории должна соответствовать требованиям «Санитарных правил по содержанию шахт угольной и сланцевой, промышленности»;
- вода II категории может содержать взвешенные вещества не более 50-80 мг/л;
- в воде III категории содержащиеся вещества не должны образовывать с растворимыми веществами вредных примесей, взвешенные и растворенные вещества не должны выпадать в осадок при добавлении в воду растворяющихся веществ.

На угольных разрезах карьерную воду используют для полива дорог в летний период. Значительная часть этой воды (до 65%) используется при гидровскрышных работах. Водоснабжение осуществляют по оборотной системе.

7.2 Проблема сжигания попутного газа и его утилизации в нефтегазовой отрасли

В настоящее время проблема сжигания попутного газа и его утилизации в нефтегазодобывающем секторе экономики является весьма актуальной. Как показывают подсчеты Всемирного банка [129, С.2], более 150 млрд. м³ газа сжигается каждый год. Это наносит значительный вред окружающей среде,

приводит к бесполезному расходованию энергоресурсов и росту выбросов углекислого газа до 400 млн. т ежегодно.

Казахстанская нефть – комплексное сырье, содержащее попутный газ, парафин, ванадий, серу. В сырой нефти Южного Мангышлака содержится около 20% парафина. Попутное извлечение элементов-спутников, содержащихся в нефти, позволит значительно снизить эксплуатационные затраты основного производства. Для лучшей реализации этой задачи в республике предпринимаются меры, направленные на формирование такой энергетики, которая обеспечит правильный баланс между окружающей средой и потребностями будущего.

Следствием этого является тенденция ежегодного уменьшения сжигания попутного газа нефтяными компаниями в Казахстане (рис. 23). Так, если в 2006 г. объем сжигания попутного газа составил 3133 млн. м³, то в 2009 г. он равнялся 1727 млн. м³. За рассматриваемый период произошло заметное сокращение выбросов экологически небезопасного попутного газа – побочного продукта при разработке нефтегазовых месторождений.

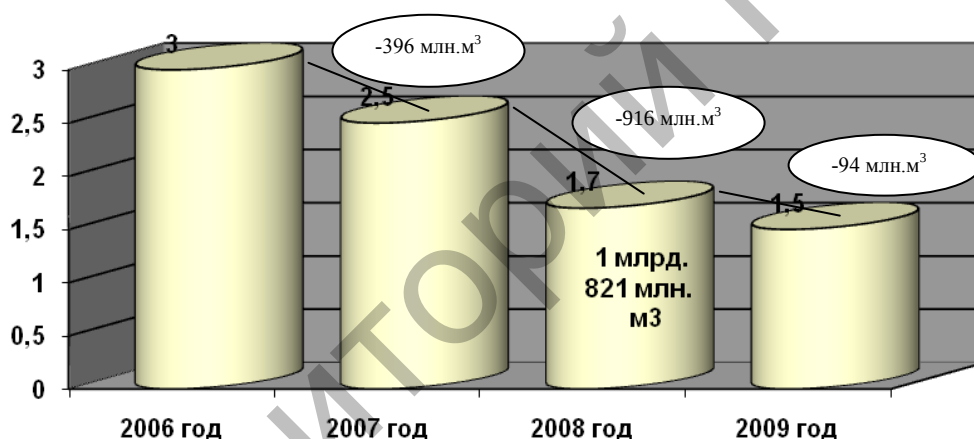


Рис. 23. Сокращение объемов сжигания попутного газа в Казахстане за 2006-2009 годы (Примечание – данные Министерства охраны окружающей среды РК)

Вместе с тем до сих пор из 58 компаний страны 30 еще сжигают газ в факелах. Поэтому проблема стоит остро. Не зря Правительство РК и профилирующие министерства прилагают все усилия по предотвращению этой проблемы.

Одним из крупных международных помощников в решении рассматриваемой проблемы выступает программа Всемирного банка «Глобальное партнерство по сокращению сжигания попутного газа» (GGFR). Она действует на принципах государственно-частного партнерства во многих странах мира, в том числе и в Центрально-Азиатском регионе.

Республика Казахстан - участница GGFR с 2005 г. И не случайно. Сейчас такие страны СНГ, как Казахстан, Россия и Узбекистан, входят в число самых крупных 20 государств мира по наибольшим объемам сжигания газа.

В сложившихся условиях закономерен вопрос: как использовать в

будущем попутный газ во благо экономики, сделать неотъемлемой частью энергопользования?

Самое главное в нашей стране в данном направлении совершенствуется законодательство. Вообще Казахстан – первая страна в регионе, которая приняла нормотворческие документы по борьбе с непомерным сжиганием попутного газа.

В соответствии с новым Законом РК «О недрах и недропользовании» [100, С.12] наиболее значимым моментом является то, что попутный газ находится отныне в государственной собственности, если иное не предусмотрено контрактом на недропользование. Кроме того, новым Законом о недрах несколько расширен перечень оснований, в связи с которыми разрешается сжигание попутного газа. В качестве нового основания новым Законом о недрах предусмотрено технологически неизбежное сжигание газа при:

- пусконаладке технологического оборудования;
- эксплуатации технологического оборудования;
- техническом обслуживании и ремонтных работах технологического оборудования.

Отдельно следует отметить вопросы утилизации попутного газа. Как и Закон о нефти, новый Закон о недрах запрещает промышленную разработку нефтегазовых месторождений без переработки и (или) утилизации попутного и (или) природного газа.

В соответствии с новым Законом о недрах недропользователь, осуществляющий добычу углеводородного сырья, обязан проводить мероприятия, направленные на сведение до минимума ущерба окружающей среде, минимизацию объема сжигания углеводородного газа, рациональное и комплексное использование попутного газа, включая его переработку.

Наиболее важным моментом, как мы полагаем, является то, что обязательства по переработке попутного газа по контрактам, заключенным до введения в действие нового Закона о недрах, оформляются отдельным соглашением между недропользователем и компетентным органом и являются приложением к контракту на добычу, совмещенную разведку и добычу углеводородного сырья.

На отдельных месторождениях, где переработка попутного газа нецелесообразна, допускается по решению уполномоченного органа в области нефти и газа, по согласованию с уполномоченными органами по изучению и использованию недр, в области охраны окружающей среды его утилизация без переработки путем использования на технологические нужды, закачки в пласт с целью повышения внутрипластового давления, а также обратной закачки в пласт с целью хранения.

В целях достижения рационального использования попутного газа как важного стратегического ресурса государства недропользователи, осуществляющие добычу углеводородного сырья, и уполномоченный орган в области нефти и газа могут осуществлять совместную реализацию проектов по использованию попутного газа.

7.3 Предпосылки решения проблемы перевода горно-промышленных отходов во вторичные ресурсы, потребляемые в расширяющихся масштабах

Одна из характерных тенденций развития современной горной промышленности - расширение абсолютных и относительных объемов отходов, объясняющееся не только увеличением добычи сырья и топлива, но и уменьшением содержания полезных компонентов в извлекаемом из недр веществе. Как уже указывалось выше, в значительной мере такая ситуация обусловлена несовершенством традиционных технологий добычи, обогащения и переработки, отличающихся высокими потерями ценных компонентов на всех стадиях, что приводит к избыточному потреблению полезных ископаемых и соответственно к ускоренному накоплению отходов. Табл. 9 дает представление о масштабах потерь в горнодобывающих отраслях промышленности.

По данным [130, С.160], сегодня в среднем используется не более половины, а во многих случаях только 1/3 исходных запасов полезных ископаемых. Остальное вещество переходит в отходы, которые фактически представляют собой техногенные месторождения. Из них в принципе при существующем уровне технологии возможно утилизировать от 30 до 80% запасов.

Таблица 9

Уровни извлечения ценных компонентов, в % от общего содержания в породе

Полезное ископаемое	Технологический процесс			Сквозное извлечение
	добыча	обогащение	химико-металлургический передел, сжигание	
Уголь	81	85	50	35
Горючие сланцы	74	-	40	30
Нефть	52	90	95	45
Калийные соли	40	81	-	32
Апатиты	91	92	95	80
Фосфориты	94	61	89	51
Сера	94	-	83	78
Руды:				
железные	95	75	97	69
марганцевые	94	74	-	70
хромовые	94	80	-	75
медные	92	87	96	77
свинцово-цинковые	90	80	95	68
никелевые	95	90	84	76
оловянные	92	64	96	57

Примечание. Данные из книги: Ласкорин Б.Н., Барский Л.А., Персиц В.З. Безотходная технология переработки минерального сырья: Системный анализ. – М.: Недра, 1984, С.22

В настоящее время отходы или вторичные материальные ресурсы - это часть всех экономических ресурсов страны, и проблему их утилизации следует решать не только в рамках единой производственной задачи предприятия и отрасли, но и всего комплекса связей производства - источника отходов с народным хозяйством в целом. Такой подход к решению задачи использования

отходов должен предусматривать учет всех как отраслевых, так и внеотраслевых результатов утилизации с позиции их роли во всех звеньях народнохозяйственного оборота рассматриваемых ресурсов.

На схеме рис. 24 показаны основные результаты использования горно-промышленных отходов.

Утилизация отходов обеспечивает прямую экономию природных ресурсов, которые могут быть использованы для получения дополнительной продукции или в более приоритетных видах производства, что означает расширение сырьевой базы народного хозяйства. Следствием увеличения выпуска продукции за счет привлечения отходов является экономия затрат на прирост первичных сырьевых ресурсов, расширение возможности экспорта (уменьшение импорта) природного сырья.

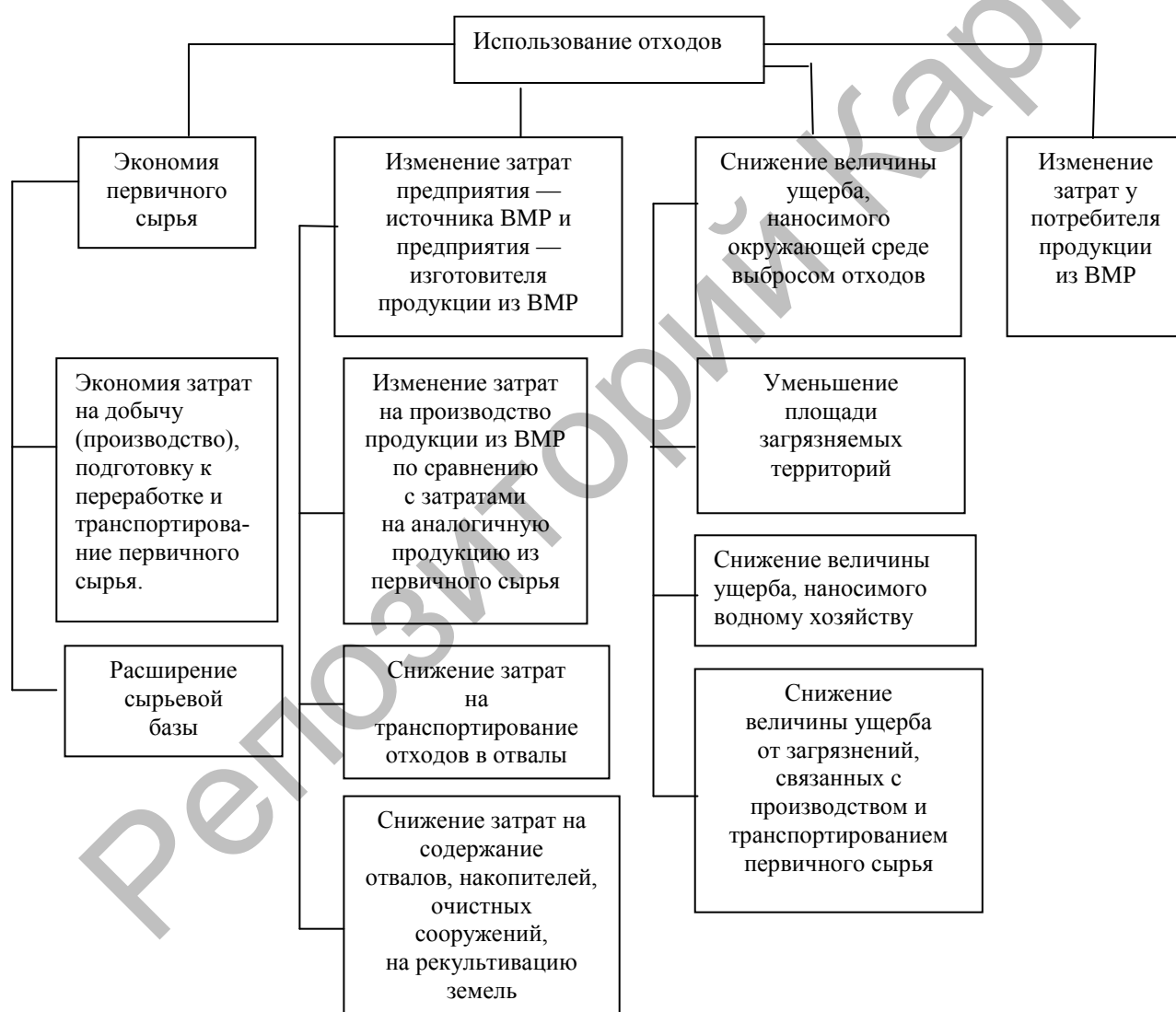


Рис. 24. Основные результаты использования горно-промышленных отходов
(Примечание – данные работы [123, С.196])

Утилизация отходов позволяет снизить уровень целого ряда затрат у предприятия - источника отходов и предприятия - изготовителя продукции из

отходов (источником отходов и изготовителем продукции из них может быть и одно предприятие). Во-первых, затраты на производство продукции из вторичных минеральных ресурсов (ВМР) часто бывают ниже, чем на аналогичную продукцию из первичного сырья. Кроме того, имеет место экономия затрат на вывоз и содержание отходов в отвалах, накопителях и на рекультивацию нарушенных земель. Необходимо также учитывать возможное изменение затрат у потребителя продукции, изготовленной с применением отходов, вследствие различных ее потребительских свойств, и продукции, полученной из первичного сырья. Возможно и сокращение транспортных расходов на перевозку продукции из отходов потребителю, если она передается с предприятий, расположенных ближе, чем поставщики продукции, изготовленной из первичного сырья [123, С.195-196].

Обобщая вышесказанное можно отметить, что для снижения темпов накопления горно-промышленных отходов в принципе следует решать две взаимосвязанные управленческие задачи: увеличение использования накопленных отходов и сокращение темпов их образования. На рис. 25 представлена типовая схема переработки отходов горно-металлургического комплекса (ГМК).

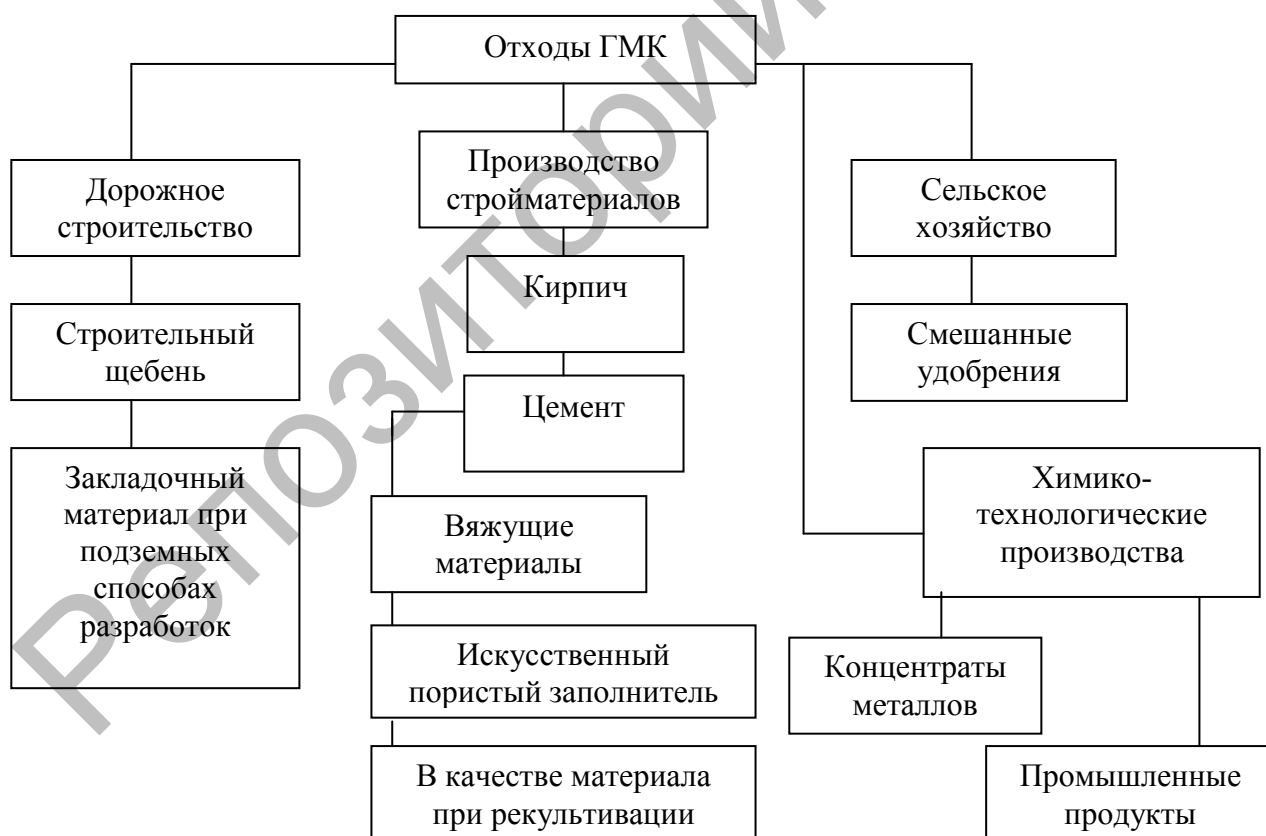


Рис. 25. Принципиальная схема переработки отходов ГМК (Примечание – данные работы [114, С.63])

В настоящее время имеются все необходимые ресурсы для производства по переработке промышленных отходов. Есть предприятия, на которых можно

изготовить необходимое оборудование для переработки отходов и получения из них товарной продукции.

В республике осуществляется вторичная переработка различного вида промышленных отходов. Однако деятельность подобного рода сталкивается с финансовыми и прочими проблемами [114, С.63].

В частности, большое значение на этапе в использовании вторичных ресурсов приобретают инвентаризация и точный учет источников. Пока такая работа лишь налаживается, причем изучением в далеко не полной мере охвачены уже накопленные запасы.

Одна из научных проблем учета вторичных ресурсов заключается в качественном и количественном описании всех стадий движения того или иного элемента или энергии в системе «природа - общество - природа». Попытка схематического изображения потока важного элемента жизнеобеспечения – фосфора отражена на рис. 26.

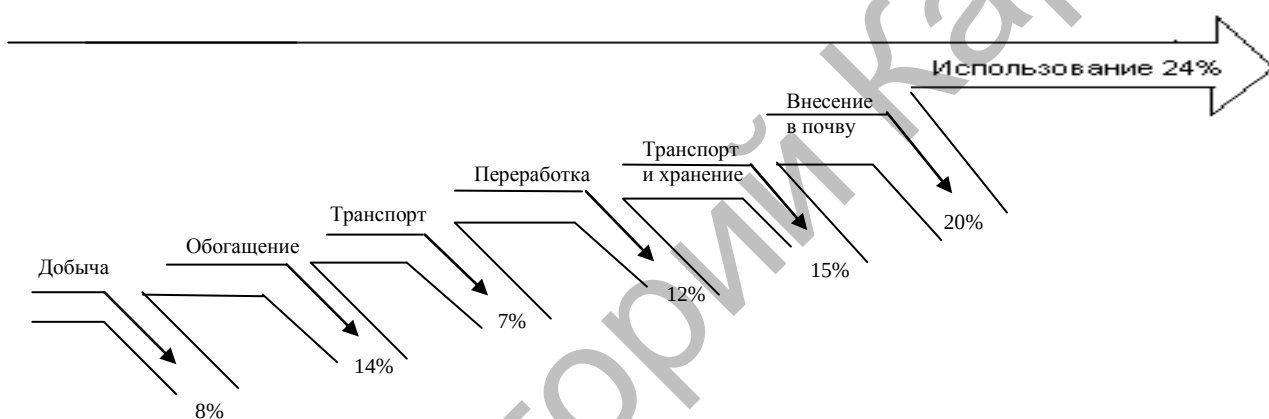


Рис. 26. Потери фосфора в технологической цепочке (Примечание – данные работы [130, С.162])

Необходимой предпосылкой решения проблемы перевода отходов во вторичные ресурсы, потребляемые в расширяющихся масштабах, является создание полной информационной базы как части кадастра естественных и техногенных месторождений минерального сырья. При этом возникает необходимость в классификации отходов в интересах их использования с наибольшим народнохозяйственным эффектом.

Имеющийся опыт показывает, что отходы горнодобывающей промышленности и сопряженных отраслей, например, могут быть направлены в следующие сферы: 1) производство строительных материалов для зданий, инженерных сооружений и дорог; 2) закладка выработанного пространства рудников и карьеров, а также рекультивация нарушенных земель; 3) извлечение ценных сопутствующих компонентов; 4) выработка минеральных удобрений; 5) изготовление добавок в основное сырье; 6) физико-химическая мелиорация неудобных или низкопродуктивных угодий; 7) сжигание в качестве низкосортного топлива.

В отношении подвижности в окружающей среде отходы могут быть либо

мобильными, поступающими в среду со сточными водами, и газообразными, а также мелкодисперсными выбросами и способными, естественно, привести к загрязнению больших территорий и акваторий, либо немобильными - твердыми и нерастворимыми, характерными для добычи твердых полезных ископаемых.

По количественному критерию отходы разбиваются на крупнотоннажные, возникающие в процессе добычи, обогащения или переработки больших масс веществ (вроде отвалов шахт, металлургических шлаков или золы ТЭС) и малотоннажные, представляющие собой продукт деятельности мелких производств и различных технологических процессов. Систематизация данных об образующихся вещественных отходах производства и потребления в соответствии с предложенной выше схемой позволяет выявить приоритеты в организации их переработки, выделив виды, требующие наибольшего внимания. Дальнейшее уточнение должно производиться с учетом выбора возможных направлений использования конкретного вида отходов и эффективности замещения им первичного сырья [130, С.162-163].

В информационно-поисковой системе по отходам и вторичным ресурсам следует предусмотреть наличие данных о потенциальных поставщиках и потребителях сырья, а также прогрессивных технологиях утилизации.

7.4 Основные направления в использовании отходов черной и цветной металлургии

Как известно, Казахстан – один из основных регионов в СНГ по добыче железных, хромовых, марганцевых руд и производству из них проката и ферросплавов, что обусловлено наличием в недрах республики больших запасов соответствующего минерального сырья, характеризующихся к тому же сравнительно благоприятными условиями освоения. Причем практически все виды рудного сырья черной металлургии имеют комплексный вещественный состав, а определенная часть сопутствующих ценных компонентов уже на современном уровне развития техники и технологии может быть извлечена и эффективно использована в народном хозяйстве.

Так, из соколовских и сарбайских руд при комплексной их переработке возможно получение, помимо железного, пиритно-кобальтового концентрата с содержанием 49-50,4% серы и 0,15-0,17% кобальта при сравнительно высоком их извлечении. В целом в магнетитовых рудах Соколовско-Сарбайского месторождения присутствуют 25 попутных элементов - свыше половины балансовых запасов кобальта, значительные ресурсы меди, цинка, свинца, золота, серы, редкоземельных металлов, теряемые с хвостами обогащения.

Атасуйские гематит-магнетитовые руды являются хорошим сырьем для получения не только железа, но и такого ценного попутного элемента, как германий. Из руд месторождения Западный Каражал на протяжении десятилетий получают железный концентрат, а германийсодержащие отходы

сбрасываются в отвалы. Не меньшую ценность имеет и рений, также накапливаемый в магнетитовом концентрате атасуйских месторождений.

В настоящее время железная руда добывается главным образом открытым способом. И опыт полезного использования отходов железорудных карьеров довольно разнообразен и может быть проиллюстрирован многими примерами.

На ряде карьеров при открытом способе разработки железорудных месторождений, вскрышные работы производятся с отдельным складированием почвенного и подпочвенного слоев. После выемки руды производятся рекультивационные работы и распределение сохраненного почвенного слоя, что позволяет использовать земли для сельскохозяйственных угодий.

Во многих случаях вскрышные породы и отходы обогащения используются для засыпки карьеров, для производства закладочных материалов.

Открытый способ разработки железорудных месторождений сопровождается извлечением из недр значительного количества пород, которые могут быть использованы в производстве строительных материалов, не говоря уже об удовлетворении нужд самого металлургического производства в нерудных материалах. Сейчас из отходов вскрыши и обогащения руд можно производить щебень и песок. Иногда их можно использовать как технологическое сырье в производстве кирпича, цемента, извести, керамзита, каолина, пегматитов и других строительных материалов.

Например, на предприятиях АО «ССГПО» до 1 млн. м³ скальной породы применяют для изготовления товарного щебня. До 200 тыс. м³ песка в год идет в производство закладочных смесей отработанных горных выработок. Глины объемом до 25 тыс. м³ в год используются для производства керамзита.

Здесь же хвосты обогащения фабрики сухой магнитной сепарации применяются для подсыпки транспортных путей, а также для укрепления уступов откосов карьера. Хвосты обогащения мокрой магнитной сепарации складировются в спецотвалы с целью последующего извлечения из них ценных компонентов.

В первую очередь к отходам черной металлургии относятся различные шлаки — доменные, сталеплавильные и ферросплавные. Как показывает отечественный и зарубежный опыт, они являются ценным сырьем для производства широкого ассортимента материалов для промышленности, жилищного и дорожного строительства, а также применяются в качестве удобрений в сельском хозяйстве. Шлакопродукция по своим физико-механическим свойствам не только не уступает, но в ряде случаев и превосходит по качеству заменяемые ею природные материалы.

Все шлаки черной металлургии имеют потребительную стоимость и пригодны для частичного использования внутри предприятий, а также для производства в широких масштабах различной шлакопродукции: гранулированного шлака, шлаковой пемзы (пористого заполнителя бетонов), минеральной ваты, щебня, применяемых в строительной индустрии,

известковых, фосфорных удобрений для сельского хозяйства.

Шлаки, используемые внутри предприятия, являются оборотным (возвратным) продуктом, а реализуемые на сторону — товарной продукцией данного предприятия, не используемые — отбросами производства. При современном уровне развития науки и техники все шлаки могут эффективно применяться в народном хозяйстве, поэтому наличие шлаков как отбросов производства следует считать недопустимым.

Кроме технологически неизбежных обычных шлаков, металлурги за счет улучшения комплексной переработки руд и чугуна производят еще специальные шлаки для ферросплавной и цементной промышленности. Так, из природнолегированного чугуна экономически и технологически целесообразно методом окисления переводить в шлак ванадий, марганец, ниобий и другие металлы, а затем использовать как сырье концентрат для получения металлов или их сплавов. Этот процесс широко распространен в современной технике.

Выплавляются следующие специальные шлаки: доменные высокоглиноземистые для цементной промышленности, которые получают при плавке железистых бокситов; ванадиевые - полуфабрикат для получения соединений ванадия и прямого легирования ванадием стали, получаемой при конвертерном переделе ванадиевых чугунов; малофосфористые - для выплавки низкофосфористых марганцевых сплавов (ферромарганца и силикомарганца), а также для производства металлического марганца.

Технически возможно и экономически целесообразно все шлаки доменного, сталеплавильного и ферросплавного производств перерабатывать в полноценные и дешевые продукты - строительные материалы, сельскохозяйственные удобрения и др.; при этом попутно извлекается металл, содержащийся в шлаках. Уменьшение потерь металла со шлаками и максимально экономически допустимое его извлечение из жидких или твердых шлаков — одна из важнейших проблем металлургического производства, так как металл является самым ценным компонентом, содержащимся в шлаке.

Рациональное и полное использование шлаков черной металлургии имеет важное экономическое и экологическое значение, а именно [131, С.17-18]:

а) экономится первичное, более дорогое сырье и повышается комплексность его использования, исключается загрязненность окружающей среды отходами производства;

б) увеличиваются сырьевые ресурсы страны, появляется возможность дополнительного производства вторичного металлургического сырья строительных материалов, удобрений для сельского хозяйства без затрат в создание новых или расширение существующих горнодобывающих предприятий;

в) отпадает потребность в земельных площадях для складирования шлаков и организации горнодобывающих предприятий на объем используемого вторичного сырья;

г) сокращаются капитальные и эксплуатационные затраты, связанные с добычей и первичной переработкой природного минерального сырья, а также с

организацией и содержанием шлаковых, отвалов, которые занимают значительные площади;

д) повышается производительность общественного труда.

Утилизация шлаков не только сберегает природные ресурсы, но и создает новые (дополнительные) материалы для многих отраслей народного хозяйства. Например, доменные шлаки весьма эффективно используются для введения в цементную смесь, а также в производстве автоклавных бетонов, шлаковой пемзы и строительного щебня.

Шлаковая пемза — эффективный заполнитель при изготовлении тепло- и звукоизоляционных материалов. Ограждающие конструкции из шлаковой пемзы легче кирпичных на 15 %, а расход цемента при их производстве меньше на 15-20%. В стекольной промышленности доменный шлак используется при производстве стеклокристаллических материалов, окрашенной стекольной тары и облицовочной плитки [123, С.144].

И в то же время только отдельные предприятия полностью утилизируют доменные шлаки.

Еще в меньшей степени используются сталеплавильные шлаки. Между тем в них содержится около 20% металла, который может извлекаться и возвращаться в технологический процесс. Сталеплавильные шлаки эффективно применяются главным образом в производстве строительного щебня, минеральных компонентов асфальтобетона и местных вяжущих компонентов. Широкому же их применению в цементной промышленности препятствуют пестрый состав шлаков и значительные содержания металлов.

Ферросплавные шлаки применяются в производстве силикатного кирпича и автоклавных бетонов.

Велико технологическое назначение шлаков. Они предохраняют расплавленный металл от окисления и газонасыщения, а также очищают его от нежелательных включений. Роль шлаков в физико-химических процессах производства чугуна, стали и ферросплавов очень велика. Без качественного шлака нельзя получить хороший металл или сплав. Поэтому металлурги стремятся иметь шлак требуемых свойств и в минимальном технически необходимом количестве, чтобы за счет этого улучшать качество металла и технико-экономические показатели производства.

Отмеченные выше возможности эффективного применения шлаков черной металлургии далеко не исчерпаны. В будущем нужна более целенаправленная работа по повышению использования этого весьма ценного для народного хозяйства сырья.

На предприятиях цветной металлургии Казахстана накоплены и ежегодно образуются разнообразные и обширные отходы обогащения, шлаки, шламы и сульфатно-калийные соли глиноземного производства, фторангидритные отходы производства криолита, пиритные огарки, фосфогипс и др.

Основные направления в использовании отходов цветной металлургии: доизвлечение ценных компонентов, повторное обогащение старых отвалов, производство удобрений и другой химической продукции, производство

строительных материалов.

В настоящее время большая часть используемых отходов идет на хозяйственно-технические нужды: для закладки и забутовки выработанного пространства шахт и карьеров, отсыпки черного полотна дорог, дамб, насыпей, планировки площадок.

В республике имеются большие возможности использования в народном хозяйстве попутно добываемых при вскрышных и добычных работах полезных ископаемых и пород. Примером может служить использование попутно добываемых вместе с бокситами огнеупорных глин.

Более десяти лет поставляется в виде попутной продукции высококачественный полевой шпат и кварц многим предприятиям электрокерамической, абразивной и фарфоро-фаянсовой промышленности.

Одним из попутных продуктов, нашедших применение в народном хозяйстве, является легкая фракция, получаемая в процессе обогащения руд в тяжелых суспензиях. Она используется в качестве дорожно-строительных и закладочных материалов.

Забалансовые и окисленные руды цветной металлургии, складированные в отвалах, содержат большие количества меди, свинца, цинка. Часть этих руд перерабатывается методом кучного выщелачивания. Например, жезказганская отвальная окисленная руда перерабатывается на обогатительных фабриках. В Восточном Казахстане организовано кучное выщелачивание забалансовых руд Николаевского месторождения. Из отвалов николаевских забалансовых и металлоколлоидных руд будет перерабатываться методом кучного выщелачивания значительный объем руды.

Практика применения этого метода получения меди из бедных руд показала его перспективность, так как стоимость ее получения втрое ниже, чем при пирометаллургическом методе, а затраты труда из расчета на единицу металла меньше примерно в 10 раз [123, С.121].

В результате опытно-промышленных работ доказана рентабельность переработки окисленных руд Актогайского месторождения методом кучного выщелачивания. Разработана технология комплексной переработки целестино-баритовых руд одного из месторождений Казахстана. По флотационной схеме получены целестиновые и коллективные бариево-целестиновые концентраты, по гравитационной схеме — концентрат-утяжелитель. Хвосты обогащения являются сырьем для изготовления бетонных и асфальто-бетонных изделий и покрытий.

Исследования показали, что при благоприятном кустовом расположении полезных ископаемых (например, в Успенском рудном поясе) эффективно создавать крупномасштабные горнопромышленные комплексы (например, Жайремский, Коктенколь-Верхне-Кайрактинский и др.). При этом за счет планомерного, взаимоувязанного использования сырья, запасов сложных месторождений и минеральных ресурсов пояса в целом возникает возможность эффективного извлечения некоторых попутных компонентов отдельных месторождений, убыточных при отдельной их отработке. Эффект здесь дает аккумуляция попутных элементов при одновременной переработке

руд (содержащих одноименные компоненты) нескольких месторождений на одном перерабатывающем предприятии. За счет такой концентрации производства становится экономически эффективным и широкое промышленное использование вскрышных пород, хвостов обогатительных фабрик и вообще отходов производства, что окажет благоприятное влияние на охрану окружающей среды [123, С.119].

В целом возможности применения отходов цветной металлургии наиболее наглядно можно проиллюстрировать на примере использования нефелинового шлама алюминиевой промышленности (рис. 27).

Цветная металлургия базируется в значительной степени на сульфидных рудах, поэтому она занимает второе после энергетики место по выбросам сернистого ангидрида в атмосферу, причем удельные показатели ущерба, наносимого подобными выбросами, выше в связи с токсичностью аэрозолей, обогащенных тяжелыми металлами. Огромные масштабы поступления серы в окружающую среду при переработке топлива и руд, ущерб, наносимый окружающей среде ее соединениями, дефицит серы, необходимой для производства минеральных удобрений и других продуктов, определяют актуальность утилизации серосодержащих отходов. Цветная металлургия обладает значительными потенциальными ресурсами серы.

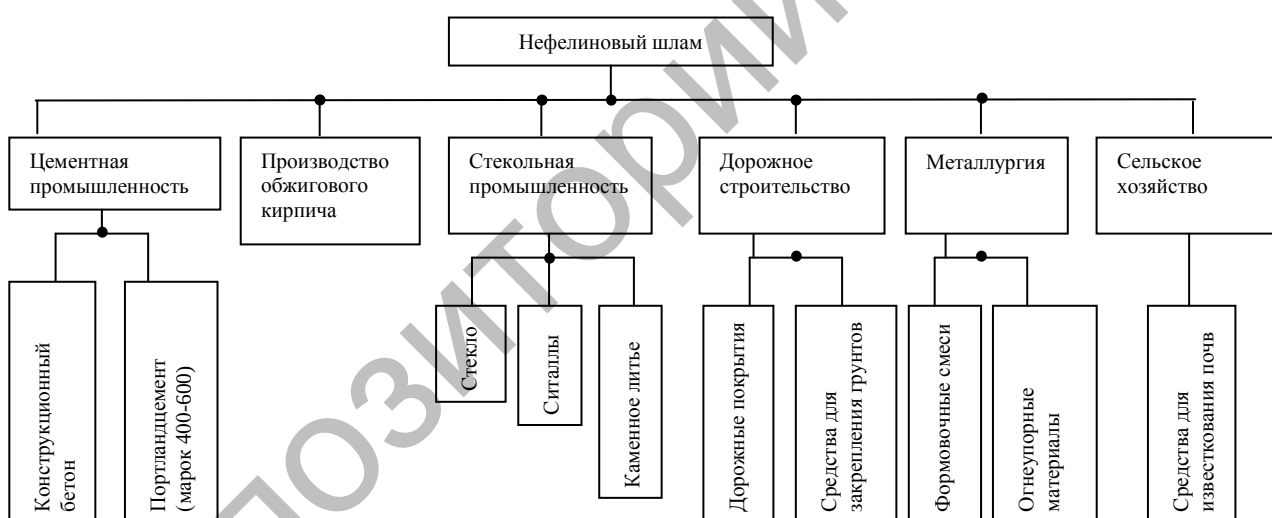


Рис. 27. Основные направления использования нефелинового шлама алюминиевой промышленности (Примечание – данные работы [130, С.171])

Видимо, в перспективе при соответствующем перераспределении средств цветная металлургия и теплоэнергетика могут обеспечить потребности страны в сере. Это даст возможность отказаться от увеличения мощностей по ее специализированному производству из природных серосодержащих руд и газов.

В общей проблеме использования отходов цветной металлургии существенную роль должна сыграть организация более полной переработки шлаков в продукты для производства строительных материалов, как это уже сделано для доменных шлаков черной металлургии. Шлаки медной и

никелевой подотраслей по своим прочностным характеристикам, теплофизическим свойствам, износо- и кислотостойкости значительно превышают аналогичные показатели доменных шлаков.

Шлаки металлургического производства цветных металлов после доизвлечения из них ценных компонентов могут использоваться в строительной индустрии. Исследования и практический опыт показали, что шлаки медного и никелевого производства пригодны в качестве заполнителей при изготовлении бетонов, а в гранулированном виде — в качестве вяжущего сырья. Бетоны автоклавного твердения, полученные на вяжущих продуктах гранулированных шлаков цветной металлургии, пригодны для изготовления бетонных и железобетонных конструкций [123, С.146].

Гранулированные шлаки цветной металлургии вполне могут использоваться в качестве железосодержащей добавки в сырьевую смесь цементного производства. Отходы медеплавильных и других металлургических заводов пригодны также для производства минерального волокна - дешевого теплоизоляционного материала.

Таким образом, шлаки цветной металлургии должны рассматриваться как дешевый источник получения целой гаммы строительных материалов, весьма дефицитных во многих промышленных и сельскохозяйственных районах страны.

7.5 Экономически обоснованное направление утилизации отходов угледобычи и угольной энергетики

Современное развитие угольной промышленности и связанное с ним образование огромного количества твердых отходов производства, обладающих высокими потребительскими качествами, предопределяет настоятельную необходимость утилизации попутных минеральных ресурсов для нужд народного хозяйства. Это обеспечивает повышение эколого-экономической эффективности промышленных производств, особенно в части снижения отрицательного воздействия отходов производства на окружающую среду и одновременно улучшения показателей работы угольных предприятий.

В общем случае экологическая эффективность использования углеотходов заключается в снижении уровня загрязнения окружающей среды содержащимися в них вредными веществами и компонентами до норм предельно допустимых концентраций, установленных действующим законодательством. Важным аспектом является также уменьшение числа нарушенных земельных площадей, отводимых под складирование углеотходов в связи с их частичной или полной утилизацией.

Экономическая эффективность использования отходов угольной промышленности складывается из уменьшения затрат на добычу заменяемых видов первичного сырья, снижения себестоимости производства товарной продукции с использованием углеотходов по сравнению с традиционными способами производства, экономии топлива при производстве строительных мате-

риалов и изделий, освобождении земель, занятых породными отвалами, предотвращении загрязнения окружающей среды твердыми отходами производства.

Наиболее проработанное и экономически обоснованное направление и использование отходов добычи и обогащения углей в нашей стране и за рубежом - переработка их в кирпич и аглопорит.

Так, в настоящее время подробно изучены физико-химические свойства отходов обогащения углей Карагандинского бассейна. Полученные данные позволяют установить наиболее перспективные направления их применения: в качестве основного сырья при производстве кирпича и аглопоритового щебня (песка), добавок в шихту при получении кирпича, цемента, кремнеалюминиевых сплавов, вместо земляного грунта при закладке шахтного пространства (рис. 28).

Основным видом твердых отходов в энергетике являются золы и шлаки тепловых электростанций. Золошлаковые отходы могут с высокой эффективностью использоваться при производстве цемента, кирпича, бетона.

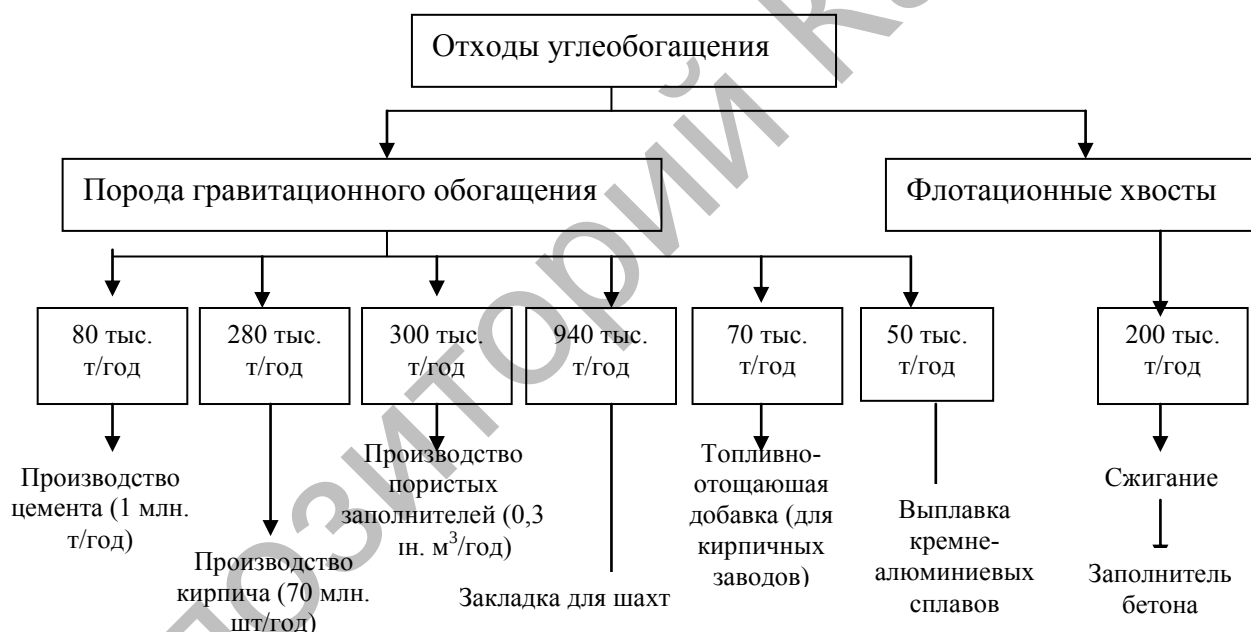


Рис. 28. Направление и ожидаемые объемы использования с учетом потребности отходов углеобогащения Карагандинского бассейна (Примечание – данные работы [132, С.248])

Однако до настоящего времени доля утилизируемых в народном хозяйстве продуктов сжигания углей пока еще незначительна. Между тем известно, что отходы сжигания углей на тепловых электростанциях (ТЭС) представляют собой ценное сырье для народного хозяйства и в первую очередь для строительной индустрии. Шлаки, составляющие 10-20 % этих отходов, являются хорошим заполнителем бетона, используются в дорожном строительстве и для теплоизоляционных засыпок, а зола — в производстве цемента (как активная минеральная добавка к цементу и как компонент цементной сырьевой смеси), газобетона, керамзитобетонов, искусственных

пористых заполнителей (аглопоритового и зольного гравия, золокерамзита), силикатного и глиняного кирпича (отошающие и кремнеземистые добавки).

Наконец, золы тепловых электростанций, получаемые при сжигании экибастузских углей, рассматриваются в качестве перспективного сырья для производства глинозема. Кроме замены природного нерудного сырья, использование золошлаковых смесей позволяет сэкономить 10-25% технологического топлива за счет использования топливной составляющей золы [123, С.152].

Сегодня рост объемов потребления золошлаковых отходов во многом сдерживается недостатком мощностей установок сухого отбора золы на ТЭС и погрузочных площадок на отвалах. В то же время имеющиеся мощности отбора сухой золы полностью не используются, так как создавались они без увязки с потребителями. А там, где есть потребители золошлаковых смесей, отсутствуют мощности по их отбору и отгрузке.

Предложена принципиальная схема использования горной массы, добываемой в Экибастузском бассейне (рис. 29).

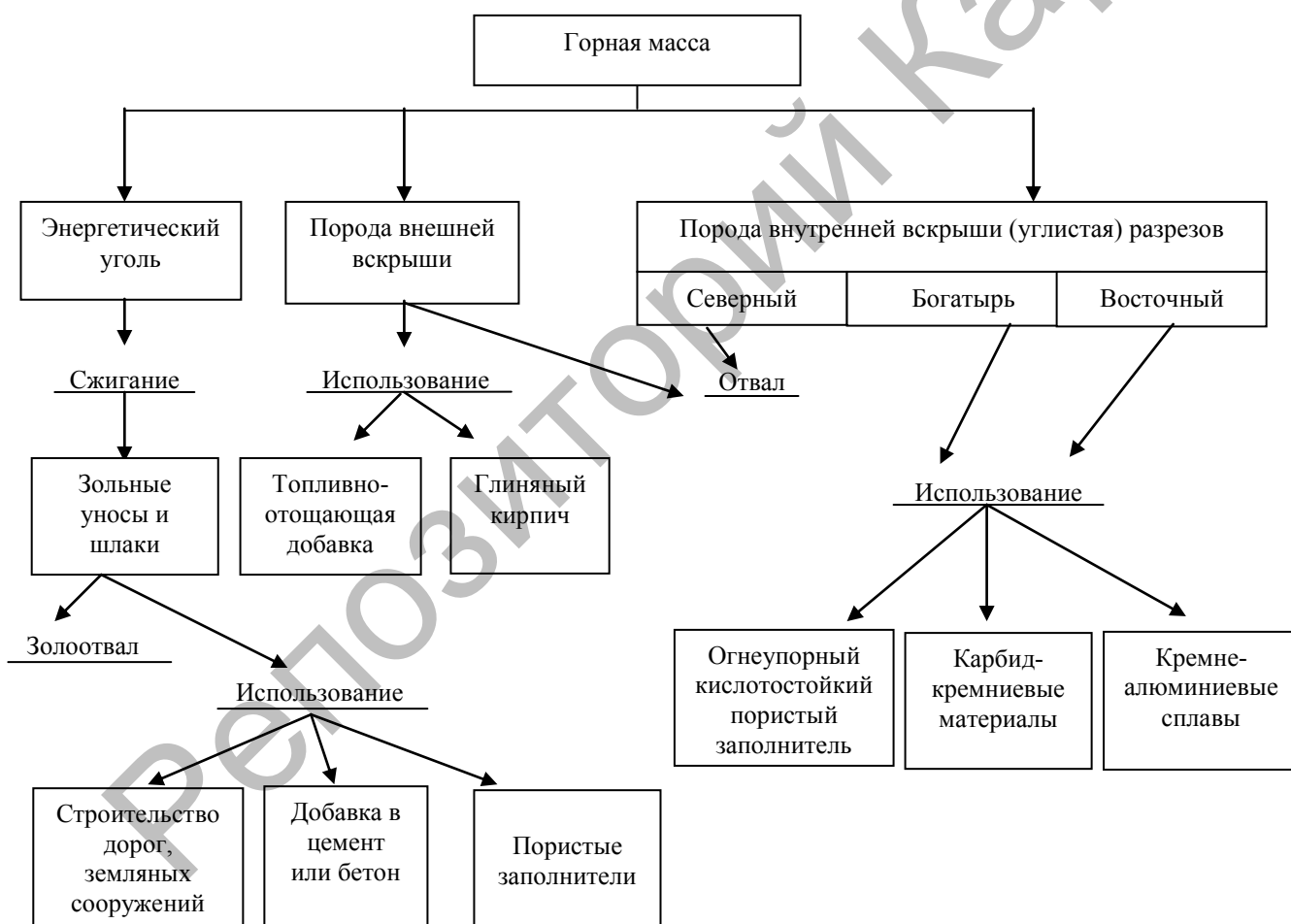


Рис. 29. Принципиальная схема использования горной массы Экибастузского бассейна (Примечание – данные работы [132, С.251])

Известно, что из одного вида отходов можно получать разные товарные продукты (например, аглопорит и глинозольный керамзит), а в ряде случаев из разных видов отходов - один продукт. Кроме того (по современной оценке), объем переработки углеотходов, определенный по потребности в конечных

продуктах, значительно ниже ежегодного выхода породы внешней вскрыши и золошлаковых отходов. Следовательно, в первую очередь целесообразна утилизация отходов, представляющих наибольшую ценность по своим физико-химическим свойствам, а именно: углистой породы разрезов «Восточный» и «Богатырь», зольных уносов сжигания, уловленных в электрофильтрах, и углистого сланца.

Углистая порода по своему составу соответствует требованиям на основное сырье для производства огнеупорного пористого заполнителя для легких жаростойких и кислотостойких легких бетонов, абразивных и огнеупорных карбидкремниевых материалов и кремнеалюминиевых сплавов.

В последнее время разработан ряд способов переработки минеральной части экибастузских углей и получения из нее, в частности, алюминиевого коагулянта, хлористого алюминия и четыреххлористого кремния. Очищенный алюминиевый коагулянт можно получать из пород внутренней вскрыши разреза «Богатырь» сернокислотным способом. Переработка минеральной части углей хлорным способом позволяет получить хлористый алюминий и четыреххлористый кремний. Эти продукты могут быть непосредственно использованы в народном хозяйстве или переработаны до металла: хлористый алюминий - методом электролиза, а четыреххлористый кремний – металлотермическим способом с последующим восстановлением методами электроплавки.

7.6 Эколого-экономическая оценка эффективности природоохранной деятельности в горно-химической отрасли

Казахстан – республика развитой химической промышленности, базирующейся на месторождениях фосфоритов, солей и других видов горно-химического сырья. За 2002-2009 гг. новые производственные мощности в химической отрасли вводились в г. Алматы, Актюбинской, Павлодарской, Восточно-Казахстанской, Карагандинской, Костанайской, Жамбылской областях. Введенные в течение данного периода производственные мощности представлены в основном производством синтетических смол и пластмасс, красок и лаков, синтетических моющих средств, готовых лекарственных средств, полипропиленовых и полиэтиленовых мешков и пакетов, а также установок для улавливания и обезвреживания вредных веществ из отходящих газов, утилизации и переработки отходов производства (кроме токсичных).

В настоящее время в химической промышленности активно развиваются процессы загрязнения воздушного бассейна выбросами хозяйствующих субъектов и сбросов в водные объекты, размещение отходов производства. В связи с этим возникает необходимость выработки технико-экономических решений, позволяющих оптимизировать природоохранную деятельность крупнейших хозяйствующих субъектов химической промышленности, удельный вклад которых в дестабилизацию социально-эколого-экономической обстановки является наибольшим.

В ходе выявления и оценки вредного воздействия химического

производства на окружающую среду исследована экологическая ситуация, сложившаяся в местах расположения предприятий. Установлено, что основными источниками загрязнения воздушного бассейна Жамбылской области являются предприятия фосфорной промышленности - Новофосфорный завод ЖПО «Химпром» и суперфосфатный завод, ГРЭС, ТЭЦ и другие менее крупные производственные объекты.

Структурно химическая промышленность Казахстана делится на несколько основных отраслей: горно-химическую, основную химию, обработку полимерных соединений, химию органических соединений и химию полимерных материалов. Для горно-химической отрасли характерно высокое выделение отходов на единицу конечного продукта. Например, при производстве 1 т концентрата из апатитовой руды получается 2-3 т мелкозема хвостов. Гигантские массы минералов накоплены в отвалах. По удельному и суммарному выходу побочных (в основном неиспользуемых) продуктов горно-химическая промышленность занимает лидирующее положение в минерально-сырьевом комплексе. Вредные примеси в отвалах (фтор, кислоты) наносят серьезный ущерб природной среде. Но основной вред заключается в отчуждении земель, а также в огромном расходе воды, требующейся для технологий переработки агрономических руд [130, С.166].

Вероятность нанесения ущерба химическим предприятием окружающей среде близлежащей территории связана с наличием опасных материалов или несовершенством применяемых технологий, сложными природными условиями и другими факторами. К производствам с повышенной степенью опасности относятся производства по обработке фосфоритовых месторождений Каратауской группы. Данное сырье проходит первичную рудоподготовку, в результате которой получают фоссырье тонкого помола, дробленое (товарная руда), фосфатно-кремнистое сырье и т.п. В процессе использования такого сырья возникает большая неоднозначность и неопределенность в оценке эколого-экономической эффективности и целесообразности применения его из-за высоких экономических, социальных и экологических потерь.

В этой связи определенный интерес представляет анализ динамики отходов, образующихся в ТОО «Казфосфат» (табл. 10).

Таблица 10

Динамика образования отходов в ТОО «Казфосфат» за 2004-2009 гг., тыс. т

Наименование отхода	2004 г.	2005 г.	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.
1 Коттрельная пыль	17,91	18,4	12,5	15,6	17,3	14,6
2 Фосфорный шлак	739,2	517,9	386,3	403,5	410,8	412,7
3 ТБО	36,3	38,3	41,2	39,4	40,3	41,21
4 Фосфогипс	415,5	402,7	400,7	360,0	401,8	420,1
5 Строительные отходы	3,0	2,2	3,1	2,8	2,7	3,1
6 Отвалы породы	3559,9	3058,4	3156,0	3276,2	3161,9	3245,6

Примечание. Данные ОТУООС города Тараза

Как видим, только в 2009 г. общее количество образованных промышленных отходов в ТОО «Казфосфат» составило 4137,3 тыс. т, в том

числе токсичные отходы 3 и 4 классов опасности – 20,1 тыс. т. Утилизация отходов производства составила всего лишь 12,6%. Поэтому основными задачами ТОО «Казфосфат» являются проведение работ по всем видам производства, но вместе с тем выделяют три наиболее важные: сокращение выбросов вредных веществ в атмосферу; ликвидация сброса сточных вод; строительство опытно-промышленной установки по термическому обезвреживанию шлама.

В последнее время в ТОО «Казфосфат» активно проводятся природоохранные мероприятия. В частности, произведена установка системы утилизации печного газа в производстве агломерата на сумму 157,96 млн. тенге. В результате данного мероприятия выбросы предприятия сократились на 12,69 тыс. т. На создание автоматизированной системы контроля импульсного регулирования с блоками управления типа «Сапфир» на электрофильтре УГ-230 затрачено 34,0 млн. тенге. На работы по замене расходомеров на водоводах промышленной и питьевой воды на более современные расходомеры израсходовано 2,3 млн. тенге [133, С.24-25].

Вместе с тем до сих пор на предприятиях горной химии в большом объеме образуются галитовые отходы и отходы апатитовой флотации, при переработке серосодержащего сырья – пиритные огарки, а при переработке фосфорсодержащего сырья – фосфогипс.

Существенным техногенным источником серы является фосфогипс - многотоннажный отход производства фосфорных удобрений, оказывающий резко негативное влияние на окружающую среду: при этом содержание его отвалов требует значительных расходов и изымает обширные земельные площади. Но пока не разработано конкурентоспособной технологии извлечения серы из фосфогипса, поэтому в сельском хозяйстве его употребляют на химическую мелиорацию солонцовых почв вместо природного сыромолотого гипса, в цементной - в качестве добавки к цементному клинкеру перед его помолом вместо природного гипса. Здесь же он играет роль минерализатора в процессе обжига сырьевой смеси при получении клинкера. В стройиндустрии фосфогипс употребляется для производства гипсовых вяжущих изделий и продуктов, получаемых на их основе. В настоящее время ведутся научно-исследовательские и опытно-промышленные работы по использованию фосфогипса в бумажной промышленности, при тампонировании нефтяных скважин и креплении шахтных выработок, а также в дорожном строительстве.

Вообще в связи с ожидаемым ростом производства фосфорных удобрений решение проблемы использования фосфогипса становится одной из важнейших направлений науки и техники в сфере природопользования.

В отвалах сернокислотных производств предприятий горной химии хранится значительное количество пиритных огарков, которые используются в основном в цементной промышленности. Незначительное их количество применяется при производстве стекла и огнеупорных материалов, в сельском хозяйстве для мелиорации почв, при обжиге свинцовых концентратов в качестве агломерирующей добавки с последующим извлечением

содержащихся в этих огарках золота и серебра при рафинировании черного серебра. Проводятся исследования по комплексной переработке пиритных огарков с извлечением таких ценных компонентов, как железо, золото, серебро, цветные и редкие металлы.

Наиболее крупнотоннажным продуктом при фосфорном производстве являются фосфорные шлаки. В настоящее время на фосфорных предприятиях Казахстана шлаки перерабатываются в гранулированный шлак, литой щебень и литой шлак.

Большое народнохозяйственное значение с точки зрения комплексного использования сырья имеет извлечение фтора и ванадия из фосфоритов и кремнисто-ванадиевых сланцев. До настоящего времени при производстве фосфорных удобрений часть фтора переходит в удобрения и при их применении загрязняет почву. Фтор из экстракционной фосфорной кислоты можно выделить путем ее упаривания и осаждения кремнефтористого натрия. При термической переработке каратауских фосфоритов на элементарный фосфор и обесфторенные фосфаты фтор переходит в газообразное состояние и выбрасывается в атмосферу. Помимо потери нужного продукта происходит загрязнение воздушного бассейна. Целесообразно ускорить разработку и испытания технологии по получению фтористых соединений из печных газов фосфорного производства [123, С.123].

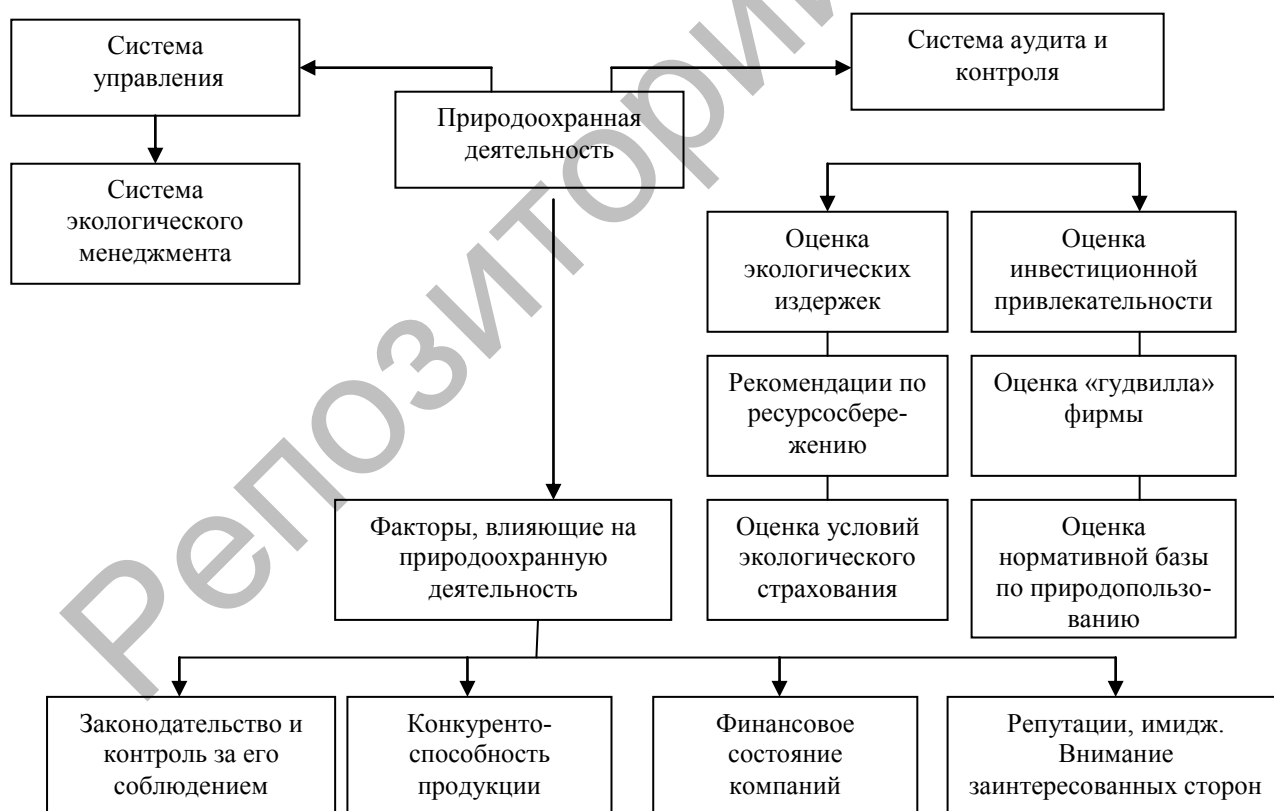


Рис. 30. Система менеджмента и аудита природоохранной деятельности на предприятии химической промышленности (в том числе и горной химии) (Примечание – данные работы [133, С.30])

В дальнейшем для практического решения проблем устойчивого

развития горно-химической промышленности Казахстана необходимо совершенствовать механизм экономического регулирования природопользования на основе разработки и внедрения его новых элементов и инструментария. Одним из наиболее эффективных инструментов экономико-экологического контроля в условиях рыночной экономики должен стать экологический аудит. На рис. 30 предложены основные направления, по которым должна проводиться аудиторская оценка деятельности предприятия химической индустрии, в том числе и горной химии.

Цель проведения экологического аудита зависит от типа аудита, который завершается формированием аудиторских выводов об экологическом состоянии проверяемого объекта.

В целом экологический аудит, являясь сложным комплексным инструментом, связанным с выполнением аналитических, исследовательских и инжиниринговых процедур, может выступить как инструмент экспертного контроля экологических и финансово-экономических аспектов инвестиционных и инновационных программ при оценке рисков, экологического страхования потенциально опасных объектов горно-химической промышленности.

7.7 Экологизация сферы природопользования и окружающей среды на базе концепции более чистого горного производства

Обобщая вышесказанное можно сделать важный вывод о том, что в будущем для эффективности решения проблемы отходообразования в отечественной горнодобывающей промышленности необходимо принять концепцию рационального природопользования.

Если исходить в дальнейшем из природоохранной концепции, то в решении проблемы отходов имеется два принципиальных пути. Первый путь основан на глубокой переработке (разложении) отходов и включение их в природные или искусственные биогеохимические циклы.

Второе направление - сокращение образования отходов на стадии переработки. В странах с развитой экономикой данный путь называют «устранение загрязнения в источнике». Суть его заключается в выборе наиболее чистой технологии для переработки сырья.

Следовательно, в странах рыночной экономики экологизация сферы природопользования и окружающей среды привела к зарождению новой концепции - так называемой «концепции более чистого производства». Она отличается от стратегии использования отходов («конца трубы»). Идея более чистого производства состоит в предотвращении появления отходов и выбросов в их источнике, вместо того чтобы бороться с ним после возникновения в процессе производства.

Значит, новый подход переносит усилие на источник проблемы - на производственный процесс, в отличие от традиционного подхода, ориентированного на борьбу с последствиями (отходами). В методологическом

смысле более чистое производство - это системный подход, требующий постоянного совершенствования экологической деятельности на предприятии и постоянного снижения количества отходов.

В настоящее время единое определение более чистого производства не выработано, в практике используют определение Центра программной деятельности по промышленности и окружающей среде (ООН - ЭП): «Более чистое производство - более глобальный подход к защите окружающей среды, включающий и рассматривающий все фазы процесса производства или жизненного цикла продукции с целью предотвращения и (или) минимизации как и ближайших, так и отдаленных рисков для человека и окружающей среды.

Такой подход предусматривает минимизацию количества отходов и вредных выбросов в воду, воздух и почву в течение всего периода «от рождения продукции до его ликвидации», а также минимизацию потребления энергии и потребления сырья» [114, С.64].

Сфера действия данной концепции значительно шире, охватывает по объему и по времени весь цикл жизнедеятельности продукции, она ориентирована на экологическое управление производственными процессами.

Экологически более чистое производство предполагает постоянное применение интегрированных предупредительных стратегий охраны окружающей среды к процессам и продуктам для снижения риска загрязнения окружающей среды и отрицательного воздействия на человека.

В основе реализации природоохранной концепции должны лежать малоотходные и безотходные технологии, основанные на том, что отходы одного производства служат сырьем для другого производства.

Ученые Б. Н. Ласкорин, Л. А. Барский, В. З. Козин, характеризуя систему, направленную на комплексную переработку сырья, утилизацию в экономически целесообразных пределах основной части отходов и не наносящую экологического ущерба окружающей среде, вводят понятие «безотходная технология». Ими впервые принято формализованное описание безотходной технологии с использованием технологических, экономических и экологических параметров [134, С.133, С.150].

Например, как показывает отечественный и зарубежный опыт, основой экологически безопасных малоотходных и безотходных производств в угольной промышленности является организация технологических процессов добычи и переработки угля с частичным или полным использованием твердых, жидких, пыле- и газообразных отходов производства, образование которых неизбежно в рамках отдельных предприятий или региона в целом. При этом под малоотходным производством понимается промышленное производство, вредное воздействие которого на окружающую среду не превышает уровня, допустимого санитарными нормами; по определенным причинам (техническим, экономическим, организационным) часть отходов такого производства не используется для удовлетворения нужд народного хозяйства и направляется на захоронение, длительную консервацию или ликвидацию. При безотходном производстве рационально расходуются все виды природных ресурсов и не нарушается экологическое равновесие окружающей среды [135, С.196-197].

В перспективе с целью заметного снижения или исключения вредного влияния на окружающую среду необходимо создавать оборудование и технологии утилизации сопутствующих ресурсов и отходов угледобычи и переработки. Цель может быть достигнута за счет следующих технических и технологических решений [136, С.65]:

- создания замкнутых водохозяйственных комплексов, обеспечивающих полное использование шахтных и карьерных вод для технологического водоснабжения собственных нужд производства и смежных отраслей;

- создания замкнутого теплоэнергетического хозяйства, обеспечивающего потребности предприятий производственного комплекса собственным теплом и электроэнергией, получаемых от утилизации метана, и использующего отходящую низкопотенциальную теплоту энергетических установок, вентиляционных и дегазационных систем и других источников;

- создания комплекса по переработке твердых отходов, включающего в себя сбор и переработку шахтной породы и отходов углеобогащения, и энергетических объектов, обеспечивающего сохранность поверхности, ликвидацию отчуждения земель под их складирование, исключение загрязнения атмосферы, водоемов и почвы;

- создания систем заглубленных и подземных объектов для размещения части поверхностного комплекса, обеспечивающих устранение шума и вибрации стационарного оборудования;

- создания короткозабойной комплексно-механизированной технологии для отработки особо экологически чувствительных участков, обеспечивающей охрану отрабатываемого массива, водоносных горизонтов, тепловых, газовых, электрических, магнитных, силовых и других полей; совершенствования трубопроводного транспорта твердых отходов. При условии максимального экономически оправданного использования всех видов отходов и сопутствующих ресурсов разрабатываемых месторождений, а также минимизации оказываемого ими нежелательного влияния на природную среду и здоровье людей угольная промышленность может стать рентабельной и конкурентоспособной.

Острая необходимость создания и внедрения безотходной и малоотходной технологий на предприятиях горно-металлургического комплекса обуславливается тем, что в переработку начали вовлекаться сложные по минералогическому и химическому составам полиметаллические руды и концентраты. Существующие технологические схемы, не подготовленные к переработке такого рода сырья, сильно усложнились. Кроме того, на металлургических предприятиях вырос удельный выход промышленных отходов на единицу выпускаемой продукции на всех этапах переработки руд и концентратов. Резко увеличились объемы получаемых промпродуктов и оборотных материалов, характеризующихся сложным химическим и фазовым составами. Возросли материальные и энергетические затраты.

Переработка промпродуктов и оборотных материалов по привязанным к основным технологическим схемам стала затруднительной и

малозффективной: снизилась комплексность использования сырья произошел спад сквозного извлечения даже базовых металлов. Ситуация обострилась и тем, что нарушение горизонтальных связей между предприятиями, связанное (в числе прочего) и с изменением форм собственности, привело к значительному накоплению объемов промпродуктов и оборотных материалов непосредственно на территориях заводов [137, С.26-27].

Из вышеизложенного следует что научная база технологий, адаптированных к переработке селективного сырья, уже не отвечает требованиям, предъявляемым к современным технологиям. Вовлечение в переработку полиметаллического сырья для извлечения ценных металлов требует изыскания новых технических подходов и внедрения высоких наукоемких технологий. Без этого невозможно достичь большого эффекта как по комплексному использованию сырья, так и оптимизации расходов энергии и реагентов.

Сегодня существующие способы разработки рудных месторождений, оказывая существенное негативное воздействие на окружающую среду, не обеспечивают в большинстве случаев использование подземного техногенного пространства (ПТП), а тем более возможность длительного хранения техногенных ресурсов. Это означает, что новым направлением разработки рудных месторождений может стать создание экологически чистой технологии, обеспечивающей целенаправленное сокращение отходов в процессе вскрытия, подготовки и хранения рудных полей и предусматривающей формирование подземных техногенных месторождений (ПТМ) с последующей отработкой в будущем сохраненных техногенных ресурсов.

Предпосылкой создания ПТМ должна стать, конечно, технико-экономическая оценка целесообразности их формирования. В методиках экономической оценки систем разработки в качестве основных показателей эффективности использования минеральных ресурсов принимают себестоимость руд, ценность конечной продукции, прибыль, рентабельность производства и др. С позиции экономической эффективности оценка целесообразности формирования подземного техногенного месторождения определяется равенством или превышением ценности содержащихся полезных компонентов в техногенных ресурсах, ценности подземного техногенного пространства, предотвращаемого экологического ущерба, наносимого окружающей среде, над затратами на формирование подземного техногенного месторождения, затратами на манипулирование с техногенными ресурсами [138, С.7-8]:

$$C_{mp} + C_{mn} + U_{oc} \geq Z_{mp} + Z_{mm} , \quad (13)$$

где C_{mp} — ценность полезных компонентов, содержащихся в техногенных ресурсах; C_{mn} — ценность подземного техногенного пространства; U_{oc} — предотвращаемый ущерб, наносимый окружающей среде; Z_{mp} - затраты на манипулирование с техногенными ресурсами; Z_{mm} - затраты на формирование подземного техногенного месторождения.

Ценность полезных компонентов, содержащихся в техногенных

ресурсах, определяется из выражения

$$C_{mp} = Q_{mp} \beta I u_{nk}, \quad (14)$$

где Q_{mp} — суммарная масса используемых техногенных ресурсов, т; β — содержание полезного компонента, доли ед.; I — коэффициент извлечения полезных компонентов; u_{mn} — цена 1 т полезного компонента.

Ценность подземного техногенного пространства

$$C_{mn} = V_{mn} (1 - \varphi) u_{mn}, \quad (15)$$

где V_{mn} — объем подземного техногенного пространства, м³; φ — доля крепи, целиков, изолирующих перемычек и покрытий, несущих конструкций в подземном техногенном пространстве; u_{mn} — стоимость 1 м³ подземного техногенного пространства (принимается численно равной себестоимости очистной добычи).

Предотвращаемый ущерб, наносимый окружающей среде:

$$Y_{oc} = Q_{mp} y_{oc}, \quad (16)$$

где y_{oc} — удельный ущерб на единицу массы техногенных ресурсов.

Затраты на манипулирование с техногенными ресурсами и на формирование подземного техногенного месторождения соответственно определяются из выражений:

$$Z_{mp} = Q_{mp} A_{mp}; \quad (17)$$

$$Z_{mm} = V_{mn} A_{mm}, \quad (18)$$

где A_{mp} — затраты на предварительную обработку, преобразование, транспортирование и складирование техногенных ресурсов; A_{mm} — затраты на обеспечение устойчивости и герметизации подземного техногенного пространства, эксплуатационные затраты на содержание и контроль за ПТМ.

Подставив (14)-(18) в (13) и проделав соответствующие преобразования, получим соотношение, при котором экономически целесообразно формирование ПТМ:

$$V_{mp} \gamma_{mp} (u_{nk} \beta I + y_{oc} - A_{mp}) \geq V_{mn} [A_{mm} - u_{mn} (1 - \varphi)], \quad (19)$$

где V_{mp} — объем используемых техногенных ресурсов, м³; γ_{mp} — плотность техногенных ресурсов, т/м³.

Отношение объема используемых техногенных ресурсов к объему подземного техногенного пространства обозначим через $K_{mn} = V_{mp}/V_{mn}$ — показатель использования ПТП. Тогда из (19) содержание полезного компонента в техногенных ресурсах, при котором целесообразно формирование ПТМ, следует определять для каждого компонента в отдельности из выражения

$$\beta \geq \frac{(A_{mp} - y_{oc}) \gamma_{mp} + A_{mm} - u_{mn} (1 - \varphi)}{K_{mn} u_{nk} I \gamma_{mp}}. \quad (20)$$

Решение о целесообразности оставления пустых пород в подземных условиях следует принимать при соблюдении соотношения

$$K_{mn}\gamma_{mp}(y_{oc} - A_{mp}) \geq A_{mm} - u_{mn}(1 - \varphi). \quad (21)$$

Значит, при применении экологически чистых технологий подземной разработки месторождений полезных ископаемых, базирующихся на создании ПТМ, оценку экономической целесообразности их формирования с достаточной надежностью можно производить путем сравнения ценности полезных компонентов в техногенных ресурсах и подземного техногенного пространства с затратами на манипулирование с техногенными ресурсами и на формирование ПТМ, а также предотвращаемого ущерба, наносимого окружающей среде [138, С.10].

Видимо, в будущем полное решение задачи оптимизации экологической безопасности производства и природопользования в горной промышленности страны можно достичь в том случае, если к каждому исследуемому объекту - промпродукту, промышленному или токсичному отходу, шлаку или шламу конкретного производства и т.д. будет применен комплексный поэтапный подход системного анализа и исследований.

Первый этап должен включать проведение мероприятий по классификации каждого вида промышленных отходов с установлением их количественной и качественной полноты с дальнейшей идентификацией различных отходов по общим признакам и объединением в общие группы, представляющие интерес для извлечения из них того или иного ценного компонента. Это основное и необходимое условие. Выполнение первого этапа работ позволит наиболее точно установить класс опасности того или иного отхода и оптимизировать выбор способа утилизации, обезвреживания и захоронения отходов. Идентификация отходов по свойствам и их классификация создаст возможность для дальнейшей разработки государственного стандарта для каждой определенной группы отходов.

Второй этап - разработка государственных стандартов для вновь классифицированных в единую группу отходов. Такое решение позволит проводить паспортизацию, сертификацию отхода и продуктов его переработки, а также предоставлять сведения об отходах как об опасных веществах или вторичных материальных ресурсах. При этом можно будет выполнять любые действия, связанные со складированием, размещением, переработкой и транспортированием отхода, включая маркетинг, хранение, утилизацию, захоронение или уничтожение [112, С.33].

Проведение комплекса указанных работ должно вестись под жестким контролем государственных органов республиканского, регионального и местного значения с привлечением широкого круга научных специалистов в конкретной области.

ЧАСТЬ III. ЭФФЕКТИВНОСТЬ СОЗДАНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГЕОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ДОБЫЧИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ В ОТДЕЛЬНЫХ ОТРАСЛЯХ ГОРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Глава 8. ФОРМИРОВАНИЕ НАУЧНОЙ БАЗЫ ДЛЯ РАЗВИТИЯ И ВНЕДРЕНИЯ ГЕОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СПОСОБОВ ДОБЫЧИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

8.1 Геотехнология как наука о геотехнологических методах добычи полезных ископаемых и средствах их осуществления

До последнего времени совершенствование технологий разработки месторождений полезных ископаемых во всем мире осуществлялось преимущественно экстенсивным путем. Например, в угольной отрасли звено «кайло-корзина» первоначально сменилось на «отбойный молоток-вагонетка», а затем – на «комбайн-транспортёр». При этом сущность технологий долгое время оставалась принципиально прежней. То же самое относится и к рудной отрасли, где весьма примитивные приспособления хотя и сменились высокопроизводительными буровыми станками, экскаваторами и прочими механизмами, но концептуальная сущность технологий не менялась. И только к настоящему времени созданы принципиально новые технологии освоения месторождений полезных ископаемых, получившие название «физико-химические геотехнологии» [139, С.30].

Еще в середине 60-х годов XX столетия было обращено внимание специалистов на подготовленность и зрелость горной науки для развития геотехнологии, с использованием ее возможностей для разработки новых геотехнологических методов добычи. При геотехнологических методах добычи полезное ископаемое переводится в подвижное состояние (газ, расплав, раствор, гидросмесь). Для этого в недра, на место залегания полезного ископаемого, подводятся рабочие агенты и осуществляются тепловые, массообменные, химические, гидродинамические процессы, благодаря которым обеспечивается возможность выемки и выдачи полезного ископаемого из недр через скважины. Из сказанного ясно, что суть геотехнологического процесса – перевод полезного ископаемого в подвижное состояние с целью последующего его извлечения на поверхность. Вероятно, здесь уместно сказать о внутренних и внешних факторах, способствующих протеканию процесса добычи. Внутренние факторы – это свойства минералов, внешние – физико-геологические (геологические, гидро-геологические и геотермические) условия залегания месторождений. Все эти факторы действуют совместно.

Геотехнология – наука о геотехнологических методах добычи полезных ископаемых и средствах их осуществления. Она изучает физико-геологическую обстановку, горную среду, химию и физику процессов добычи,

методы и средства их осуществления. Нужно заметить, что исследователь, ведущий работу в области геотехнологии, должен смотреть на полезное ископаемое и горную среду, где оно залегает, с геотехнологической точки зрения, которая заключается прежде всего в исследовании путей перевода извлекаемых полезных ископаемых в подвижное состояние [140, 141].

В геотехнологии выделяются два основных направления. Первое связано с изучением физико-геологической обстановки месторождения; второе – с разработкой способов и средств добычи выявлением их зависимости от физико-геологической обстановки и ее изменения в процессе эксплуатации месторождения. Из сказанного ясно, что связь геологического цикла наук с геотехнологией самая близкая. Более того, по образному выражению академика Н.В. Мельникова, геотехнологические методы «... вторят природе. С той только разницей, что процессы в недрах подобны природным и управляет ими человек. А идут они в выгодном для него «обратном порядке»» [142, С.5].

Известие, что главная причина отложения многих минеральных веществ – это химические реакции с образованием нерастворимых или труднорастворимых продуктов, причем газовые или жидкостные растворы служат средой для миграции полезных ископаемых. Поэтому подход к изучению месторождений полезных ископаемых в геотехнологии определяется постановкой следующих вопросов. Какие механизмы физических, химических или физико-химических процессов могут обеспечить изменение агрегатного состояния полезного ископаемого? В каких условиях устойчивые минеральные ассоциации возможно привести в подвижное состояние? Ответить на эти вопросы нам поможет изучение генезиса месторождения, поскольку, вскрыв процессы образования полезного ископаемого, можно выявить технологию «обратного» воздействия – перевода его в подвижное состояние.

Так, например, одна из основных гипотез образования соляных месторождений связывает их генезис с испарением воды в морской лагуне. Поэтому для разработки таких месторождений возможно использовать растворение солей водой. Осадочные месторождения рыхлых руд, как правило, образовались в результате осаждения механических взвесей из воды. Струя воды из гидромонитора дает возможность привести руду в подвижное состояние. Образование гидротермальных месторождений связано с осаждением полезных ископаемых из высокотемпературных газов, паров, растворов. Путем изменения гидротермодинамических параметров участка можно создать искусственные газогидротермы и из них извлекать полезные компоненты.

Принципиальное отличие геотехнологических методов от обычных, позволяющее видеть в новой технологии перспективу горного дела, заключается в их характерных особенностях: добыча полезного ископаемого ведется через скважины, что позволяет осуществить управление процессом добычи с поверхности, изменяя параметры технологии (расход, давление, температуру, концентрацию и т.д.); орудием труда – инструментом добычи – является рабочий агент (растворитель, теплоноситель, окислитель и т.д.), который посредством физического, химического и т.д. воздействия переводит

полезное ископаемое в подвижное состояние; в недрах одновременно с добычей полезных ископаемых часто ведется их переработка, т.е. месторождение одновременно представляет собой объект разработки и место, где протекает технологический процесс частичной переработки [143, С.259].

Анализ горнотехнических процессов позволяет выделить следующие основные звенья их осуществления:

- 1) отделение породы от материнского массива;
- 2) трансформация породы к виду, удобному для перемещения;
- 3) перемещение трансформированного материала в заданное место;
- 4) укладка (складирование) доставленного материала для его последующего использования;
- 5) поддержание и управление выработанным пространством;
- 6) ряд процессов, связанных с созданием безопасных и комфортных условий для работы людей (вентиляция, водоотлив, освещение выработок, кондиционирование воздуха и т.д.).

Закономерности, присущие этим звеньям производства, являются общими для геотехнологических процессов. Основная проблематика геотехнологии как науки, очевидно, состоит в выявлении законов протекания указанных звеньев производства и разработке на этой основе новых, более эффективных методов осуществления геотехнологических процессов. Классификация геотехнологических процессов может быть проведена на основе различных признаков, вследствие чего возможно несколько классификаций [144, С.31].

Для общего обозрения геотехнологических процессов и выявления их различий и взаимосвязей можно использовать классификационную схему, основанную на способах их осуществления. С этой точки зрения целесообразно провести разделение геотехнологических процессов на две большие группы: на процессы, осуществляемые под открытым небом, и процессы, организуемые под земной или водной поверхностями. К первой группе отнесены большинство строительных процессов, а также открытая добыча полезных ископаемых; ко второй группе – все геотехнологические процессы добычи полезных ископаемых и строительство некоторых подземных или подводных сооружений. Дальнейшее разделение подземных (подводных) геотехнологических процессов можно провести по существующему признаку, который характеризует условия труда при их проведении.

Управление рядом процессов, осуществляемых, например, в гидротехническом строительстве или связанных с добычей природного газа, воды, нефти и других полезных ископаемых, производится с поверхности земли (воды); другие процессы, связанные с добычей, главным образом, твердых полезных ископаемых, и некоторые процессы, применяемые в строительстве, требуют присутствия людей в подземных выработках или под водой. Еще более детальное разделение геотехнологических процессов можно провести, например, по методам осуществления отдельных звеньев этих процессов (механические, физические, химические, биологические).

Человек пользуется механическими, физическими, химическими свойствами вещей для того, чтобы в соответствии со своей целью заставить их действовать в качестве орудия его власти. Геотехнологические процессы и соответствующая горная техника основаны на использовании различных свойств горного массива, являющегося объектом труда. Ведущими здесь являются процессы непосредственного отделения полезных ископаемых от массива. Механические и физические процессы отличаются лишь применяемыми способами ослабления и разрушения объекта без изменения его агрегатного состояния; химические и биологические процессы выделяют полезные компоненты химическим превращением. В соответствии с этими процессами создаются средства перемещения добытой продукции.

Кроме средств или их комплексов, которыми человек воздействует на внешнюю природу, техника охватывает целый ряд средств, которые создаются человеком не для непосредственного воздействия на предмет труда и перемещения продукции, а для создания условий нормального протекания производственного процесса. Это особенно наглядно прослеживается в горной промышленности. Поэтому, кроме основной системы орудий и механизмов на шахте (карьере) имеется ряд механизмов и сооружений, предназначенных для обеспечения комфортных условий труда и нормального протекания производства. К ним относится вся система вентиляции, освещения горных выработок, кондиционирования воздуха, водопонижения и водоотлива. Все это должно быть учтено при проектировании горнодобывающих предприятий и соответствующих геотехнологических процессов.

8.2 Классификация геотехнологических процессов и горной геотехнологии

Совокупность геотехнологических процессов в общем виде может быть представлена схемой, изображенной на рис. 31.

Современная добыча полезных ископаемых состоит из ряда звеньев технологической цепи, отмеченных выше. Все эти звенья, главным образом, осуществляются в настоящее время механическими и физическими методами, при которых добываемое ископаемое изменяет лишь свою внешнюю форму. Для управления процессами добычи, основанными на механических методах, в настоящее время требуется присутствие людей под землей. Месторождения полезных ископаемых не содержат, как правило, свободных элементов; химические элементы находятся в залежи в виде разнообразных соединений. Эти соединения используются или для превращения имеющихся в них запасов химической энергии (уголь, нефть, природный газ) в другие формы энергии (тепловую или электрическую) или для превращения их (например, руды) в другие более ценные для потребителей соединения. Сравнительно редко добываемое из недр минеральное сырье используется в неизменном виде, большинство видов минерального сырья подвергается дальнейшей технологической переработке, прежде чем стать конечным продуктом

потребления. Поэтому добыча этих видов ископаемого в натуральном виде не является принципиально необходимым условием: достаточно, чтобы ископаемое обладало свойствами, позволяющими его использовать для тех же конечных целей, для которых предназначается натуральное ископаемое. Таким образом, сохранение неизменными агрегатного состояния и молекулярной структуры добываемого ископаемого, вообще говоря, не требует обязательного использования только механических способов добычи. Преимущественное распространение механических методов обусловлено тем, что они сейчас являются наиболее эффективными и обеспечивают более полное извлечение богатств недр.



Рис. 31. Классификация геотехнологических процессов: 1 – процессы, осуществляемые под открытым небом; 2 – процессы, осуществляемые под поверхностью земли и воды; 3 – процессы, управляемые с поверхности земли и воды; 4 – процессы, для управления которыми необходимо присутствие людей над поверхностью земли или под водой (Примечание – данные работы [144, С.33])

В связи с этим заслуживают внимания возможности применения других методов осуществления геотехнологических процессов, для управления которыми принципиально не требуется присутствия людей под землей. Такого рода методы могут основываться на применении процессов химической технологии (в которых материал претерпевает изменение своих физических свойств, агрегатного состояния, молекулярной структуры). Целью такой химической подземной переработки твердых полезных ископаемых является превращение их в такие виды соединений, которые допускают более легкое отделение их от материнской залежи и находятся в более удобном виде (жидком или газообразном) для доставки их на поверхность. Очевидное преимущество применения химических процессов для добычи твердых полезных ископаемых – возможность избежать необходимости пребывания людей под землей.

Повышенная экономическая эффективность химической технологии существенно основывается на том, что здесь не нужно создавать искусственные инструменты, механизмы непосредственного воздействия на предмет труда (как в случае механических или некоторых физических методов обработки). В качестве такого орудия выступают, прежде всего, сами

естественные химические свойства веществ, реакции между которыми и ведут к образованию новых веществ. Это обстоятельство приводит к возможности в ряде случаев достичь селективности химико-технологического воздействия, т.е. к избирательному воздействию процессов с применением химических методов, которые теперь можно встретить в практике горнодобывающей промышленности: подземная газификация углей, подземное выщелачивание руд, подземное растворение солей, подземное расплавление и выдача серы, подземная возгонка ртути, мышьяка, сурьмы и других элементов, подземный микробиологический метод добычи металлов с использованием микробов, питающихся металлом, повышение пластового давления при добыче нефти с помощью микробов, выделяющих углекислый газ и др.

Интересными являются перспективы применения немеханической технологии. Сейчас начинают шире внедряться методы химико-технологические, связанные с физико-химическими изменениями тех природных образований, с которыми приходится иметь дело в геотехнологии. Особенно большие перспективы принадлежат лучевой (лазерной) геотехнологии. Лучевое разрушение массива является самым эффективным процессом.

Геотехнологические процессы могут быть классифицированы более детально (рис. 32). Как видно из классификационной схемы, общая геотехнология состоит из трех крупных комплексов: сельскохозяйственная, строительная и горная геотехнология. Каждый имеет разновидности по способу осуществления и назначения основных звеньев технологической цепи. Так, сельскохозяйственные геотехнологические процессы включают перемещение земли при устройстве мелиорационных и ирригационных систем (плотин, каналов, туннелей и т.п.).



Рис. 32. Классификация геотехнологий: 1 – сельскохозяйственная геотехнология; 2 – строительная геотехнология; 3 – горная геотехнология (Примечание – данные работы [144, С. 36])

На рис. 33 приведена классификация строительной геотехнологии. В основу деления здесь принят признак назначения сооружения. Каждая из групп, входящих в схему, может быть дифференцирована на более мелкие группы сооружений. Например, строительство гидротехнических сооружений может состоять из образования плотин, гидротехнических тоннелей, каналов.

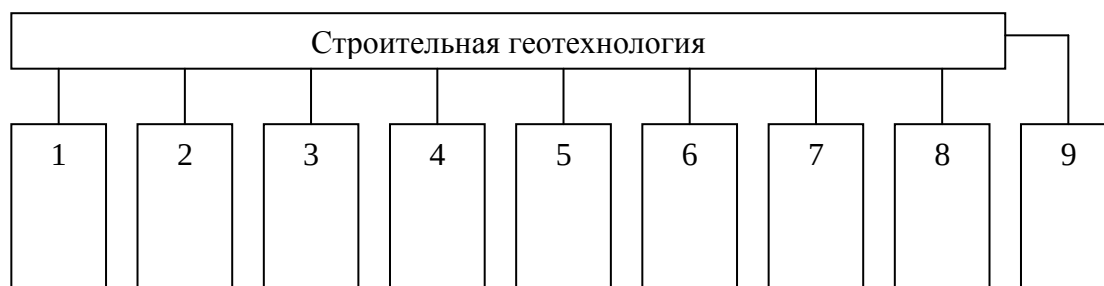


Рис. 33. Классификация строительной геотехнологии: 1 – строительство гидротехнических сооружений; 2 – земляные работы при гражданском строительстве; 3 – горные работы при строительстве железных дорог; 4 – горные работы при строительстве автодорог; 5 – строительство транспортных туннелей; 6 – строительство метрополитенов; 7 – строительство подземных складов; 8 – строительство подземных трубопроводов; 9 – строительство стратегических сооружений (Примечание – данные работы [144, С. 37])

На рис. 34 приведена классификация горной геотехнологии. В основу деления здесь принят признак способа осуществления геотехнологических процессов. Каждый из указанных способов имеет соответствующие разновидности. Так, из механических методов имеют распространение механомашинный и взрывной способы. Физический метод включает огневой, электрический, гидравлический, плазменный, лучевой (лазерный) и другие.



Рис. 34. Классификация горной геотехнологии: М – механическая, М1 – ручная, М2 – механомашинная; М3 – взрывная (с отбойкой химической энергии взрыва); Ф – физическая, Ф1 – огневая; Ф2 – электрическая, Ф3 – гидравлическая, Ф4 – плазменная, Ф5 – лучевая (лазерная); Х – химическая, Х1 – растворение с выдачей рассола и последующим выпариванием соли, Х2 – расплавление (серы) перегретой водой с выдачей расплава и охлаждением на поверхности, Х3 – подземная возгонка (мышьяка, сурьмы, ртути), Х4 – подземное выщелачивание меди и последующая цементация, Х5 – подземная газификация (угля, горючих сланцев), Х6 – лучевая (лазерная); Б – биологическая, Б1 – микробиологическая технология добычи металла, Б2 – микробиологический способ повышения пластового давления при нефтедобыче (Примечание – данные работы [144, С. 38])

К химическим методам относятся растворение с выдачей рассола и последующим выпариванием соли; расплавление серы перегретой водой с выдачей расплава и охлаждением на поверхности; подземная

возгонка(сублимация) мышьяка, сурьмы, ртути и т.п.; подземное выщелачивание меди с последующей цементацией; подземная газификация угля, горючих сланцев. В зависимости от места осуществления геотехнологические процессы могут быть разделены на открытые (карьерные), подземные (шахтные), скважинные и подводные. Соответственно можно различать карьерную, шахтную, скважинную и подводную геотехнологию.

Правильный выбор эффективного способа осуществления геотехнологического процесса требует тщательного изучения свойств полезного ископаемого и вмещающих пород (минералогический, химический состав, химико-технологические, физико-технические свойства). Для изучения этих свойств массива широко используются химические, механические, физические методы и современная электроника.

Достижения естественных наук, как видно, используются не только для исследования свойств массива, но для создания и проведения самих геотехнологических процессов. Земная кора здесь становится не только объектом познания, но и объектом деятельности человека, источником богатств. На рис. 35 рассматривается схема соотношения геотехнологических и естественных наук.

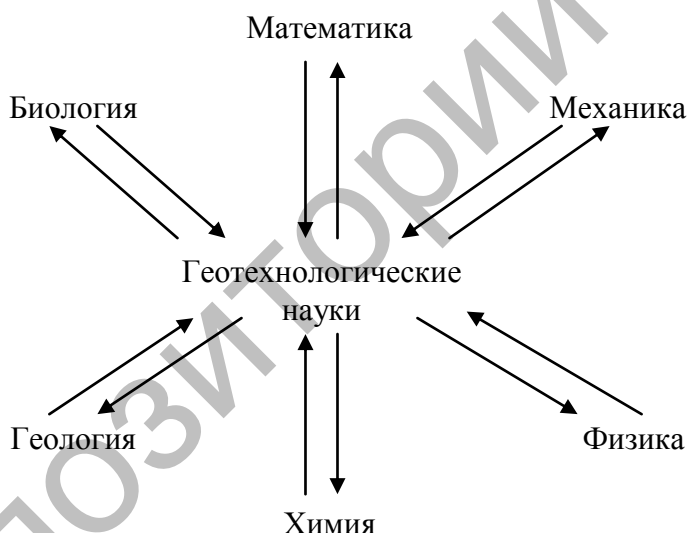


Рис. 35. Схема соотношения геотехнологических и естественных наук
(Примечание – данные работы [144, С. 39])

Геотехнологические науки для исследования геотехнологических процессов используют данные фундаментальных и естественных наук (стрелки к центру рисунка). С другой стороны, естественные науки, находя применение в проведении и исследовании геотехнологических процессов, расширяют диапазон своих исследований, обогащаются новыми данными, что отображено стрелками, направленными от центра.

На схеме (рис. 35) показана связь геотехнологии с естественными науками, но геотехнология тесно связана и со многими техническими науками (теория сооружений, теория машин и механизмов, технология металлов, железнодорожный, автомобильный и другие виды транспорта, электротехника,

электроника и др.). Есть основание считать принципиально возможным решение при помощи геотехнологических процессов таких проблем [144, С. 40]:

1) организация направленных процессов миграции элементов в земной коре с целью концентрации их в определенных местах земной коры и создание тем самым искусственных месторождений полезных ископаемых (этим возможно в какой-то мере решение проблемы возобновления таких природных ресурсов, которые до сих пор считались невозобновимыми);

2) организация в недрах без присутствия там людей химических производств;

3) применение геотехнологических процессов для использования в производственной деятельности тепла глубин земной коры и вулканических процессов;

4) разработка новых геотехнологических процессов для использования месторождений полезных ископаемых, залегающих на дне морей и океанов.

Проводимые геотехнологические процессы должны обеспечивать экономическую эффективность разработки месторождений, строительства транспортных, гидротехнических и других сооружений. Поэтому геотехнология взаимодействует с экономической наукой.

8.3 Основные требования к конкретным месторождениям полезных ископаемых, обрабатываемым геотехнологическими методами

В настоящее время горные работы во всем мире ведутся в основном по традиционной схеме: добыча полезного ископаемого, подготовка его к обогащению, обогащение и переделы до конечного продукта, например, металла. При постоянном обеднении месторождений, ухудшении горно-геологических условий их залегания, повышении глубин разработки себестоимость добытого полезного ископаемого нелинейно по экспоненте возрастает, увеличиваются затраты на обогащение и переделы. В данной ситуации конечный продукт становится весьма дорогим и слабо конкурентным на рынке. В связи с этим в мировой практике уже прослеживается тенденция перехода от классической горной технологии к геотехнологии, с использованием ее возможностей для разработки новых геотехнологических методов добычи полезных ископаемых [145, С.6].

На сегодняшний день в основе большинства геотехнологических методов лежат физические или химические процессы. Первые можно подразделить на механические и термические [143, С.259].

1. Механические процессы добычи полезных ископаемых. Они направлены на разрушение слабосцементированных пород струей воды, вибрацией и пр. и на доставку полученного продукта на поверхность. Основные затраты энергии при механических способах: добычи связаны с разрывом механических или межкристаллических связей отдельных

микроагрегатов в массиве. При этом не происходит изменения агрегатного состояния полезного компонента или вмещающих пород. Здесь главные для исследования — процессы разрушения разупрочнения пород.

2. Термические процессы добычи основаны на свойстве многих веществ изменять при определенной температуре свое агрегатное состояние и переходить из неподвижного твердого состояния в подвижное жидкое или газообразное (плавление, сублимация, испарение). Затраты энергии при термических процессах связаны с нагревом массива до температуры фазового перехода и изменением межмолекулярных связей в полезном компоненте. Нагрев массива до необходимой температуры перехода может быть выполнен теплоносителем, воздействием высокочастотного электромагнитного поля, приводящим к нагреву пласта вследствие объемных диэлектрических потерь электрического сопротивления пласта, электрическим током большой плотности, внутрипластовым очагом горения и др.

При использовании электротехнологии для термирования полезного ископаемого достигается ряд преимуществ, основные из которых — равномерный прогрев значительного массива горных пород путем сквозного проникновения электромагнитного поля через обрабатываемый объем; разогрев практически с любой заданной скоростью; осуществление нагрева массива с низкой фильтрационной способностью.

Важнейшая задача исследований термических методов добычи заключается в изучении динамики температурного поля, расчет которого осложняется наличием активного массопереноса в пласте. Перевод полезных ископаемых в подвижные формы возникает в результате искусственно создаваемых в пласте химических процессов. Это гетерогенные (происходящие на поверхности раздела фаз) процессы, которые носят химический характер, если межфазные переходы сопровождаются образованием новых химических соединений.

3. Геотехнологические процессы, основанные на химических реакциях, которые не требуют для своего осуществления искусственного повышения температуры и тепловые эффекты которых не оказывают решающего влияния на кинетику, можно назвать «истинно» химическими процессами. К ним относятся подземное растворение солей, выщелачивание металлов и их окислов и т.п. В основе процессов коллективного и селективного извлечения, на которых основаны соответственно растворение и выщелачивание, лежит понятие растворимости. Однако в первом случае оно подразумевает концентрацию насыщения раствора, тогда как во втором — интенсивность взаимодействия, т. е. реакционную способность или устойчивость минерала по отношению к растворителю.

По своему химизму рассматриваемые процессы подземного извлечения полезных компонентов из руд идентичны соответствующим процессам наземной химической технологии. В основе их могут лежать реакции обменного характера (растворение окислов и сульфидов металлов в кислотах); образование растворимых комплексных соединений (аммиачное растворение меди и т. д.); окислительно-восстановительные реакции (кислотное

выщелачивание металлов). Эффективное осуществление этих процессов в пласте определяется рядом условий: избирательностью извлечения, достаточной проницаемостью коллектора, отсутствием коагуляции пор и капилляров и образования пассивирующих пленок на поверхности реагирования, обеспечением рациональных систем ввода реагента в пласт и извлечения продуктивного раствора.

Химические процессы, происходящие при непосредственном участии микроорганизмов, относятся к биохимическим. Воздействие микроорганизмов может проявляться в целенаправленном извлечении компонентов рудного тела, необходимых для обеспечения биогенеза (фосфор, калий и др.), а также в побочном взаимодействии продуктов метаболизма бактерий с компонентами рудного тела (выщелачивание меди, железа и пр.). Наряду с извлечением полезного компонента биохимические процессы могут быть направлены на обогащение, а также на разупрочнение рудного пласта путем микробиологического выщелачивания кальция, кремния и других компонентов рудного скелета. Так, обеспечив селективность биохимического выщелачивания по отношению к кальцию фосфатсодержащих руд, можно интенсифицировать размыв их при гидромеханическом способе добычи и извлечь обогащенную фосфором руду.

4. В отличие от «истинно» химических, процессы, основанные на химических превращениях и инициируемые термическим воздействием на залежь, можно классифицировать как термохимические. Эти процессы могут быть основаны на окислительных реакциях (сжигание серы), окислительно-восстановительных (газификация углей), термическом разложении (подземная перегонка сланцев).

Осуществление ряда термохимических процессов возможно лишь при постоянном подводе тепла в реакционную зону. Например, подземная перегонка сланцев, разложение гипсов, карбонатов. Для реализации других процессов, к которым относится высокотемпературное внутрипластовое горение (серы, угля), требуется лишь начальный тепловой импульс для достижения достаточной скорости реакций. Выделяемое в результате реакций тепло не только компенсирует тепловые потери, но и обеспечивает стабильный автотермичный процесс горения после ликвидации источника теплового возмущения. Таким образом, термохимические процессы подразделяются на авто- и неавтотермичные. Автотермичность процессов может проявляться лишь при определенных условиях, характеризующихся теплофизическими свойствами коллектора и полезного ископаемого, физико-геологическими факторами (мощность залежи, содержание и распределение полезного компонента, конфигурация и размер реакционной зоны), технологическими параметрами (состав, интенсивность и способ подачи дутья) и др.

Характерные особенности термохимических методов добычи полезных ископаемых могут быть проиллюстрированы на примере метода подземного сжигания серы (ПСС). Основа метода ПСС — автотермичный процесс высокотемпературного окисления серы в газопроницаемом серном пласте при подаче воздуха и отборе дымовых газов через скважины. Основным продукт

метода ПСС — сернистый ангидрид, являющийся сырьем для последующей наземной переработки.

Неадекватность подземного сжигания серы и известной технологии наземного обжига серных руд обуславливается прежде всего физико-геологическими условиями пласта. Большие размеры пласта не позволяют поддерживать оптимальные параметры во всем его объеме, поэтому возможна лишь организация локального очага горения на забое одной из скважин. По мере выгорания серной руды очаг горения будет продвигаться в глубь массива до тех пор, пока суммарное тепловыделение реакции горения серы не станет меньше тепловых потерь в покрывающие и подстилающие породы. О продвижении очага горения можно судить по характерному, имеющему вид «тепловой волны» распределению температуры в пласте. Все фазовые и физико-химические превращения серы происходят в определенных температурных интервалах, что при наличии значительной неоднородности температурного поля приводит к появлению пространственно разделенных физико-химических зон. В первом приближении можно выделить зоны: предварительного прогрева (до 120°C), расплавленной серы (от 120 до 450°C), горения (более 450°C) и выгоревшую, где содержания серы уже недостаточно для поддержания горения.

В зоне горения протекает интенсивная цепная реакция окисления паров серы, скорость которой экспоненциально возрастает с температурой, но ограничена скоростью испарения серы. Сложность процесса испарения серы в пластовых условиях обуславливается структурой пласта, представленного в большинстве случаев малопроницаемыми блоками с межблоковыми трещинами или карстовыми каналами, где происходит основная фильтрация воздуха и, следовательно, основная реакция окисления серных паров. Таким образом, скорость суммарного процесса определяется как скоростью диффузии серных паров из блоков в макропоры, так и кинетикой окисления серных паров в потоке. Большие размеры серного пласта позволяют достичь весьма высоких температур в зоне горения. При этом интенсифицируются не только процессы диффузии и окисления серных паров, но и побочные реакции, происходящие во вмещающих породах [143, С.262-263].

Осуществление химических процессов в подземных коллекторах имеет ряд специфических особенностей. Это прежде всего связано с обработкой под землей больших масс породы, что требует применения значительных объемов реагентов и сопряжено с извлечением балластных компонентов в продукционной смеси. Это относится к химическим методам инконгруэнтного извлечения, когда невозможно достичь полной селективности. В отличие от наземных реакторов, характеризующихся ограниченным объемом и возможностью обеспечения в них оптимальных условий реакций, подземные коллекторы практически неограниченны и, как правило, неоднородны по фильтрационным свойствам, составу руды и характеру включений полезного компонента. Это предопределяет неравномерность распределения концентрационных, тепловых полей и обуславливает сложность регулирования химических процессов.

Химические реакции составляют единую сложную систему с массопереносом. Явления массопередачи с химической реакцией наблюдаются всякий раз, когда две, не находящиеся в химическом равновесии фазы приведены в контакт. Такое явление включает процессы диффузии и истинно химических реакций. Скорость химических процессов определяется поверхностью контакта фаз и условиями циркуляции рабочего агента относительно поверхности реагирования. В наземных реакторах обеспечение оптимальных условий достигается измельчением руды, а также подбором скоростей перемешивания либо фильтрации в перколяционных процессах. При геотехнологических методах добычи протекание химических реакций осложнено анизотропностью гидродинамических условий фильтрации рабочего агента и продукционных смесей. Это относится к методам с применением в качестве рабочих агентов флюидов (растворов кислот, оснований, солей) и газообразных агентов в виде дутья.

В связи с этим важную, если не решающую роль в кинетике химических процессов бесшахтных методов добычи играет проницаемость рудного пласта, характеризующая эффективность массопередачи. В процессе отработки месторождения геотехнологическими методами, в частности подземным выщелачиванием, когда в пласт подаются растворители с различной плотностью и вязкостью, фильтрационные свойства его могут существенно изменяться. С одной стороны, это - результат увеличения проницаемости пласта за счет растворения включений полезного компонента; с другой — часто наблюдающаяся коагуляция порового пространства осадками, выпадающими в результате химического взаимодействия растворителей с компонентами вмещающих пород, а также кристаллизующимися из продукционных растворов при изменении термодинамических параметров и реакции среды (pH). Осадкообразование происходит, как правило, вследствие невозможности осуществления строгого контроля указанных параметров.

Иллюстрацией к сказанному могут служить экспериментальные исследования процесса подземного выщелачивания фосфатных руд. Отмеченное выше влияние фактора кислотности среды проявляется здесь в переотложении фосфата кальция из продукционного раствора, а применение растворов серной кислоты приводит к образованию гипса в виде пассивирующих пленок или коагулирующих осадков, что уменьшает реакционную способность растворов и снижает фильтрационную способность. Таким образом, фильтрационная способность пласта нестационарна и зависит как от начальной проницаемости его, так и от характера протекающих основных и сопутствующих им химических процессов (извлечение полезного компонента, образование газов, коагулирующих веществ и т. д.). Фильтрационная способность не только определяет интегральную величину массопередачи, но и характеризует доступную поверхность контакта фаз, которая также зависит от структуры руды, характера распределения и размера включений полезного компонента и т. п.

Из анализа влияния различных факторов на характер и скорость химических процессов в геотехнологии вытекают основные требования к

реализации их в подземных коллекторах: достижение высокой степени извлечения полезного компонента с обеспечением приемлемой кинетики реакций, хорошей фильтруемости продукционного раствора, стабильности в процессе фильтрации образовавшихся химических соединений и с получением продукционных смесей, кондиционных в отношении их последующей наземной переработки.

Промышленный опыт применения геотехнологических методов разработки месторождений полезных ископаемых [146, 147] показал, что эти методы обладают рядом неоспоримых преимуществ. Основные из них следующие: промышленное использование руд с низким содержанием полезных ископаемых; уменьшение вредного влияния горных работ на окружающую среду; возможность создания поточного, полностью автоматизированного процесса добычи; создание комфортных условий труда; уменьшение капитальных вложений, а следовательно, сокращение сроков освоения месторождений; незначительное влияние глубины залегания на технико-экономические показатели. Один из важных аспектов геотехнологии — подготовка минерально-сырьевой базы для новой технологии добычи полезных ископаемых.

Решение этой задачи включает: выявление и оценку влияния физико-геологических факторов на протекание геотехнологических процессов; установление требований к физико-геологическим условиям месторождения, определяющих возможность применения геотехнологических методов; разработку кондиций для подсчета запасов полезных ископаемых; ориентирование поисковых работ на открытие месторождений, пригодных для отработки высокоэффективными геотехнологическими методами; переоценку известных месторождений с учетом достижений геотехнологии и тенденции ее развития; разработку методики разведки месторождения с определением тех характеристик полезных ископаемых, руд и массива в целом, которые необходимы для проектирования и управления технологией добычи при геотехнологических методах; создание методики геологического обслуживания предприятия при эксплуатации месторождений с целью управления добычей и решения вопросов охраны недр.

Для каждого конкретного месторождения, отрабатываемого определенным геотехнологическим методом, существует свой перечень факторов, в различной степени влияющих на технико-экономические показатели добычи. Эти факторы связаны со свойствами минералов, руды, вмещающих пород, а также характеризуют залежи полезных ископаемых в целом.

На основе анализа роли физико-геологических факторов устанавливаются условия применения метода, а следовательно, и требования к конкретным месторождениям, отрабатываемым геотехнологическими методами, которые в общем виде могут быть сформулированы следующим образом: свойства полезного ископаемого или руды должны позволять перевести их в подвижное состояние путем воздействия рабочими агентами; фильтрационные свойства должны обеспечивать возможность подачи в недра

необходимого количества рабочих агентов и отвода продуктивных смесей из залежи после экономически оправданных подготовительных работ; свойства породообразующих минералов и вмещающих пород должны исключать значительные потери рабочих агентов и полезных продуктов; состав и свойства продукционных смесей должны отвечать экономически целесообразной их переработке.

По степени пригодности месторождений для отработки геотехнологическими методами целесообразно различать: пригодные в естественном залегании; требующие подготовительных работ; непригодные. Примером месторождений первой группы могут служить месторождения солей, самородной серы, рудных минералов в высокопроницаемых карбонатных породах. Однако месторождений, которые могут отрабатываться через скважины без искусственного изменения свойств в естественном залегании, не так много. И поэтому необходимо использовать различные методы подготовки месторождений к разработке геотехнологическими методами.

Чаще всего препятствием служит низкая проницаемость рудного массива, затрудняющая доступ рабочих агентов к полезным минералам. В настоящее время существует широкий арсенал средств для повышения проницаемости: разрушение рудных массивов взрывами; гидроразрыв, взрыв жидких ВВ в трещине гидроразрыва, нагрев пород, обработка руд химическими реагентами (например, кислотная обработка) и поверхностно-активными веществами [143, С.265-266].

Часто требуется изменить свойства вмещающих пород с целью повышения избирательности воздействия рабочих агентов. В задачи этого вида подготовительных работ входит гидроизоляция рудных залежей для предотвращения потерь рабочих агентов, искусственное укрепление пород кровли, снижение проницаемости безрудных включений и т. д. Техника и технология этих воздействий широко известна в практике строительства. Иногда подготовительные работы связаны с предварительным изменением основных технологических свойств полезных ископаемых или руд. Так, большинство минералов меди и других металлов с трудом растворяется в кислотах, но после окисления переходит в легкорастворимые формы.

8.4 Обобщенный технико-экономический анализ современного состояния развития геотехнологических методов добычи полезных ископаемых

В табл. 11 нами представлен обобщенный технико-экономический анализ состояния развития геотехнологических способов добычи, из которого видно, на каких месторождениях уже сейчас или в ближайшей перспективе можно применить различные геотехнологические методы.

Из представленных данных видно, что наиболее продвинутыми и освоенными являются следующие принципиально различные геотехнологии:

1. Подземное растворение полезных ископаемых. Как показывает практика, для подземного растворения пригодны месторождения растворимых в воде минералов. Это прежде всего относится к залежам каменной и калийной солей, бишофита, глауберовой соли.

Технология добычи каменной соли подземным растворением отработана настолько, что может быть применена практически на любом месторождении. Простота технологии и незначительные капитальные затраты позволяют экономически эффективно разрабатывать месторождения, расположенные вблизи от потребителей. Камеры растворения в солях могут использоваться в качестве хранилищ нефти, газа и других продуктов, для захоронения отходов, а также в качестве реакторов для осуществления химических процессов, требующих высокого давления и температуры.

2. Подземная выплавка. Она широко используется для добычи самородной серы, а также тяжелой нефти. Поскольку руды ряда серных месторождений имеют низкую проницаемость, применение известной технологии ПВС (подземная выплавка серы) практически невозможно. Для подобных месторождений перспективно применение выплавки с нагревом руды токами высокой частоты.

Подземная выплавка может использоваться также для добычи битума, озокерита, асфальтита. Так, асфальтит приобретает свойства жидкости при 180-220°C, что предопределяет возможность применения подземной выплавки.

3. В последние годы быстрыми темпами развиваются технология подземного скважинного выщелачивания (ПСВ) урана и сопутствующих ему редких химических элементов (рений, осмий и др.), а также технология наземного кучного выщелачивания (КВ) металлов. В этой связи был придан мощный импульс развитию горных наук в Казахстане в области геотехнологии металлов. К настоящему времени в республике создается самостоятельная школа ученых-геотехнологов ПСВ металлов. Начиная с 1999г. в Алматы был проведен ряд международных конференций по проблемам геотехнологии урана с участием ведущих стран по его добыче (Франция, Австралия, Канада, Россия, Узбекистан и др.).

Столь бурное развитие нового способа ПСВ урана требует быстрее решения целого комплекса научных проблем, которые следует считать наиболее приоритетными в сфере развития горных наук в Республике Казахстан, а также форсированного и качественного решения задач в области подготовки инженерных кадров.

По мнению авторов статьи [145, С.8-9], важнейшие приоритеты по фундаментальным исследованиям в области ПСВ металлов следующие:

1. Гидродинамические расчеты сети скважин ПСВ металлов (урана) с учетом эффективной мощности, приведенной при отсутствии нижнего и верхнего водоупоров.

2. Оптимизация схем вскрытия пластовых месторождений с учетом приведенной эффективной мощности, продуктивности пласта.

3. Оптимизация напоров на закачных и откачных скважинах с учетом рабочих характеристик насосов и статических напоров подземных вод.

Таблица 11

Месторождения полезных ископаемых для различных геотехнологических методов добычи

Подземное растворение	Подземное выщелачивание	Подземная выплавка	Подземная газификация и возгонка	Скважинная гидродобыча	Добыча полезных ископаемых из подземных вод	Извлечение и использование тепла Земли	Подземная переработка полезных ископаемых
Промышленно-освоенная технология							
Месторождения каменной, калийных солей	Зоны окисления сульфидных месторождений меди и никеля. Металлы инфильтрационных и осадочно-инфильтрационных месторождений, а также забалансовые участки эндогенных месторождений	Месторождения самородной серы, тяжелой нефти	Месторождения каменного и бурого угля	Месторождения фосфоритов	Месторождения йодобромистых подземных вод. Месторождения подземных вод, содержащих радиоактивные элементы	Природные парагидротермы	-
Полупромышленные и опытные работы							
Месторождения бишофита, соды, глауберовой соли	Месторождения марганца, сульфидные месторождения меди, никеля, цинка и свинца. Погребенные россыпи металлов	Сера в непроницаемых рудах. Месторождения битума, озокерита	Осушенные месторождения серы	Осадочные месторождения металлов, строительного песка и гравия	Воды шахт, рудников и нефтепромыслов	Тепло «сухих» горных пород	Месторождения сланцев, битумов, железа
Проработки, предложения, патенты							
-	Осадочные бурожеlezняковые месторождения, месторождения апатита и фосфорита	Сера вулканогенных месторождений. Месторождения асфальтита, железа	Месторождения ртути, мышьяка, сурьмы, битумов, горючих сланцев	Погребенные россыпи металлов. Месторождения желваковых фосфоритов, угля, бокситов и железа	Подземные минерализованные воды различных месторождений	Использование недр Земли в качестве природных реакторов для различных производств	Месторождения каменных и калийных солей. Угольные месторождения (гидрирование)

Примечание. Данные работы [143, С.268]

4. Расчет дебитов и для различных схем вскрытия с учетом наложения плоскорадиального и линейного потоков ламинарной фильтрации жидкости в пористых средах.

5. Теоретическое обоснование основополагающего параметра f - отношения жидкого к твердому с учетом растекания растворов.

6. Математическое моделирование кинетики и гидродинамики ПСВ металлов и оптимизация расхода реагентов.

7. Теоретические обоснования оптимального бортового и минимально рентабельного содержания урана в рудах инфильтрационных месторождений.

8. Оптимизация параметров, числа и последовательности отработки блоков по критерию «прибыль».

9. Оптимизация схем и параметров расположения фильтров закачных и откачных скважин.

10. Теоретические основы управляемых фильтрационных потоков при кучном выщелачивании (КВ) металлов.

Получают дальнейшее развитие крупные блоки приоритетных прикладных исследований ПСВ металлов на перспективу:

А. Разработка автоматизированной системы гидродинамических расчетов сети скважин ПСВ металлов для несовершенных скважин (отсутствие водоупоров, растекание продуктивных растворов (ПР) в плане).

Б. Разработка автоматизированной системы проектирования оптимальных схем вскрытия глубоких продуктивных горизонтов пластово-инфильтрационных месторождений урана для сложных условий.

В. Разработка критериев и методов оценки устойчивости стенок технологических скважин при ПСВ металлов с учетом прочности труб и горного давления.

Г. Разработка автоматизированной системы расчета оптимальных напоров на закачных скважинах с учетом гидродинамики напорных вод и прочности трубоставов в скважинах.

Д. Разработка блочной структуры систем автоматизированного проектирования ПСВ и КВ в режиме постоянной адаптации к изменяющимся условиям горной среды.

Е. Создание автоматизированной системы оптимального управления процессами ПСВ урана в реальном масштабе времени по векторному критерию адаптации.

4. Подземная газификация известна как метод получения горючего газа из углей (ПГУ). В США проявляется большой интерес к этой проблеме; ведутся широкие опытные исследования. Ряд установок ПГУ строится по лицензии, приобретенной в свое время в бывшем Советском Союзе. Дело в том, что США располагает значительными запасами угля и решение проблемы ПГУ считается одним из наиболее перспективных.

В последнее время имеются положительные результаты исследования газификации сланцев на месте залегания путем их нагрева электрическим током. Методом газификации можно отрабатывать также необводненные месторождения серы.

Подземная газификация может применяться для добычи ртути, сурьмы, мышьяка, которые обладают свойством возгоняться при нагреве.

5. Скважинная гидродобыча (СГД) полезных ископаемых. Она может использоваться для разработки месторождений с рудами невысокой прочности, залегающими под относительно прочными или пластично-деформируемыми породами. Этот метод пока используется в небольших масштабах, но с ним связаны широкие перспективы.

Наиболее распространенный тип месторождений с рыхлыми рудами - россыпи титана, вольфрама, молибдена, олова, редких элементов. Запасы современных россыпей в значительной мере исчерпаны, зато существуют большие возможности разработки древних погребенных россыпей.

В перспективе методом СГД могут обрабатываться не только рыхлые, но также глинистые и полускальные руды, в частности коры выветривания железистых кварцитов, осадочные месторождения железа, марганца, ценных сортов глин, бурые угли, янтарь, апатиты коры выветривания карбонатитов и др.

6. Некоторые специалисты к геотехнологическим методом добычи относят способы извлечения и использования тепла Земли [148, С.24-25].

В целом научные аспекты физических, химических, микробиологических процессов, лежащих в основе технологии добычи, показывают, что использование геотехнологических методов представляет собой экономическую необходимость. В этой связи перед отечественными учеными и инженерами стоит ряд новых задач. Прежде всего это подготовка минеральной базы развития геотехнологических методов. Дело в том, что со времени открытия месторождений до их освоения проходит не менее 10 лет и разведываемые сегодня месторождения будут разрабатывать уже на новом уровне техники и технологии. Для того чтобы правильно ориентировать поисковые и разведочные работы, нужно широко привлекать геологов к решению проблем геотехнологии, информировать их о состоянии и перспективах развития горного дела, показать возможность использования геотехнологических методов. Необходимо разработать требования к изученности месторождений для новых методов и дать методику их доразведки.

Следует особо подчеркнуть острую необходимость в подготовке инженерных кадров в области геотехнологии металлов. К настоящему времени имеется две группы геотехнологов - студентов КазНТУ им. К.И. Сатпаева, обучение которых, включая лекции и практические занятия, проводится на базе самых последних достижений в сфере геотехнологии.

Конечная цель стратегии развития горных наук - создание основ теории горных технологий (ОГТТ) при разработке полезных ископаемых, которая должна постоянно развиваться и пополняться новыми фундаментальными знаниями о поведении породного массива в процессе взаимодействия его с технологическими подсистемами, о влиянии ГДП на внешнюю среду; необходимо создавать новейшие компьютерные системы с целью оптимального адаптивного управления подсистемами ГДП (горнодобывающее предприятие), стабилизации их работы.

Можно выделить следующие крупные блоки основ теории технологии добычи полезных ископаемых подземным способом как самые сложные в теории:

- а) теория взаимодействия технологических подсистем с внешней средой;
- б) катастрофические отказы (КО) и прогноз вероятности их проявления;
- в) управление вероятностью проявления КО;
- г) техническая надежность и адаптивность технологических систем (ТС);
- д) техническая и фактическая нагрузки на добычные участки (ДУ);
- е) блок геомеханики, устойчивость и надежность подземных конструкций;
- ж) блок экологической надежности.

В отдельном блоке оптимизации находятся компьютерные технологии оптимального проектирования и управления подсистемами горнометаллургического комплекса.

Из сказанного выше ясно, что возникшая в горном деле революционная ситуация явилась результатом совпадения двух моментов: общественной необходимости отрабатывать месторождения на больших глубинах, в сложных горно-геологических условиях и условиях охраны окружающей среды, с одной стороны, и внутренней подготовленности и зрелости науки - с другой стороны. Имеются все основания полагать, что новый взгляд на горное дело, развиваемый геотехнологами, приведет к новым результатам как научного, так и практического плана, ибо потребности в них чрезвычайно велики.

Значит, в будущем нужно создать научную базу для развития и внедрения геотехнологических методов добычи многих полезных ископаемых в промышленных масштабах, в том числе калийных солей, фосфоритов, железа и марганца, меди и никеля, мышьяка, нефти и битума, песков и др.

В заключение хотелось бы особо отметить, что указанные выше приоритеты в области развития горных наук полностью соответствуют индустриально-инновационной программе развития отраслей горнодобывающей промышленности страны.

Глава 9. СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПОДЗЕМНОЙ ГАЗИФИКАЦИИ УГЛЕЙ ДЛЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОЙ И ЭКОНОМИЧЕСКИ РЕНТАБЕЛЬНОЙ РАЗРАБОТКИ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ

9.1 Прошлое и настоящее подземной газификации углей

В настоящее время все передовые угледобывающие страны ориентируются на производство из добытого угля облагороженного экологически чистого топлива. В связи с этим разрабатываются долгосрочные программы по энерго-технологиям, предусматривающие кооперацию горной промышленности и энергетики для создания энергоустановок на месте добычи или переработки угля. Целью этих программ является увеличение эффективности производства энергии, решение проблем защиты окружающей среды и регулирования пиковых ситуаций в энергосистемах.

Имеются различные подходы к созданию высокоэффективной теплоэлектроустановки с высоким КПД:

- а) стандартные энергоустановки с ультра-сверхкритическими параметрами пара (с температурой 700°C и давлением 30 МПа);
- б) энергоустановки комбинированного действия со сжиганием угля во взвешенном слое под давлением;
- в) с одновременной газификацией угля;
- г) со сжиганием аэросуспензий угля под давлением.

В Казахстане, также как и в других странах СНГ, перешедших на рыночную экономику, социально-экономическая и экологическая ситуация в угледобывающей отрасли (реструктуризация отрасли, высокие цены на транспорт, неконкурентоспособность добываемого угля, загрязненность угледобывающих регионов) требует изыскания способов переработки угля на месте его залегания (или добычи) в более ценные и привлекательные для потребителя продукты (газообразное и жидкое топливо и др. химические продукты) либо в электроэнергию.

Одним из путей перевода угля на месте его залегания или добычи в электроэнергию является создание газозлектрических комплексов, использующих синтетический газ переработки углей. При этом возможно применение двух вариантов: получение синтетического газа на месте добычи угля путем его газификации в наземных газогенераторах или на месте залегания угля путем подземной газификации угля (ПГУ) [149, С.45].

ПГУ, как один из важнейших методов современной геотехнологии, включает работы по высокотемпературному химическому переводу полезного ископаемого в условиях естественного залегания в газообразное состояние и последующую его выдачу по специально пробуренным и оборудованным скважинам на поверхность. Значит, основными стадиями процесса ПГУ являются: бурение с поверхности земли на угольный пласт скважин, соединение этих скважин каналами, проходящими в угольном пласте, и, наконец, нагнетание в одни скважины воздушного или парокислородного дутья и получение из

других скважин газа, т.е. газификация угольного пласта в канале. Газообразование в канале происходит за счет химического взаимодействия свободного и связанного кислорода с углеродом и термического разложения угля.

Объем, состав и теплота сгорания получаемого газа зависят от состава подаваемого в скважины дутья (воздушное, паровоздушное, парокислородное), класса угля и его состава, а также от геологических и гидрогеологических условий залегания угольного пласта, его мощности и строения, а также притока подземных вод в зоны газификации [150, С.58].

Газификация угля - производство горючего (технологического) газа при неполном окислении органической массы угля - имеет давнюю историю с периодами бурного развития и спадами. Согласно истории первое сообщение о получении горючего газа из древесного угля сделал в 1609 г. Джон Ван Хельмонт из Брюсселя. Первый патент на способ газификации угля был выдан в 1788 г. Роберту Гарднеру. А в 1792 г. инженер Вильям Мэрдок, работавший у знаменитого изобретателя парового двигателя Джеймса Уатта, изготовил первый газификатор и начал использовать угольный газ для освещения. В 1807 г. в Лондоне, а в 1815 г. в Балтиморе (США) на улицах зажглись первые газовые фонари. Уже через 10-20 лет многие крупные города Европы и Америки имели газовое освещение. Но наивысшего расцвета технология газификации достигла к середине XX века. В 1925 г. только в США около 12 тыс. установок перерабатывали в газ до 25 млн. т угля в год [151, С.69]. Это был «золотой век» газификации угля.

Впервые идею о превращении угля под землей в искусственный горючий газ высказал заслуженный профессор Петербургского университета Д.И. Менделеев. В 1888 г. в журнале «Северный вестник» была напечатана его статья «Будущая сила, покоящаяся на берегах Донца». В ней выдающийся ученый-химик поставил вопрос о состоянии и перспективах развития каменноугольной промышленности Донбасса и выдвинул блестящую идею о подземной газификации угля. Эта идея разрабатывалась и в последующих трудах Д.И. Менделеева: в статье «Горючие материалы»; в работе «Основы фабрично-заводской промышленности», опубликованной в 1897 г.

Подробно схема подземной газификации угля и использования полученного газа была разработана Д. И. Менделеевым во время его уральской экспедиции 1899 г. Находясь в Кизиле, Д. И. Менделеев при обсуждении с уральскими промышленниками и горными инженерами вопроса о подземных пожарах каменноугольных пластов, очевидно, получил новые сведения об этом процессе. Размышляя над полученным материалом, ученый набрасывает технологическую схему подземной газификации. Д.И. Менделеев писал, что пожарами пластов «можно пользоваться, управляя ими и направляя дело так, чтобы горение происходило, как в генераторе, т.е. при малом доступе воздуха» (Собр. соч.- Т. 12.- С. 542). Он предлагает пробурить в пластах несколько отверстий, в часть из них вдувать воздух, из других откачивать газ, который затем можно «провести даже на далекие расстояния к печам». В дальнейшем генераторный газ можно использовать для генераторов пара, а также для двигателей внутреннего сгорания (которые ученый называет «взрывными

машинами)), «а на них можно поставить динамомашины, а ими передавать силу на любое расстояние» (Там же, С. 542).

Таким образом, в 1899 г. Д. И. Менделеев уже рассматривает вопрос о подземной газификации угля весьма широко — в сочетании с электрификацией промышленности и передачей электроэнергии на большие расстояния. Не забыта здесь и металлургия: «...Можно было бы этим способом сделать много промышленных, особенно металлургических дел» (Собр. соч. - Т. 12. - С. 542-543).

Мысль о преимуществах подземной газификации угля высказана и в книге «Учение о промышленности» (1900 – 1901 гг.): «Тогда можно будет пользоваться и тонкими пластами каменного угля, которые нельзя выгодно вырывать нынешними способами....через что можно избежать всей -почти каторжной - работы на каменноугольных копях, а получающийся газ распределять затем по трубам на желаемые расстояния....Весь так называемый Подмосковский (Тульской, Рязанской и Калужской губерний) бассейн каменных углей именно содержит такие каменные угли в изобилии» (Собр. соч.- Т. 20.- С.359).

Хотя осуществление на практике смелой идеи Менделеева означало возможность использования энергии угля, не извлекая его на поверхность, освобождение человечества от тяжелого и весьма опасного труда под землей, его передовые начинания в свое время не были поддержаны. В 1912 г. известный английский химик У. Рамзай предложил проект подземной газификации угля, который был встречен соотечественниками также отрицательно.

Воплощение идеи Д.И. Менделеева стало возможным в СССР. В 1928 г. приступили к научно-исследовательским работам по подземной газификации углей. Первые опытные работы по ПГУ были начаты в 1933 г. в Московском бассейне на Крутовском бурoughольном месторождении, в Донбассе — с лисичанским каменным углем и в г. Шахты — с антрацитом. Первоначально конструкторы и исследователи пытались перенести в подземные условия технологию освоенного на практике процесса газификации в наземных газогенераторах. Считалось необходимым дробить уголь под землей, так как в наземных газогенераторах процесс газификации осуществлялся в слое угля.

Успех был достигнут в 1935 г. при реализации изобретения молодых тогда инженеров В.А. Матвеева, П. В. Скафы и Д. И. Филиппова, получившего название метода «потока». Сущность метода заключалась в организации процесса газификации в канале, образованном в пласте угля. При ПГУ методом «потока» не предусматривалась необходимость предварительного рыхления угля в пласте, т. е. газифицировался целик угля. На основе этого метода и проводились все последующие работы по ПГУ [150, С.58].

Разработку теоретических и инженерных основ ПГУ возглавил созданный в 1949 г. институт ВНИИПодземгаз. Как следствие, в СССР в конце 1950-х годов производилось около 35 млрд. м³ газа из угля [151, С.69]. В начале 60-х годов в СССР эксплуатировали пять опытно-промышленных станций «Подземгаз» (на бурых углях - Подмосковная и Шахтская в Мосбассе, Ангренская в Средней Азии; на каменных углях - Лисичанская в Донбассе, Южно-Абинская в Кузбассе).

Главным результатом опытных и научно-исследовательских работ явились создание и практическая реализация бесшахтной подземной газификации углей в СССР. Фирма «Тексез Ютилитиз сервисез инкорпорейшн» (США) в 1975 г. купила лицензию на технологию подземной газификации угольных пластов [152, С.2].

В это время, несмотря на значительный прогресс в развитии ПГУ в СССР, количество станций подземной газификации было сокращено до двух (станции ПГУ на Ангренском месторождении и в Кузнецком бассейне). Опыт работы Ангренской и Южно-Абинской станций позволил выявить ряд преимуществ технологии окислительной газификации для разработки угольных запасов. Эти преимущества касаются экономического и социального аспектов, возможности вовлечения в эксплуатацию некондиционных и забалансовых запасов углей в сложных горно-геологических условиях.

Вместе с тем отдельные негативные особенности традиционной технологии ПГУ того времени обусловили замедленный темп ее промышленной реализации. Среди этих особенностей следует отметить следующие [150, С.58]:

- недостаточные стабильность и устойчивость процесса;
- большая его инерционность;
- невысокая теплота сгорания получаемого газа (до 4 МДж/м³);
- невысокий КПД газификации (50 - 60 %);
- большое количество эксплуатационных скважин;
- недостаточная экологическая обеспеченность технологии.

Следует отметить также, что в СССР в условиях плановой экономики в течение длительного времени искусственно поддерживалась заниженная цена природного газа, которая в конечном итоге сделала неэкономичной газификацию твердого топлива [153, С.11].

К сожалению, приходится констатировать, что несмотря на пионерскую роль СССР в развитии ПГУ в мире, в 1995 г. вместе с массовым закрытием некоторых угольных шахт в Кузбассе были прекращены работы и на Южно-Абинской станции «Подземгаз». Это объясняется прежде всего открытием во второй половине XX столетия и в первом десятилетии XXI века больших запасов дешевых нефти и природного газа. В строй вступили мощные разрезы. Большинство станций подземной газификации не достигло проектных мощностей. Это заметно повысило себестоимость газа ПГУ. В результате действующие станции оказались нерентабельными.

Что интересно отметить, в эти годы принципиально иная ситуация сложилась в большинстве зарубежных государств. Там были развернуты масштабные НИОКР по созданию устройств эффективной газификации углей.

9.2 Социально-экономические и экологические преимущества наземной и подземной газификации угля

Наземная газификация в настоящее время находит достаточно широкое применение в технологии IGCC (интеграция комбинированного

энергетического цикла и газификации угля). В Европе (Нидерландах) действует крупнейшая в мире установка JGCC на каменных углях мощностью 253 МВт; установка JGCC строится в ФРГ (на буром угле); в США имеются различные проекты JGCC, часть которых реализована в различном масштабе, часть еще на стадии разработки; в Японии имеются действующие установки (120 МВт) и продолжаются работы по совершенствованию этой технологии с целью достижения КПД энергетического терминала свыше 43%.

Основные особенности и преимущества технологии JGCC: увеличение КПД производства электроэнергии, снижение ее себестоимости и капитальных затрат (за счет модульности конструкций); снижение выбросов в окружающую среду окислов серы (на 99%), азота (на 40%) и твердых частиц по сравнению с угольной электростанцией, варианты компоновки конструкций удобны для реконструкций уже существующих электростанций [149, С.45].

В технологии JGCC применяются процессы газификации угля второго поколения (Шелл, Тексако и др.), в основе которых лежит применение высоких температур и высоких давлений, что, с одной стороны, интенсифицировало процесс газификации, с другой - увеличило сложность сооружения и эксплуатации установок, а также приготовления угля.

Использование газа подземной газификации угля для производства электроэнергии на электростанции имеет те же преимущества, что и технология JGCC: процесс имеет модульный характер и его можно расширять поэтапно, выбросы окислов серы практически исключены, а окислов азота снижаются на 75%. При ведении процесса под высоким давлением и применении газа ПГУ в комбинированном парогазовом цикле значительно увеличивается КПД получения электроэнергии. Кроме того, использование газа ПГУ в газозлектрических комплексах имеет преимущества и перед наземной газификацией: меньшие капитальные и эксплуатационные затраты, более простое управление процессом газификации, мощность газогенераторов может варьироваться в любых необходимых пределах в очень короткие сроки, процесс осуществляется в подземных условиях, что исключает загрязнение земной поверхности за счет добычи, транспорта, складирования, приготовления угля, золоотвалов [149, С.46].

В работе [154, С.42] обобщен длительный опыт эксплуатации Ангренской (Ташкентская область, Узбекистан) и Южно-Абинской (Кузбасс, Россия) станций «Подземгаз», позволивший выявить ряд преимуществ, касающихся экономического, социального и экологического аспектов ПГУ. Поскольку в стоимости синтетических газообразных и жидких продуктов существенную долю составляет стоимость исходного сырья, ясно, что при использовании для этой цели дешевого способа газификации угля на месте его залегания экономические показатели окажутся особенно благоприятными. В этой связи метод ПГУ ведет к снижению капиталоемкости и трудоемкости работ, повышению фондоотдачи и рентабельности производства синтетических энергоносителей и химических продуктов. Производительность труда повышается в 3—5 раз по сравнению с традиционной теплоэнергетикой. Метод получения энергии угля на месте его залегания в 3-4 раза эффективнее

добычи угля на шахтах, а себестоимость 1 т у. т. производимого энергоресурса в 1,5-2 раза ниже, чем при подземной угледобыче.

Термохимическая энергетика на основе ПГУ позволяет: существенно расширить ресурсные возможности страны за счет более полного извлечения энергии угля путем его облагораживания подземной газификацией; реконструировать доменные производства в экологически чистую порошковую металлургию; сократить затраты на единицу выпускаемой продукции; повысить производительность и культуру труда, улучшить санитарно-гигиенические условия на предприятиях; перейти к новым сырьевым источникам получения моторных топлив, заменителя природного газа, водорода и других химических продуктов.

Автором статьи [155, С.52-53] излагаются основные данные по капитальным затратам на строительство предприятий ПГУ различной тепловой мощности (от 50 до 2300 МВт). При этом в качестве основного расчетного инструмента использован пакет компьютерных моделей. За основу горно-геологических условий угольного месторождения приняты следующие параметры: каменноугольный пласт мощностью 4 м, угол залегания — 56 град, глубина залегания — 300 м, теплота сгорания (низшая на рабочую массу — 28,5 МДж/кг) (6200 ккал/кг). Процесс ПГУ ведется на воздушном дутье, теплота сгорания получаемого газа (низшая) - 4,2 МДж/м³ (1000 ккал/м³).

Обобщение результатов расчетов для пяти предприятий ПГУ различной мощности показало, что при росте годовой производительности предприятия в 50 раз удельные капитальные затраты, отнесенные к этой производительности, снижаются в 2,4 раза. Капитальные затраты в основное оборудование, связанное с подготовкой газогенераторов и непосредственно газификацией угля, составляют 8-11%.

Установлено, что доля удельных капитальных затрат на строительство поверхностного комплекса снижается с 92 до 51% при росте мощности предприятия (от 350 до 17 520 млн.м³). Это связано с тем, что увеличение стоимости наземных зданий и коммуникаций происходит не прямо-пропорционально повышению мощности предприятия ПГУ. Причем наиболее резкое снижение удельных капитальных затрат и себестоимости газа ПГУ происходит в интервале мощностей до 4-4,5 млрд. м³/год. Дальнейший рост производительности предприятия ПГУ (вплоть до 17,5 млрд. м³/год) мало сказывается на величине удельных капитальных затрат. Как показали расчетные данные по требуемым инвестициям в строительство предприятий ПГУ различной тепловой мощности, оптимальной мощностью следует считать 400-500 МВт (ежегодное выгазовывание угля составляет 400-500 тыс. т у.т.) [155, С.53].

Экологические преимущества подземной газификации углей перед традиционными методами разработки угольных месторождений заключаются главным образом, с одной стороны, в экологической чистоте газа подземной газификации как топлива, а с другой — в самой незначительной степени воздействия данной технологии на природный ландшафт, которая не идет ни в какое сравнение, например, с разрушительным воздействием на окружающую

среду такого широко применяющегося в Экибастузском месторождении метода добычи угля, как открытая разработка угольных пластов.

Большое значение имеют и другие экологические преимущества подземной газификации углей в сравнении с традиционными методами разработки угольных месторождений. Характер и размеры ущерба, наносимого природным ландшафтам деятельностью угледобывающих предприятий, свидетельствуют об острой необходимости принятия строгих мер по регламентированию этой деятельности. Так, под воздействием подземной добычи угля происходит сдвижение поверхности земли над горными работами, которые, в свою очередь, вызывают образование провалов, заболачивание подработанной поверхности земли, нарушение естественного равновесия в растительном и животном мире, дефекты зданий, сооружений, дорог. Кроме того, существенные нарушения природного ландшафта связаны с возведением природных отвалов различных форм и размеров; со строительством карьеров и добычей из них закладочных материалов и инертных материалов для профилактики самовозгорания; со строительством транспортных магистралей для отправки товарного угля, для перевозки пустой породы от породного комплекса шахты и обогатительной фабрики, для транспортировки от карьеров до шахт закладочных материалов и инертных материалов до породных отвалов и т.п.

При открытой разработке угольных месторождений, несущей катастрофические для земной поверхности последствия, имеет место также загрязнение окружающей среды угольной и породной пылью за счет производства взрывных работ, выделения пыли из ковшей экскаваторов, породных отвалов, автомашин, доставляющих уголь на угольный склад и породу в отвалы.

Особо отметим, что метод ПГУ позволяет не нарушать растительный слой и после окончания газификации угольного пласта наземный участок может быть без какой-либо рекультивации передан для сельскохозяйственного употребления. Иными словами, охрана земной поверхности, рациональное использование почвы и сохранность ландшафта предусмотрены самой сущностью технологии ПГУ [156-159].

С вопросами экологии тесно смыкаются и социальные преимущества подземной газификации углей. Социальные последствия использования технологии ПГУ выражаются в изменении места и роли человека в процессе извлечения топлива из недр, а также содержания и характера его труда. Важнейший аспект социальной проблемы — ликвидация опасного для жизни и здоровья работающих подземного труда. Кроме того, несмотря на высокий уровень механизации работ при подземном способе разработки угольных месторождений, известно, что некоторые процессы до настоящего времени трудно поддаются механизации. Это, в частности, работы, связанные с креплением горных выработок, настилкой рельсовых путей, погрузкой и разгрузкой и т.п. При подземной газификации угольных пластов характер труда работающего значительно изменяется. Практически все процессы технологии подземной газификации углей легко поддаются механизации либо

автоматизированы. Вероятность несчастных случаев либо возникновения профессиональных заболеваний при подземной газификации углей несравненно ниже, чем при традиционных способах добычи угля. Важным социальным преимуществом ПГУ является и психологический фактор, действие которого, однако, трудно измерить количественно, так как он выражается в улучшении морального и физического состояния человека.

Таким образом, сопоставление метода подземной газификации углей с традиционными способами разработки угольных месторождений в экологическом аспекте однозначно указывает на значительные экологические преимущества подземной газификации углей. Приведенные данные позволяют утверждать, что развитие подземной газификации углей в Казахстане с экологической точки зрения чрезвычайно актуально. Кроме того, очевидной является и высокая социальная значимость данного метода разработки угольных месторождений.

9.3 Технико-экономическая оценка перспектив развития подземной газификации углей в Казахстане

На сегодняшний день на угледобывающих предприятиях Казахстана особое внимание должно быть уделено внедрению систем управления качеством и окружающей средой в соответствии со стандартами ИСО (ISO) серии 9000 и 14000. Внедрение чистых инновационных угольных технологий благоприятно повлияет на социальные факторы: минимизируются выбросы в окружающую среду; кратно снизится стоимость вырабатываемого тепла и электроэнергии; улучшатся жизненные условия населения республики. В этой связи необходимо расширить объем НИР и опытных работ по разработке и совершенствованию технологии ПГУ прежде всего применительно к горно-геологическим и экологическим условиям Карагандинского угольного бассейна.

По данным АО «Азимут Энерджи Сервисез», для этой цели в Карагандинской области могут быть использованы следующие объекты Карагандинского бассейна: пласты K_1 - K_3 на Промышленном и Саранском участках; бурые угли Дубовского и Кумысрудского месторождений; Самарское и Завьяловское месторождения; Нуринское месторождение – пласт K_1 и семь пластов Ашлярикской свиты и др. Специалистами в качестве промышленного объекта для реализации проекта ПГУ предлагается Талдыкудукский участок Карагандинского бассейна, представляющий собой сложную структуру с интенсивной пликативной и дизъюнктивной тектоникой. Угленосность Талдыкудукского участка приурочена к отложениям карагандинской свиты и является самой высокой в бассейне. В разрезе свиты находятся 25 угольных пластов, из них 14 отнесены к средним и мощным и 11 - к тонким. Общие запасы угля, включая предполагаемые, составляют 1803 млн. т. Суммарные ресурсы метана во всей угленосной толще Талдыкудукского участка составляют 69,6 млрд. m^3 , из них в угольных пластах - 28,2 млрд. m^3 .

Следовательно, в условиях Карагандинского бассейна возможна организация принципиально новой технологии подземной газификации углей. Такая технология могла бы, например, реализовываться в форме химико-энергетического комплекса, включающего два вида коопераций технологических процессов: химическую и энергетическую.

Химическая кооперация (рис. 36) позволит получать из смолы и газа ПГУ сырье для синтеза органических продуктов, а при необходимости и конечные продукты: сажу, полимеры, мономеры, поверхностно-активные вещества (ПАВ), красители, растворители для лаков и красок, искусственное жидкое топливо (ИЖТ). Глубокая очистка сточных вод позволит использовать обезвреженную воду в циклах охлаждения аппаратуры и для конверсии H_2S и CO из газа ПГУ.

Энергетическая кооперация (рис.37) представляет собой экономически оправданное и экологически безопасное использование водорода и окиси углерода, полученных конверсией парогазовой смеси, производимой при подземной газификации углей: в черной металлургии сокращение расхода кокса в доменной печи при выплавке чугуна; в энергетике - сжигание газа конверсии в котлах тепловых электростанций; на автотранспорте - выделение водорода и его использование для двигателей внутреннего сгорания; в коммунальном хозяйстве - централизованное теплоснабжение и бытовые нужды; в синтезе ИЖТ - использование химического потенциала газа конверсии парогазовой смеси подземного газогенератора.

Такой химико-энергетический комплекс на основе современной технологии ПГУ при его создании в Караганде может обеспечить дальнейшее развитие металлургии, энергетики, коммунального хозяйства, химических производств.

Помимо крупномасштабной кооперации различных производств в форме описанного химико-энергетического комплекса возможна организация химической переработки продуктов ПГУ на базе отдельной станции подземной газификации углей.

При анализе запасов углей Экибастузского бассейна на предмет возможности и целесообразности разработки их методом ПГУ выявлено, что применение данной технологии целесообразно для отработки пласта №4 Экибастузского месторождения. Общие запасы угля по данному пласту составляют 1488 млн. т, зольность угля - 49,2%, теплота сгорания угля - 3420 ккал/кубометр. Технологическая схема и способ газификации пласта №4 позволяют получить на воздушном дутье из мощного высокзолного угольного пласта горючий газ, который можно использовать на Экибастузской ГРЭС для выработки электрической и тепловой энергии. Предложенный специалистами способ предусматривает последовательное выгазовывание угольного пласта камерами.

В настоящее время на Павлодарском алюминиевом заводе внедряется газогенераторная станция для производства газа из шубаркольского угля на основе паровоздушного или парокислородного дутья. Акиматом Акмолинской области прорабатывается вопрос газификации углей Сарыадырского месторождения с корпорацией «ОН-ОЛЖА». Кроме того, АО «Банк

ТуранАлем» (БТА) недавно заявило о готовности финансировать проект ПГУ на Нижне-Илийском буроугольном месторождении, расположенном на территории заповедников и заказников в Куртинском и Балхашском районах Алматинской области.

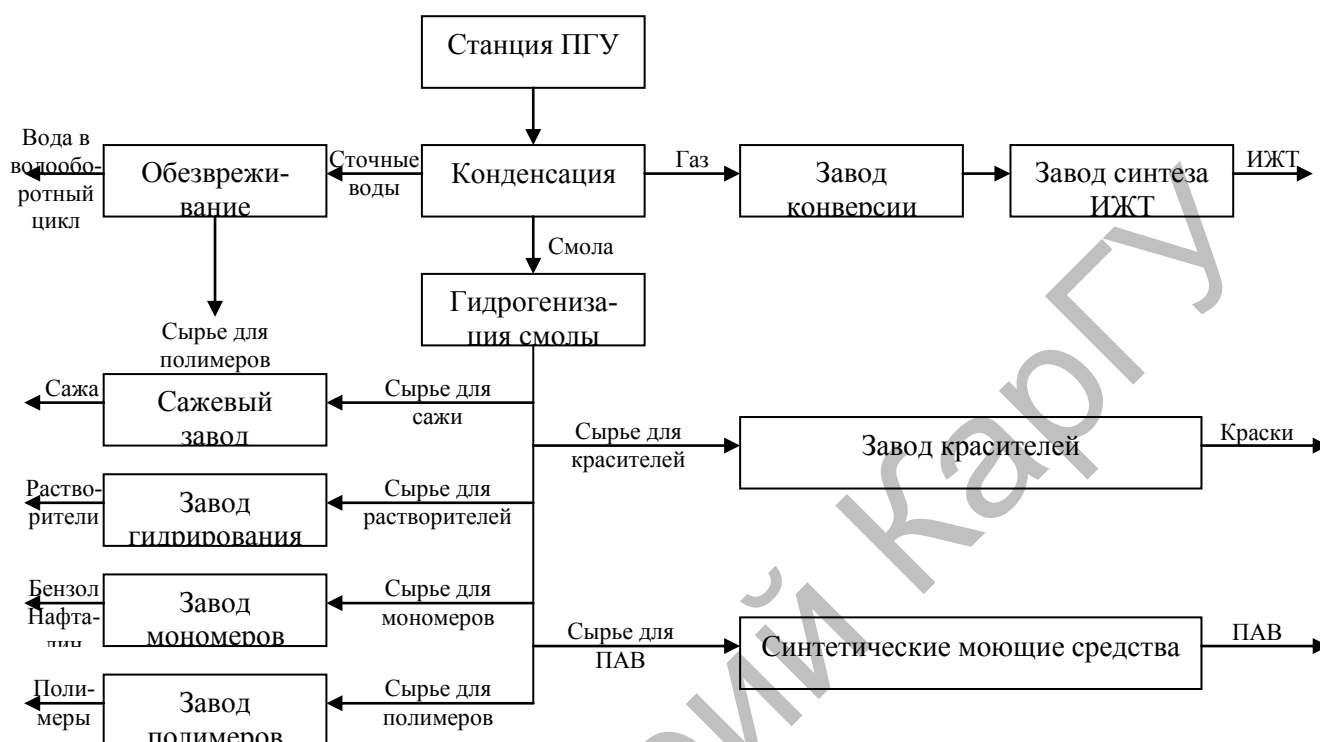


Рис. 36. Химическая кооперация технологических процессов по переработке продуктов ПГУ (Примечание – данные работы [160, С.65])

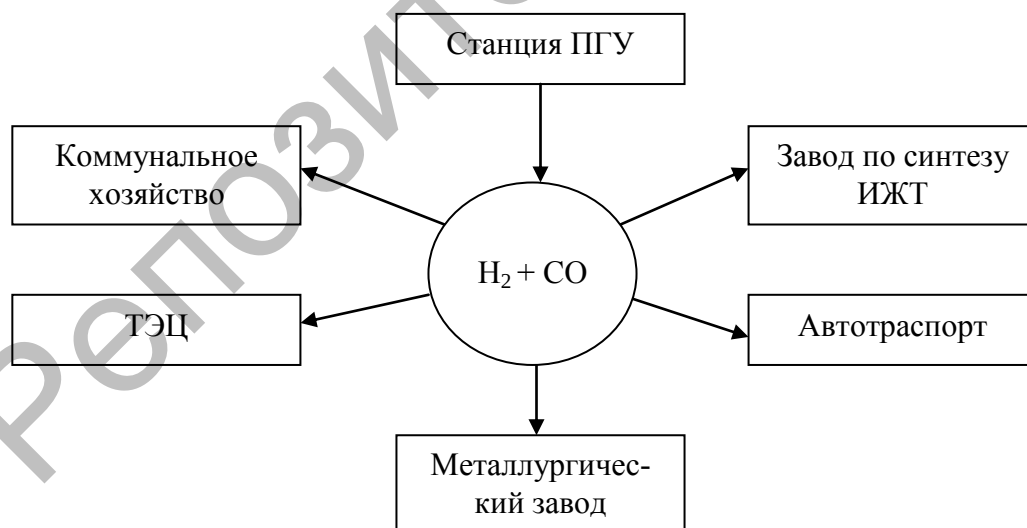


Рис. 37. Энергетическая кооперация технологических процессов по переработке продуктов ПГУ (Примечание – данные работы [160, С.66])

Запасы угля Нижне-Илийского месторождения могут достигать 10 млрд. т. Несмотря на столь большую оценку запасов, данное месторождение до сих пор не разрабатывалось вследствие высоких капитальных затрат, требующихся

для освоения. Традиционная разработка данного месторождения связана с проблемой перераспределения стока главной составляющей водного баланса Или-Балхашской системы и строительством многочисленных гидротехнических сооружений, регулирующих мощность и направления стока по протокам реки Или. Местонахождение месторождения в водоносных горизонтах диктует необходимость интенсивной и высокопроизводительной откачки подземных вод, что может привести к образованию обширной депрессионной воронки, занимающей почти всю площадь существующей Илийской дельты. Изменение водного режима повлечет за собой существенные изменения всей биологической жизни: почвы района будут опустыниваться, а дальнейшее их высыхание приведет к полному уничтожению растительного покрова.

В сложившихся условиях БТА готов рассмотреть возможность изучения Нижне-Илийского месторождения на предмет осуществления проекта ПГУ. Пока данный проект находится в стадии изучения и говорить о каких-либо конкретных сроках начала его реализации рано. Позже для практического внедрения данного проекта будет приглашен технический проектировщик.

Особо важно подчеркнуть то, что окончательное решение о пригодности какого-либо месторождения или конкретного участка для применения там метода ПГУ можно принять лишь после доразведки месторождения и получения ряда дополнительных сведений, в частности гидрогеологического характера.

9.4 Перспективы развития метода подземной газификации углей за рубежом

В перспективе мировой экономике необходим непрерывно возрастающий источник энергии, по возможности подобный нефти, но отличающийся от нее возможностью получения во все возрастающем объеме. Этот вид топлива при современном технологическом уровне его использования должен удовлетворять жестким требованиям стандартов по охране окружающей среды, а в стоимостном выражении должен быть более конкурентоспособным по сравнению с другими видами топлива. Практически всем указанным требованиям отвечает только уголь.

Осознание такой значительной роли угля в экономике будущего привело к тому, что в последнее время практически во всех угледобывающих странах мира, включая такие крупнейшие угледобывающие государства, как США, КНР, ФРГ и др., проявляется повышенный интерес к подземной газификации углей. Поэтому целесообразным представляется сопоставление перспектив развития ПГУ в Казахстане с возможностями развития этой технологии разработки угольных месторождений за рубежом.

Интересно отметить, что первые установки газификации угля появились в Западной Европе в 1930-1950 гг., в основном для производства синтез-газа ($\text{CO} + \text{H}_2$) как исходного сырья при получении аммиака, метанола, моторных

топлив.

Сегодня в Западной Европе, США, Южно-Африканской Республике есть уже несколько освоенных технологий газификации угля на паровоздушном и парокислородном дутье. Среди них можно выделить три основополагающие схемы:

- а) «Лурги», газификация в стационарном слое;
- б) «Винклер», газификация в кипящем слое;
- в) «Копперс-Тотцек», газификация в потоке пылевидного угля.

Специалисты часто называют их первым поколением процессов газификации.

Процессы второго поколения характеризуются тем, что газификация проводится под давлением, и почти все они осуществляются в кипящем слое и многоступенчато. Применение давления и кипящего слоя позволяет организовать высокопроизводительный процесс, уменьшает габариты оборудования и приводит к более интенсивному образованию метана. Это важно при получении высококалорийного газа, облегчает дальнейшую его обработку без дополнительной компрессии, в результате чего снижаются капиталовложения. В то же время применение давления требует специальных приспособлений для подачи угля в газогенератор и удаления золы.

Третье поколение процессов газификации имеет те же отличительные признаки, что и второе, но, кроме того, при этом используется катализатор или технологическое тепло высокотемпературных атомных реакторов.

Газификация мелкозернистого топлива в стационарном слое под давлением (процесс Лурги). Этот метод нашел промышленное развитие с целью получения высококалорийного и технологического газов (смесь окиси углерода и водорода) для химических синтезов в Англии, ФРГ, ЮАР, Австралии. Газификации подвергаются угли класса 3-40 мм или брикеты.

Газификация угольной пыли в газогенераторах Копперса-Тотцека. По этому методу газифицируют пылевидные каменные и бурые угли или тяжелые нефтяные остатки. Дутье — парокислородная или паровоздушная смесь. По методу Копперса-Тотцека работает 16 заводов в Японии, ФРГ, Греции. Получаемый газ используется как технологический. Этот метод газификации обладает высокой производительностью, однако имеет недостатки: пылеприготовление является дорогостоящей операцией, кроме того, значительное количество пыли и золы уносится с газом.

Газификация мелкозернистого топлива в кипящем слое при атмосферном давлении (метод Винклера). По этому методу работают заводы в ФРГ, Испании, КНР, Японии. Исследовательские работы проводятся в Англии и Австралии.

Газификации подвергаются угли класса 0-3 или 0-5 мм. Дутье (парокислородная или паровоздушная смесь) подводится в двух местах: в дутьевую камеру, расположенную под колосниковой решеткой (первичное дутье), и непосредственно в шахту газогенератора (вторичное дутье). Температура газификации 900-1000°C.

Теоретические и экспериментальные исследования показывают, что

создание высокопроизводительного газогенератора может быть обеспечено повышением температуры, применением мелкозернистого (пылевидного) топлива с развитой реакционной поверхностью и увеличением давления. Поэтому в разных странах (ФРГ, США и др.) проводятся значительные исследования по модернизации уже освоенных в промышленности методов и разработке новых. Работы ведутся по всем направлениям: научно-исследовательские, проектно-конструкторские и опытно-промышленные. Так, например, фирма «Битьюминес Коул Рисёч» (США) провела технологическую и экономическую оценку более 60 процессов газификации как реализованных, так и предложенных в США и других странах. Как перспективные были отобраны процессы: Хайгэс, Консол, Би-Гэс, Синтейн, Хайдрейн, Когэс, Коулкон, Тексако [161, С.8].

Несколько Западно-европейских стран (ФРГ, Бельгия, Франция, Великобритания, Испания и другие) объединились в рамках Европейского содружества для решения проблемы подземной газификации глубокозалегающих (около 1000 м) угольных пластов. Уже проведены первые (не совсем удачные) эксперименты в г. Тулене (Бельгия) на глубине 850 м. В настоящее время проводятся опыты по ПГУ на глубине 500 м в северной Испании [162, С.13].

Сегодня есть все основания возобновить практические работы в России по ПГУ и тем самым, с одной стороны, повысить долю угля в ТЭБе страны, а с другой стороны - усилить экологическую и энергетическую безопасность страны.

По мнению специалистов [149, С.49], сырьевая база для ПГУ в России оценивается в 45 млрд. т балансовых запасов угля, из них порядка 7 млрд. т в регионах, где имеются дефицит энергии и потенциальные потребители газа ПГУ. К таким регионам относятся: Приморский край, Хабаровский край, о. Сахалин, Читинская область, Бурятия, Иркутская область, Красноярский край, Кузбасс, Подмосковский бассейн, Восточный Донбасс.

В этих регионах, где залегают пласты бурого и каменного угля на различных глубинах от пологого до крутого падения, определены конкретные месторождения и участки, пригодные для ПГУ по разработанным критериям выбора, что позволяет рассмотреть различные варианты создания газоэлектрических комплексов на основе газа ПГУ. Кроме того, большой резерв находится в забалансовых и слабозабалансовых запасах угля практически во всех угольных регионах, что увеличивает сырьевую базу в 2-3 раза.

В угольной промышленности Украины крупной сырьевой базой для развития подземной газификации угля может стать Днепровский буроугольный бассейн. Буроугольные месторождения расположены на территории семи областей Украины: Житомирской, Винницкой, Киевской, Черкасской, Кировоградской, Днепропетровской и Запорожской. В бассейне имеются большие запасы бурого угля с благоприятными геологическими условиями залегания и крупные потребители искусственного газа. Общая площадь бассейна равна 100 тыс. км². Угленосная зона распространена с северо – запада на юго-восток на 680 км при средней ширине 150 км.

На указанной территории разведено более 87 месторождений с геологическими запасами около 3 млрд. т. Мощность угольных пластов достигает 25 м, средняя 3–4 м. Гидрогеологические условия благоприятные.

Технико-экономическая целесообразность строительства станций «Подземгаз» в Днепровском бурогольном бассейне не вызывает сомнения. При этом способе извлечения энергии угля балласт (вода и зола), составляющий 75% массы, остается в недрах, а потребитель получает обогащенное газообразное топливо.

Как считают специалисты [163, С.4], на территории бассейна можно построить до 20 станций подземной газификации угля с годовой производственной мощностью 45 млрд. м³ газа (при теплоте сгорания 8,4 МДж/м³), что соответствует добыче 20 млн. т угля в год. В юго-восточной части Днепровского бассейна может быть сооружено несколько станций. В частности, в Днепропетровской области методом ПГУ может разрабатываться Синельниковское бурогольное месторождение, запасы угля которого превышают 243 млн. т. Пласт мощностью 3,8—5,8 м залегает на глубине 80—120 м. Потребителями газа могут быть Приднепровская ГРЭС, расположенная в 20 км от месторождения, предприятия Днепропетровска, Синельниково и др. На Новоалександровском месторождении с запасами угля 224 млн. т можно построить станцию «Подземгаз» в комплексе с тепловой электростанцией. Глубина залегания пласта 100 м, мощность 4,6—5,8 м.

Верхнеднепровское месторождение с запасами угля 160 млн. т занимает высокопродуктивные сельскохозяйственные угодья площадью более 3 тыс. га. Средняя глубина залегания пласта 74 м, мощность 4 м. Освоение месторождения методом подземной газификации позволит сохранить земельные ресурсы при минимальных затратах на природоохранные мероприятия. Потребителями газа могут быть предприятия Днепродзержинска или ТЭС в комплексе со станцией «Подземгаз». Анновское и Пичугинское месторождения (запасы угля более 113 млн. т) могут обеспечивать газом работающую ТЭС или предприятия Кривого Рога. Глубина залегания пласта 80 м, средняя его мощность 3,1 м.

На территории Запорожской области расположено Ореховское месторождение с запасами угля более 30 млн. т. Угольный пласт средней мощностью 5,4 м залегает на глубине 100 м. Станция «Подземгаз» может быть сооружена в комплексе с ТЭС или снабжать газом предприятия Запорожья.

В Кировоградской области могут быть построены станции подземной газификации на Морозовском, Верболозовском, Бандуровском, Мироновском, Косовском, Константиновском, Золотаревском, Новомиргородском месторождениях и участках бурого угля. В области сосредоточено 48% запасов угля бассейна. Глубина залегания пласта 90 м, мощность 3,2—5,6 м.

Северо-западная часть Днепровского бассейна (Житомирская, Киевская, Черкасская области и западная часть Кировоградской) представляет собой густонаселенный сельскохозяйственный район. Потребителями газа в этом районе могут быть предприятия по переработке сельскохозяйственной продукции, размещенные в городах и в сельской местности, или ТЭС,

сооруженные в комплексе со станциями «Подземгаз» [163, С.5].

В целом, обобщая вышесказанное, можно отметить, что созданные научные и инженерные основы традиционной технологии ПГУ являются надежной базой для ее дальнейшего совершенствования с целью повышения управляемости и качества получаемого газа, обеспечения экологической чистоты и повышения экономической эффективности предприятия ПГУ. Новые же разработки в технологии ПГУ позволяют вернуться к вопросу о возможности и перспективе использования газа ПГУ для создания газоэлектрических комплексов. И оживление экспериментальных и промышленных работ в мире по проблеме ПГУ (Китай, Австралия, США, Великобритания и др.) свидетельствует о технике-экономической, экологической, энергетической и социальной эффективности превращения угля на месте его залегания в газообразный энергоноситель с последующим его использованием при минимуме экологических ущербов.

9.5 Новые технологические элементы, обуславливающие расширение сырьевой базы подземной газификации угольных пластов

В свете реализации Госпрограммы форсированного индустриально-инновационного развития страны в 2010-2014 гг. переход к нетрадиционным технологиям отработки угольных пластов должен занять основное место в системе приоритетов перспективной научно-технической политики угольной отрасли. В этой связи особенно актуальным становится дальнейший поиск новых технологий подземной газификации углей (ПГУ) для экологически безопасной и экономически рентабельной разработки угольных пластов со сложными горно-геологическими условиями залегания.

Надо сказать о том, что в последнее время технология ПГУ претерпевает заметные изменения, существенным образом влияющие на оценку пригодности того или иного месторождения для подземной газификации угольного пласта. За последние 15-20 лет в странах СНГ (прежде всего в России и на Украине) и за рубежом (прежде всего в США и Западной Европе) созданы и отработаны новые элементы технологии, существенно расширяющие сырьевую базу ПГУ [164-170].

Эти новые технологические элементы, обуславливающие расширение сырьевой базы подземной газификации угольных пластов, сводятся к следующему [171, С.42].

1. Газификация угля в длинных буровых каналах по угольному пласту с постепенным переносом точки подвода окислителя по длине дутьевой скважины, позволяющая не только интенсифицировать тепло массообмена между окислителем и реакционной поверхностью угольного пласта и повысить выход горючих компонентов в образующемся газе (CO_3 , H_2 , CH_4), но и снизить удельные затраты на подготовку угля к газификации, повысить стабильность процесса ПГУ.

2. Бурение длинных каналов (скважин) по угольному пласту,

опробованное с помощью электрических и винтовых забойных двигателей. Системы слежения за положением забойного двигателя в угольном пласте позволяют не только добиться высокой скорости бурения, но и сократить количество выходов во вмещающие породы.

3. Газификация угля на дутье, обогащенном кислородом и паром, а также на чистом кислороде (95% O₂) с присадкой перегретого пара, обуславливающая возможно получение сырого газа ПГУ с теплотой сгорания 8-10 МДж/м³.

4. Утилизация тепла извлекаемого газа ПГУ, не только повышающая КПД процесса газификации, но и позволяющая вернуть большую часть ранее теряемого физического тепла в зону газификации в виде перегретого пара и нагретого дутья.

5. Возможность поддержания в подземном газогенераторе, с увеличением глубины газифицируемого угольного пласта, повышенного давления. Последнее не только благоприятствует повышению в газе ПГУ концентрации метана, но и позволяет снизить приток подземных вод в зоны газификации.

6. Возможность в отдельных случаях (с целью снижения утечек газа и дутья из подземного газогенератора) осуществления процесса ПГУ при пониженном давлении. Последнее осуществляется с помощью отсоса газа ПГУ специальными тяговыми устройствами, устанавливаемыми на газоотводящих скважинах. Такая система подземной газификации угля, заключающаяся в нагнетании дутья в одни скважины и отсосе образовавшегося газа из других скважин, особенно желательна в условиях близости соседних отработанных участков угольного месторождения, а также при повышенной проницаемости пород непосредственной кровли угольного пласта.

7. Низкая (10-15 МВт) мощность газовых турбин, ограничивающая тепловую мощность предприятия ПГУ. Если близлежащему потребителю достаточно такой тепловой мощности, то требуемые запасы угля для ПГУ могут быть весьма ограниченными.

8. Возможность исполнения наземного энергохимического комплекса современного предприятия ПГУ различным образом, определяемым энергетической, экологической и социальной инфраструктурой региона. Потребителем энергоносителя предприятия ПГУ могут быть электростанция, местная промышленность, а также специальное химическое предприятие по синтезу метана или жидкого топлива на базе основных компонентов газа ПГУ (CO, H₂). При этом транспортирование таких цепных энергоносителей, как электричество или метан, возможно осуществлять на дальние расстояния.

Следует отметить то, что разработанные на сегодняшний день новые технологические приемы и конструктивные решения существенно превосходят уровень ПГУ 70-х годов прошлого столетия, когда бывшим Советским Союзом была продана лицензия в США. Новые конструкции дутьевых и газоотводящих скважин, а также управляемая система выгазовывания угольного пласта позволяют получить следующие преимущества [150, С.58-59]:

- устойчиво получать газ максимальной теплоты сгорания;
- повысить степень выгазовывания угольного пласта до 90-95%, снизить утечки газа из подземного газогенератора до 5%;
- повысить КПД газификации до 80-85%;
- минимизировать экологическое воздействие на подземную гидросферу;
- отрабатывать оставленные запасы угольных шахт, в том числе закрывающихся, методом нагнетательно-отсосной технологии ПГУ;
- разрабатывать глубоко залегающие угольные пласты и учитывать при этом проявления горного давления;
- уменьшить количество требуемых буровых скважин и снизить благодаря этому расходы на бурение в себестоимости газа с 30 до 10%;
- получать газообразный энергоноситель по себестоимости в 1,5-2 раза меньше, чем условное топливо на соседних угольных шахтах;
- получать из газа ПГУ заменитель природного газа по себестоимости 50-60 долл. /1000 м³.

В настоящее время использование газа подземной газификации на блоке-модуле ПГУ возможно осуществлять по двум основным направлениям [172, С.139-141].

1. В США в результате большого количества полевых экспериментов на глубинах до 300 м разработана технология ПГУ на парокислородном дутье, позволяющая решать следующие вопросы:

- производства энергетического и синтетического газа со значительным экономическим преимуществом по сравнению с наземной газификацией угля;
- конкурентоспособности по сравнению с природным газом при производстве синтез-газа;
- возможности использования на значительно больших по количеству угольных месторождениях, чем применение традиционных способов добычи угля.

Американские специалисты считают, что за последние годы развития ПГУ эта технология наиболее отработана и может быть передана для промышленной эксплуатации. При реализации данного направления (так называемого топливного), связанного с использованием газа ПГУ в качестве котельного топлива для нужд местной котельной, существует потребность в получении газа с возможно большей теплотворной способностью (10,5-12,6 МДж/м³). Это требует кислородного либо парокислородного дутья в подземный газогенератор.

2. В бывшем Советском Союзе была принципиально разработана и осуществлена в промышленном масштабе технология ПГУ на воздушном дутье в различных горно-геологических условиях до глубины 400 м. На поверхностном комплексе решена очистка газа от сероводорода с получением ценных химических веществ (гипосульфита и серы), а также очистка сточных вод от фенолов. На конкурсной основе выработана концепция создания экологически чистого предприятия с высокими технико-экономическими

показателями по производству новых видов энергоносителей на базе ПГУ.

Данное направление использования газа ПГУ в газотурбинных установках (ГТУ) для получения электроэнергии позволяет использовать газ с теплотворной способностью 3,8-4,2 МДж/м³ с подачей воздуха от компрессоров в подземный газогенератор. В этом случае может применяться либо передвижная газотурбинная автоматизированная станция типа ПАЭС-2500 мощностью 2,5 МВт, либо более мощная передвижная газотурбинная электростанция типа ГТЭ-4. Наиболее оптимальной признана станция производительностью 300 млн. м³ газа ПГУ в год (примерно 35 тыс. м³ газа ПГУ в час на поверхность по газоотводящим скважинам подземного газогенератора), что эквивалентно отработке 80-199 млн. т угля в год [173, С.33].

В целом отечественный и мировой опыт разработки технологии ПГУ выработал наиболее рациональный порядок ее создания и внедрения в определенных горно-геологических условиях – это научные исследования, опытно-конструкторские работы (ОКР), пилотная установка, промышленная станция ПГУ.

9.6 Возможности практической реализации проектов комплексных электроэнергетических предприятий «ПГУ-ТЭС»

Поскольку научно-технический прогресс не стоит на месте, то современные процессы газификации угля существенно отличаются от уровня 1950-1970 гг. и по технологическим, и по экологическим показателям. И если тогда были известны три-пять основных способов газификации с несколькими вариациями для каждого, то в настоящее время счет идет на десятки. Причина такого разнообразия заключается в том, что невозможно разработать один универсальный процесс, который будет использовать самые разные угли и производить продукцию, пригодную для всех случаев жизни: для традиционной и водородной энергетики, для многочисленных химических технологий и металлургии. Каждый процесс имеет свою потребительскую нишу, свои недостатки и свои преимущества.

Учитывая большие выбросы вредных веществ (угольная пыль, зола, СО, SO₂, CO₂, NO_x) углесжигающими производствами, угольная отрасль (как самая заинтересованная) во всем мире возглавила проблему создания и внедрения экологически чистых технологий у потребителя (угольные ТЭС с улавливанием выбросов, угольные ТЭС с газовой надстройкой, угольные ТЭС с внутрицикловой газификацией угля, комплексные электроэнергетические предприятия «ПГУ-ТЭС» и др.).

Так, на сегодняшний день наиболее характерным примером из новой истории газификации угля может служить комплексное электроэнергетическое предприятие «Предприятие ПГУ-ТЭС». Теплоэлектростанция (ТЭС) и производство газа ПГУ размещаются в непосредственной близости друг от друга.

Принципиальная схема комплексного электроэнергетического предприятия «ПГУ-ТЭС» состоит в следующем [174, С.52]. Кислород (возмож-

но и воздух) в смеси с водяным паром под давлением 2-3 МПа нагнетается в подземный газогенератор через систему дутьевых скважин. Получаемый газ ПГУ с температурой около 300⁰С отводят через газоотводящие скважины, оборудованные специальным бесконтактным водяным охлаждением. Получаемый в результате рекуперации физического тепла газа (от 800 до 300⁰С) пар с температурой 200-250⁰С поступает в паронагреватель.

Газ ПГУ направляется сначала в очистную установку, а затем сжигается в камере сгорания под давлением. Часть горячего энергоносителя расходуется на прогрев пара, генерируемого в системе охлаждения газоотводящих скважин, а другая оставшаяся часть с температурой 800-850⁰С поступает в ГТУ (газотурбинную установку).

Отработанные газы с температурой 400-500⁰С поступают в экономайзер или, смешиваясь с перегретым паром, попадают в паровую турбину. Возможны иные тепловые схемы бинарного парогазового цикла (БПГЦ) с использованием газогенераторов подземной газификации угля.

Энергетическая эффективность предприятия «ПГУ-электростанция» характеризуется следующими параметрами:

- а) химический КПД газификации - 70%;
- б) термический КПД - 80 (70 + 10)%;
- в) КПД преобразования тепловой энергии в электрическую - 42%;
- г) потребление энергии на компрессию дутья – 5%;
- д) чистый КПД преобразования тепловой энергии в электрическую -37%;
- е) общий КПД (процент от энергии угля) – 29,6%.

Таким образом, в расчете на газифицируемый под землей уголь общий энергетический КПД комплексного предприятия «ПГУ-электростанция» достигает 30%. С учетом неизбежных потерь угля и газового энергоносителя в недрах общий КПД такого предприятия реально должен составлять 22-25% [174, С.52].

Комплексные предприятия «ПГУ—ТЭС» могут быть широко распространены не только на крупных угольных месторождениях, но и на малых (линзовых). Традиционная шахтная эксплуатация последних считается нерентабельной и нецелесообразной.

Одним словом, практическая реализация проектов комплексных предприятий «ПГУ-ТЭС» будет эффективно способствовать созданию действительно экологически чистых угольных технологий в топливной электроэнергетике. Кроме того, такие предприятия представляют собой реальные примеры замещения природного газа и мазута углем и продуктами его переработки. Широкое внедрение подобных комплексных предприятий, особенно в энергодефицитных регионах республики, существенно повысит долю угля в ТЭБе (топливно-энергетическом балансе) Республики Казахстан.

9.7 Внутрицикловая газификация угля

За последние 10-15 лет в мировой энергетике произошел прорыв в

области комбинирования технологического и энергетического использования угля в крупном масштабе - идет процесс создания угольных тепловых электростанций (ТЭС) с парогазовыми установками (ПГУ), в которых газотурбинные установки (ГТУ) работают на газе, получаемом путем газификации угля в газогенераторах, установленных непосредственно на ТЭС, входящих в систему топливоподготовки ТЭС. Соответственно такие установки получили название ПГУ с внутрицикловой газификацией угля (ВЦГ) [175, С.50].

Особенности ВЦГ заключается в следующем [176, С.4-5]:

а) избыточное давление в системах газификации и очистки генерируемых горючих газов, благоприятствующее обоим процессам, обеспечивается от воздушных компрессоров БПЦГ;

б) физическое тепло и избыточное давление генерируемого газа максимально утилизируется в энергетической установке для получения полезной мощности.

Дополнительные преимущества по сравнению с обычными традиционными паротурбинными электростанциями заключается в следующем [174, С.53]:

1. Многоступенчатое сжигание органического топлива с предварительной газификацией в первой ступени (внутрицикловая газификация – ВЦГ) и очистка генерируемого газа от золы и сернистых соединений. Такая схема позволяет получать чистое рабочее тело для газовых турбин и наиболее полно сократить выбросы вредных веществ (SO_2 , NO_x , зола) в окружающую среду.

2. Стоимость системы внутрицикловой газификации (сжигания) топлива будет существенно ниже, чем в обычных угольных ТЭС, так как наличие сжатого воздуха (окислителя) в первом случае позволяет проводить процессы газификации и очистки рабочего тела перед газовой турбиной под давлением без дополнительных затрат на компремирование.

За последние 5-10 лет программы реализации БПЦГ с ВЦГ твердого топлива стали действовать в США, Великобритании, Германии, Нидерландах, Японии, Франции и других странах. Проявленный в ряде стран интерес и темпы разработок и создания БПЦГ с ВЦГ подтверждают актуальность перехода в энергетике на новую двухступенчатую технологию сжигания твердого топлива с предварительной внутрицикловой его газификацией в первой ступени сжигания.

Экологическая эффективность и техническая надежность новой технологии топливоиспользования в составе БПЦГ с ВЦГ продемонстрированы опытом эксплуатации демонстрационных блоков мощностью 170 и 120 МВт в Германии и США.

Так, опыт газификации угля в Европе более чем за 150 лет ее использования был достаточным, чтобы уже в 1976 г. в Германии на электростанции «Келлерман» был пущен впервые в мире энергоблок с внутрицикловой газификацией. Получаемый в газификаторе из угля газ, очищенный от сажи и сероводорода в мокрых скрубберах, сжигался в двух высоконапорных парогенераторах при давлении 0,9 МПа. Продукты сгорания

газа с температурой 8000°C подавались в газовую турбину мощностью 74 МВт, а получаемый в парогенераторах водяной пар давлением 12 МПа и температурой 5300°C подавался в паровую турбину мощностью 96 МВт. Суммарная мощность энергоблока составляла 170 МВт, КПД парогазового цикла - около 37 %.

В США на электростанции «Кул Уотер» в 1984 г. была пущена парогазовая установка мощностью 110 МВт с газификацией битуминозного угля в газификаторах фирмы «Тексако». Топливо в газификаторы подается в виде водо-угольной суспензии под давлением 4 МПа. Газ, очищенный от механических примесей и сероводорода, сжигается в камере сгорания газовой турбины и подается в ее проточную часть с температурой 12500°C. Выхлопные газы турбины направляются в котел-утилизатор, откуда пар поступает в паровую турбину мощностью 55 МВт. Образование оксидов азота подавляется путем впрыска воды в камеру сгорания газа. Суммарный КПД ПГУ, в зависимости от температуры газа на входе в турбину, составляет от 37 до 41% [177, С.6-7].

Успешный опыт работы ТЭС с внутрицикловой газификацией угля в Германии и США стимулировал развитие работ этого направления в ряде других стран. Сегодня в мире имеется уже более 30 промышленных и опытно-промышленных установок с газификацией угля на ТЭС. Только в США в ближайшие 10-12 лет на такие работы предполагается затратить до 10 млрд. долл. США [177, С.7].

Повышенный интерес к внутрицикловой газификации угля в развитых странах мира можно объяснить прежде всего сопоставлением характерных величин удельных выбросов и КПД для ТЭС с ВЦГ и для ТЭС с традиционным сжиганием угля (табл. 12).

Необходимо отметить, что удельные капитальные затраты при использовании внутрицикловой газификации составляют примерно 1500 долл. США за 1 кВт с перспективой снижения до 1000-1200 долл. США, в то время как для традиционной угольной ТЭС удельные капитальные затраты составляют примерно 800-900 долл. США за 1 кВт [178, С.54].

Таблица 12

Величины удельных выбросов и КПД для ТЭС с внутрицикловой газификацией и с традиционным сжиганием угля

Параметры	Традиционная угольная ТЭС	ТЭС с внутрицикловой газификацией
Концентрация вредных веществ в дымовых газах (для угольной ТЭС – согласно Евростандарту), мг/м ³ :		
SO	130	10
NO	150	30
Электрический КПД, %	33-35	42-46

Примечание. Данные работы [178, С.55]

Ясно, что ТЭС с внутрицикловой газификацией твердого топлива более привлекательна при наличии экологических ограничений в месте размещения и при использовании достаточно дорогого топлива, так как расход топлива на 1 кВт сокращается. Эти условия характерны для развитых стран.

Видимо, в будущем в ВЦГ твердого топлива целесообразно ориентироваться на разработку нового поколения технологий наземной газификации угля, воспроизводящих последние достижения Запада.

Перспективны сухая высокотемпературная очистка генераторного газа и повышение температуры рабочего тела перед газовой турбиной до 1400-1600°C [174, С.53].

Такие ТЭС с БПЦГ на твердом топливе позволяет успешно заменить газовые электростанции.

9.8 Задачи программы «Видение - 21»

Создание блоков ПГУ с ВЦГ можно рассматривать, хотя и с оговорками, как первый значительный шаг энергетики в сторону энерготехнологии. С оговорками потому, что в таких блоках технологический продукт переработки угля - газогенераторный газ используется целиком в качестве топлива и никакой попутной химико-технологической продукции на ТЭС не производится. Но в условиях возрастающей роли угля характерно появление в стратегических прогнозах энергетики подлинно энерготехнологических направлений.

Наряду со строительством энергоблоков, где газогенераторный продукт используется целиком в качестве топлива, уже прогнозируется переход к энергетическим предприятиям, основанным на комплексном использовании угля с получением, наряду с электроэнергией, различной продукции путем пиролиза и других процессов переработки угля (Программа «Видение-21», США) [177, С.7].

В программе «Видение-21» проведена переоценка приоритетов, которые отданы новейшим технологиям угольной электроэнергетики. Первоочередные задачи - энергоресурсосбережение и защита окружающей среды. Это достигается созданием высокоэффективных ПГУ с ВЦГ, обеспечивающих КПД ТЭС 42-45% в настоящее время и его повышение до 55-60% после 2010 г. со снижением выбросов CO₂ более чем на 40%. Особое внимание уделено переходу на энерготехнологическое комбинированное производство электроэнергии, тепла и попутных продуктов из угля.

В рамках программы «Видение-21» планируются к 2012 г. разработка и опробование системы технологических модулей для реализации после 2015 г. различных энерготехнологических комплексов, использующих, помимо угля, различные виды топлива (нефтяной кокс, городские отходы и т.п.) с целью совместного производства в рамках комплекса электроэнергии, тепла, различных видов топливной и химической продукции. Одновременно поставлена задача не только радикального снижения выбросов SO₂ и NO_x, но и

углеродсодержащих газов при снижении стоимости электроэнергии на 10-20% [175, С.51].

О ноосферном подходе к решению задач энергетики свидетельствует детально разработанная обширная программа разработки технологий удаления CO_2 из продуктов сгорания угля (связывание CO_2 , удаление CO_2 в геологические образования, закачка в океаны и др. - всего десятки технологий). Здесь очевидно, что большие затраты вкладываются в проблему отдаленного будущего и без существенных сиюминутных материальных выгод, т.е. планируется решение задач ноосферного характера.

В программу «Видение-21», помимо уже реализуемых широким фронтом ПГУ с ВЦГ и с топками кипящего слоя под давлением (КСД), включены работы по дальнейшему совершенствованию этой техники - включению в энергоблоки топливных элементов и химико-технологических производств.

Наиболее перспективно энерготехнологическое направление совершенствования ПГУ с ВЦГ. Это получение водорода путем преобразования $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ в $\text{H}_2 + \text{CO}_2$ с выводом CO_2 из цикла и использованием водорода в топливных элементах, включенных в энергоблоки, в качестве транспортного топлива, в различных химико-технологических угольных технологиях. При реализации системы улавливания CO_2 с возвращением в цикл или удалением CO_2 ТЭС будут работать вообще без выбросов CO_2 в атмосферу. Поставленная ноосферная задача будет решена. В программе намечена задача достичь КПД производства электроэнергии 60% - при сжигании угля и 75% - при сжигании газа, а при выработке пара в комбинированных энерготехнологических процессах – 85% [175, С.51].

Одним словом, на сегодняшний день уже имеется определенный научно-технический задел для будущей реализации энерготехнологического использования углей.

9.9 Достоинства новой симбиозной технологии освоения газоносных угольных месторождений «ПГУ - метан»

Для подземной газификации используются в первую очередь те угольные пласты, отработка которых посредством традиционных способов разработки – шахтного или открытого - является технически затруднительной или экономически невыгодной. И таких запасов угля в Казахстане достаточно.

В частности, Карагандинский угольный бассейн является наиболее газоносным среди разведанных бассейнов. Газы угольных пластов бассейна содержат метан, в меньшем количестве – углекислый газ, азот, сероводород, водород и тяжелые углеводороды. В зоне метановых газов содержание углекислого газа снижается до 1% и менее, азота - до 0,1-0,2%. Глубина залегания метановых газов 400-1500 м. На глубинах 600-1000 м иногда отмечается водород в количестве до 5-10%, что повышает взрывоопасность смеси. Кроме того, в отдельных случаях присутствуют тяжелые углеводородные газы (до 0,5%) и сероводород.

Определенный интерес в этой связи представляют результаты запущенного на участке Саранский в ТОО «Жумыс-Стройсервис» пилотного проекта, ресурсный потенциал которого составляет 26,3 млрд. м³. Средняя метаносность пластов от верхней границы 700 м до нижней 1300 м не превышает 30 м³/т. Прогнозируемая накопленная добыча метана для одной скважины (21,4 млн. м³) в два раза больше, чем на средней скважине крупнейшего бассейна Сан Хуан в Китае (9,4 млн. м³).

Предполагаемые к осуществлению мероприятия по организации добычи и утилизации метана предусматривают проведение геологоразведочных работ по доразведке и оценке запасов метана в угольных пластах; разработку и реализацию пилотных проектов по извлечению метана из угольных пластов; создание новых и безопасных технологий добычи метана из пластов угольных месторождений Казахстана и другие мероприятия. Это позволит решить вопросы повышения безопасности на угледобывающих предприятиях, снижения риска внезапных выбросов газозоодушных смесей.

Кстати в Карагандинском бассейне существует еще один «резерв» для подземной газификации, а именно – запасы угля, оставленные в недрах на закрытых нерентабельных шахтах. Как известно, в середине 1990-х гг. в период реструктуризации угольной отрасли в Карагандинском бассейне из 26 шахт осталось всего 8 угледобывающих предприятий, т.е. был закрыт ряд шахт (шахты «Степная», «Шаханская», «Молодежная», «Топарская», «Майкудукская» и др.). Их недоработанные запасы оцениваются в сотни миллионов тонн. Доработка этих запасов, представленных по большей части углями ценных марок новых угленосных районов (Шерубай-Нурунский и Тентекский угольные районы) Карагандинского бассейна, методом ПГУ может стать отдельной научно-практической задачей, которую следует решать в обозримом будущем. Поэтому можно констатировать, что геологический потенциал технологии ПГУ в Карагандинском бассейне чрезвычайно высок. И в данном аспекте у метода ПГУ существуют очень благоприятные перспективы для широкого развития.

Следует учесть еще один важный момент. Существующие технологии извлечения метана из углепородного массива (к которым можно отнести как технологию дегазации угольных шахт, осуществляемую с целью обеспечения безопасных условий труда подземных рабочих, так и технологию промышленной добычи метана угольных месторождений) обладают общим крупным недостатком — отсутствием стабильности дебита и состава (концентрации метана) извлекаемой из горного массива метановоздушной смеси. Данное обстоятельство служит препятствующим фактором на пути широкого развития технологий промышленного извлечения пластового метана из углепородного массива и последующего его полезного использования.

Однако отмеченный выше недостаток может быть нивелирован и сведен к минимуму в том случае, если технологию добычи пластового метана рассматривать не как самостоятельную технологию, а как составную часть технологии подземной газификации угля. Соответственно, извлекаемый из углепородного массива метан в этом случае должен рассматриваться и

использоваться не как самостоятельное полезное ископаемое, а как «присадка» к газу подземной газификации угля. В свою очередь, газ подземной газификации угля при добавлении к нему пластового метана значительно увеличивает свою теплотворную способность, становясь при этом более качественным продуктом с энергетической точки зрения.

Таким образом, в данном случае можно вести речь о создании из двух известных технологий - подземной газификации угля и технологии добычи пластового метана - новой комбинированной симбиозной технологии освоения газоносных угольных месторождений, условно именованной «ПГУ-метан» [179, С.69].

Предлагаемый вариант реализации технологии «ПГУ-метан» предусматривает газификацию свиты пологих и наклонных угольных пластов в восходящем порядке, начиная с нижележащего пласта, с одновременной дегазацией подработанного угленосного массива. Как известно, метан содержится как в угольных пластах, так и во вмещающих породах. Технологическим регламентом предполагается, что вначале подготавливается подземный газогенератор по нижележащему пласту свиты посредством бурения всех необходимых технологических скважин.

На рис. 38 представлен вариант подземного газогенератора модульного типа, предусматривающий наличие трех газоотводящих скважин и двух дутьевых скважин — с расстоянием между ними порядка 50 м. Дутьевые и газоотводящие скважины, являющиеся криволинейно-наклонными, бурятся с поверхности с помощью установок направленного бурения. Причем криволинейная часть скважины бурится по породам, а наклонная - по угольному пласту. В «забой» дутьевых скважин бурятся вертикально с поверхности розжиговые скважины. Также в нижнюю часть подземного газогенератора бурится водоотливная скважина, глубина которой превышает на 30-50 м глубину залегания нижнего пласта свиты.

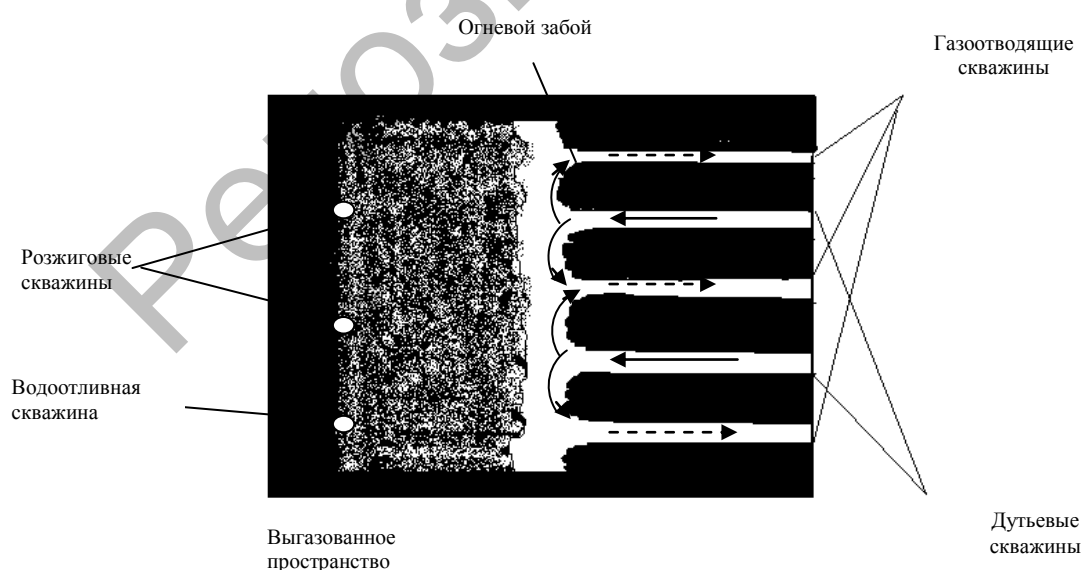


Рис. 38. Схема подземного газогенератора (в плоскости угольного пласта) (Примечание – данные работы [179, С.69])

Одновременно с подготовкой подземного газогенератора по нижележащему пласту осуществляется подготовка дегазационной системы для отработываемой свиты пластов. Для этого с поверхности на вышележащий угольный пласт свиты бурятся вертикальные дегазационные скважины. Радиус действия дегазационной скважины в зоне разгрузки составляет 50-150 м, из этого расчета и выбирается расстояние между ними. В дегазационных скважинах создается разрежение с помощью газоотсасывающих установок, благодаря чему в районе верхнего пласта свиты образуется «газоулавливающий свод». Названный свод может быть образован в породах трещинами гидроразрыва, ориентированными в сторону пласта (от скважины) так называемыми зародышевыми щелями, нарезанными в стенках скважин. Однако проведение гидроразрыва пород не является обязательным, и роль газоулавливающего свода может играть вышележащий пласт в целом, поскольку его проницаемость в зоне разгрузки выше, чем у вмещающих пород. В массиве и в окрестности дегазационных скважин будут образовываться депрессионные воронки, в которые будут увлекаться восходящие потоки газов.

После окончания операций по подготовке подземного газогенератора и дегазационной системы начинается собственно процесс газификации свиты угольных пластов с сопутствующей дегазацией углепородного массива. При перемещении огневого забоя по пласту (по аналогии с очистным забоем при шахтной выемке угля) за условной линией этого перемещения образуется выгазованное (выработанное) пространство, заполненное обрушенными породами и продуктами горения угля. В этом районе пласта можно выделить зоны (слои) беспорядочного, блочного и крупноблочного обрушения, при общей высоте зоны обрушения, достигающей 12m (m - мощность пласта). Над зоной обрушения образуется зона разгрузки, ограниченная со стороны забоя плоскостью, залегающей под углом сдвижений. В этой зоне углепородный массив разгружается от горного давления, расслаивается, растрескивается, в результате чего его газопроницаемость значительно повышается. В результате воздействия отмеченных факторов в горном массиве начинают развиваться процессы метановыделения из подработанных угольных пластов и вмещающих пород. Поскольку в полости газогенератора создается избыточное газовое давление, а в дегазационной системе — разрежение, в горном массиве образуется перепад газового давления, вектор которого направлен в сторону дегазационной системы (т.е. дневной поверхности). В результате этого высвободившийся из пор и трещин массива метан движется к газоотсасывающим установкам и затем через них направляется в магистральный трубопровод, где смешивается с газом собственно подземной газификации угля. Как показывает практика, эффективность дегазации разгруженного подработкой углепородного массива может достигать 60% [179, С.70].

В предшествующих исследованиях авторами было показано, что в диапазоне предполагаемых технологическим регламентом изменений состава метановоздушной смеси, образуемой при соединении газа подземной газификации угля и пластового метана, не будет создаваться взрывоопасных концентраций компонентов данной газовой смеси [180].

Нужно отметить также, что в результате наличия в горном массиве при реализации данной технологии отмеченного выше перепада газового давления в сторону земной поверхности возможные утечки горючего газа из подземного газогенератора также будут улавливаться дегазационной системой и направляться далее в магистральный трубопровод.

Таким образом, важным достоинством предлагаемой комбинированной технологии освоения газоносных угольных месторождений «ПГУ-метан» является высокий уровень ее соответствия принципам комплексности освоения, экологической безопасности и рационального природопользования.

9.10 Создание «сверхчистой угольно-водородной энергетики» - новое научно-техническое направление использования угля в электроэнергетике республики в перспективе

Перспективы использования угля в электроэнергетике Казахстана будут определяться его конкурентоспособностью прежде всего с природным газом. Эта конкурентоспособность угля в значительной степени может зависеть от уровня экономической и экологической эффективности угледобывающего и угле-энергетического производства.

С целью достижения высокой экономической и экологической эффективности углеэнергетики необходимо создавать интегрированные предприятия с непосредственно сопряженными горно-технологическими процессами добычи угля/метана и выработки электроэнергии.

Одним из таких решений и является новое научно-техническое направление – «сверхчистая угольно-водородная энергетика». Решение этой проблемы должно начинаться с выработки базовых концепций, с последующими более углубленными технико-технологическими исследованиями и опытно-конструкторскими разработками с целью создания демонстрационных проектов, которые должны предшествовать реальным коммерческим проектам [181, С.25].

По мнению специалистов, данная технология обеспечивает повышение эффективности использования тепловой энергии за счет повышения интегрального КПД локального углегазо-энергетического комплекса, в котором интегрированы основные технологические процессы: метаноотсоса, подземной углегазификации и генерирования электроэнергии на водородном топливе.

Для обеспечения метанодренажа и газификации угля каждая панель подготавливается двумя скважинами, пробуренными с поверхности. Скважины служат сначала как метаноотводящие, а затем, после завершения метаноотсоса, они используются для подачи паро-водородного дутья в огневой забой и для отвода генераторного газа. Углепластовый метан и генераторный газ подаются в газоперерабатывающий блок, расположенный на поверхности. Здесь происходят очистка и переработка газов, получение из них водорода как конечного чистого топлива и превращение парниковых газов в твердые отходы производства. Полученный свободный водород подается в энергоблок, где и

вырабатывается электроэнергия на водородных турбогенераторах и паротурбинных установках, работающих по комбинированному циклу. Некоторая часть полученного водорода из блока газопереработки в смеси с водяным паром направляется в огневой забой газифицируемой панели в качестве дутья. Таким образом, энергетическая установка работает по двойному паро-водородному комбинированному циклу: первый паро-водородный цикл «подземный газогенератор - блок газопереработки», а второй цикл «водородный турбогенератор - паротурбинный генератор». Получаемая электроэнергия направляется в сеть к потребителю, а некоторая часть используется для собственных нужд угле-энергетического комплекса [181, С.23-24].

Генераторный газ подземной углегазификации и каптированный углепластовый метан не являются конечным топливом для выработки электроэнергии как это предусматривалось в ранее предложенных технологических схемах (Васючков Ю.Ф., Воробьев Б.М. Патент Российской Федерации № 2126891. «Способ получения электроэнергии на основе скважинного метаноотсоса и газификации угля», 1996 г.; Васючков Ю.Ф., Воробьев Б.М. Патент Российской Федерации № 2100588. «Способ получения электроэнергии при бесшахтной углегазификации и/или подземном углесжигании», 1997 г.), а является исходным сырьем для получения экологически чистого водородного топлива, при использовании которого обеспечиваются нулевые выбросы парниковых газов в атмосферу.

Принципиальная схема продуктопотоков при выработке электроэнергии по двойному паро-водородному комбинированному циклу с использованием подземной углегазификации и дренажа углеметана показана на рис. 39.

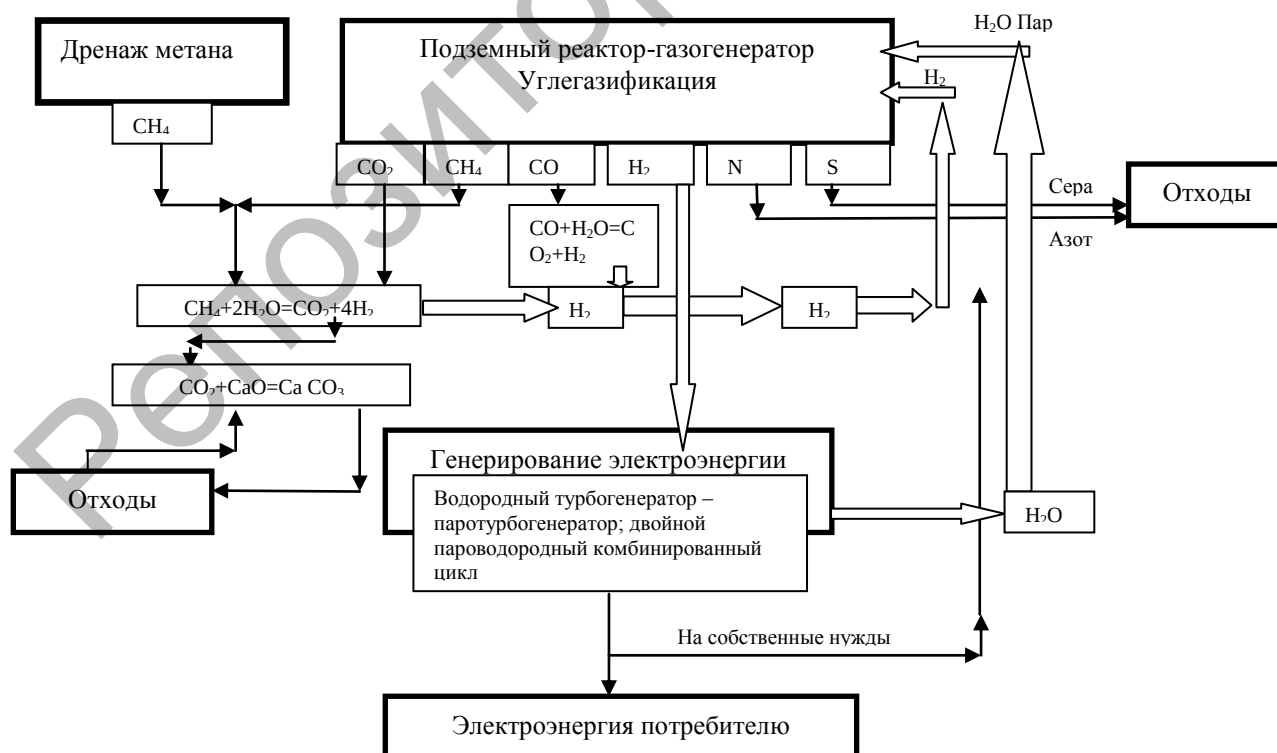


Рис. 39. Принципиальная схема продуктопотоков при выработке электроэнергии по двойному паро-водородному комбинированному циклу с использованием подземной углегазификации и дренажа углеметана (Примечание – данные работы [181, С.24])

Основными горючими компонентами генераторного газа подземной углегазификации, как известно, являются водород (H_2), окись углерода (CO) и метан (CH_4). Поэтому обогащение генераторного газа углепластовым метаном позволит существенно увеличить содержание водорода как конечного топлива. Характерно, что при паро-водородном дутье значительно повышается содержание водорода в генераторном газе подземного углегазификатора. Свободный водород выделяется из генераторного газа в результате реакции окиси углерода и метана с водяным паром.

Выделение свободного водорода при указанных реакциях производится с помощью химических реакций и мембранных полых сепараторов. Известны пилотные установки по извлечению водорода из генераторного газа и углеметана. Часть полученного таким образом свободного водорода возвращается в подземный газогенератор в качестве паро-водородного дутья, а основной объем водорода используется в качестве топлива в газовой турбине. При избытке свободного водорода, он может направляться внешним потребителям.

Двуокись углерода, вступая в реакцию с окисью кальция превращается в карбонат кальция, который идет в отходы. Также в отходы идут сера и азот, находящиеся в генераторном газе. Таким образом, обеспечивается использование генераторного газа и углепластового метана как сырья для производства водородного топлива и экологически сверхчистый процесс получения электро – и теплоэнергии.

9.11 Слойная газификация угля как новый процесс газификации (технология «Термококс»)

В 1990-1992 гг. в институте КАТЭКНИИУголь (Россия, г. Красноярск), который занимался проблемой переработки дешевого бурого угля Канско-Ачинского бассейна, был разработан новый процесс газификации угля [151, 178].

По мнению специалистов, он относится к классу слоевых автотермических технологий. Это направление, которое берет свое начало от исторически первого способа газификации угля, достигло самого высокого уровня развития в промышленных технологиях фирмы Lurgi. На протяжении многих десятилетий тысячи специалистов в разных странах неустанно совершенствовали этот процесс и, казалось, что здесь уже не может быть места новым решениям. Однако в процессе детального исследования слоевой газификации угля на компьютерной модели удалось выявить новый эффект. При определенных технологических параметрах в слое угля с так называемым обратным дутьем формируется фронт неполной конверсии угля, движущийся навстречу воздушному потоку. Процесс был воспроизведен на экспериментальной установке.

Как оказалось, он обладает целым рядом преимуществ по сравнению с классической технологией. Прежде всего, производимый газ абсолютно не

содержит конденсируемых продуктов пиролиза угля, потому что они сгорают в потоке воздуха сразу же после выхода из угля, а продукты сгорания вступают в реакцию с раскаленным коксом и превращаются в газ, который (кроме азота, поступающего с воздухом) состоит в основном из водорода и оксида углерода ($H_2 + CO$). Отмывка газа от смол в классической технологии и последующая их утилизация — одна из главнейших проблем слоевой газификации. В том числе она связана с громоздкими сооружениями для переработки больших объемов воды, загрязненной фенолами и канцерогенными органическими соединениями. Характерным признаком такой технологии является специфический запах летучих веществ, которые пронизывают весь завод. Они депрессивно воздействуют на окружающую экосистему (вода, воздух, растительность) и, конечно, в первую очередь, на здоровье персонала. В новой технологии эта проблема полностью устранена - в производимом газе нет даже следов угольных смол. И это радикально удешевляет промышленное производство.

После прохождения через слой угля фронта термических превращений (термической волны) в газификаторе остается высокопористый твердый продукт. В зависимости от сорта исходного угля и выбранных технологических параметров процесса он может представлять собой активированный углерод или среднетемпературный кокс металлургического назначения. Как известно, активированный углерод является незаменимым веществом для адсорбции очень широкого спектра загрязняющих веществ. Его применяют для очистки самых разнообразных газовых выбросов. А кокс является универсальным технологическим топливом для многочисленных металлургических технологий и эффективным углеродным восстановителем для электротермических производств (например, получение ферросплавов, кремния, фосфора), где требуется высокая реакционная способность и большое электрическое сопротивление.

Новый процесс газификации (процесс «Термококс») использует только два исходных компонента — уголь и воздух и имеет только два конечных продукта — газ и активированный кокс. И ни одного побочного продукта. Энергия исходного угля распределяется между продуктами примерно поровну, а потери тепла в окружающую среду не превышают 4-5%. Это означает, что термический КПД процесса около 95% [151, С.70].

На основе детального изучения экспериментальных результатов в 1994 г. было принято решение о строительстве в г. Красноярске опытно-промышленного завода для переработки до 40 тыс. т бурого угля в год. В настоящее время он принадлежит компании «Карбоника-Ф». За время эксплуатации завода были отработаны технологические режимы переработки широкого спектра бурых и неспекающихся каменных углей. Производимый кокс из канско-ачинских углей аттестован как активированный уголь марки АБГ, в том числе для очистки питьевой воды. Он поставляется ряду предприятий России и на экспорт.

А исследователи продолжают открывать все новые особенности этой уникальной технологии. Так, выяснилось, что с помощью нестационарных

воздействий на управляющие параметры скорость процесса можно увеличить в несколько раз. Почти такого же результата можно добиться, изменяя традиционное для слоевой газификации аппаратное оформление процесса. Эти усовершенствования существенно снизят капитальные затраты при строительстве новых заводов.

В настоящее время технология «Термококс» готова для крупномасштабного внедрения и тиражирования. В этой связи необходимо остановиться на перспективах использования получаемого газа.

Известно, что условно можно выделить два направления потенциального применения газа — энергетическое и химическое. Для первого наиболее эффективным является производство электроэнергии и тепла по парогазовому циклу. В этом случае газ сжигается в газовой турбине, а тепло продуктов сгорания используется для получения пара, который вращает паровую турбину.

Укрупненно можно выделить три потенциальные сферы использования газа как технологического сырья:

1. Использование основных компонентов ($\text{CO} + \text{H}_2$) как сырья для широкого спектра процессов химического синтеза, которые уже освоены промышленностью. Здесь, прежде всего, следует выделить производство метанола и особенно диметилового эфира как перспективной альтернативы нефтяному дизельному топливу.

2. Второе направление связано с выделением водорода (его содержание в продуктовом газе составляет 20-25 %). Это — универсальный продукт, потребление которого радикально возрастет уже в ближайшем будущем. Сфера его применения чрезвычайно обширна: от топлива для водородной энергетики до питательного субстрата для бактерий при производстве синтетических кормов для животноводства и биоразрушаемых полимеров, которые должны прийти на смену традиционному полиэтилену и полипропилену. Очень важно отметить, что в настоящее время промышленное внедрение всех перечисленных технологий сдерживается только высокой ценой водорода.

3. Использование газа как восстановителя в металлургических процессах прямого восстановления железа и других металлов.

Необходимо заметить, что ориентация на производство газа химического назначения требует изменения параметров процесса по сравнению с вариантом производства энергетического газа. И это допускает новая технология. Действующий в Красноярске завод управляется автоматизированной системой. Очень важно, что технология имеет очень простое и надежное аппаратное оформление. Модульная схема позволяет оперативно изменять мощность в очень широком интервале значений.

Перечисленные выше сферы приложения угольного газа известны достаточно давно. Однако до настоящего времени их масштабное внедрение сдерживается экономическими показателями, так как во многих случаях угольный газ не выдерживает конкуренции с природным газом и нефтью. Здесь технология «Термококс» совершает своеобразный экономический прорыв. Схема когенерации с производством сравнительно дорогого кокса позволяет

предельно снизить (если необходимо, даже до нуля) издержки, относимые на производство газа. При таком ценообразовании угольный газ оказывается просто вне конкуренции [151, С.71].

Таким образом, на примере только одной из многих новых разработок по газификации угля мы смогли убедиться в том, что в этой области произошел качественный рывок. Процессы газификации угля с радикально улучшенными характеристиками, среди которых не последнюю роль играет высокий уровень экологической безопасности, остро необходимы именно в сегодняшних условиях нестабильности мирового энергетического рынка и повышенной техногенной нагрузки на окружающую среду.

Создание эффективных угольных технологий с пониженной эмиссией вредных веществ в пределах технологического цикла, позволяющих получать конкурентоспособные продукты и генерировать электрическую и тепловую энергию, является приоритетной задачей мировой энергетической стратегии.

Обобщая все вышесказанное хотелось бы особо отметить следующее. Сегодня вопрос, который задают скептически: «Газификация угля – это возврат в прошлое или шаг в будущее?», можно уверенно ответить: технологии газификации угля нового поколения являются шагом в самое ближайшее будущее.

Глава 10. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ СОЗДАНИЯ И ВНЕДРЕНИЯ НОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ ПРИ ПОДЗЕМНОМ СЖИГАНИИ УГЛЯ

10.1 Теоретические основы технологии подземного сжигания угольных пластов

На сегодняшний день из направлений совершенствования традиционной технологии подземной добычи угля, приносящих ощутимый эффект, следует отметить переход на вскрытие шахтных полей блоками, погоризонтную подготовку пластов, агрегатную и бесцеликовую выемку. Расширение области применения гидравлической выемки угля, короткозабойных систем разработки, схем отработки пластов без постоянного присутствия людей в забоях сдерживается отсутствием надежной добычной и доставочной техники, эффективных способов управления кровлей и другими процессами.

Развитие подземного способа разработки тонких пологих пластов сопровождается постоянно растущей энерго- и материалоемкостью добычи угля, увеличением расходов на его транспортирование. Вопрос разработки тонких пластов в Карагандинском бассейне имеет и специальный аспект: в связи с углублением горных работ и выемкой пластов малой мощности престиж шахтерского труда снижается.

Даже краткий анализ современного состояния разработки тонких пластов показывает необходимость промышленных испытаний нетрадиционных способов их разработки, в частности, способов прямого получения энергии из недр через скважины. В настоящее время наиболее проработанными нетрадиционными бесшахтными технологиями, позволяющими преобразовать уголь на месте его залегания в источники тепловой и электрической энергии, являются подземная газификация угля (ПГУ) и подземное сжигание угля (ПСУ).

По мнению профессора Ю.Ф. Васючкова [182, С.16], под нетрадиционными технологиями разработки угольных месторождений понимаются технологии, основанные на физико-химическом, микробиологическом и волновом (например, электромагнитном, акустическом и др.) воздействии на угольный массив. К таким технологиям относятся: скважинная добыча метана и угля, микробиологический способ борьбы с метаном в шахте, микробиологический способ снижения серосодержания угля, подземное сжигание угольного пласта, скважинный способ получения электроэнергии. Большинство перечисленных технологий основано на воздействии на угольный массив через поверхностные или подземные скважины. Поэтому их (за исключением микробиологического снижения серосодержания угля) можно отнести к скважинным геотехнологиям.

Теоретической основой ПСУ в отличие от ПГУ являются следующие положения:

- а) подготовка участка ПСУ блоками с размерами, обеспечивающими

наибольшую полноту сгорания угля при использовании существующей топологии горных выработок [183];

б) всасывающий способ подачи свежего воздуха в инициированный очаг горения с достижением минимально возможных температур газовой смеси на выходе из продуктивной скважины;

в) скважинная подготовка пласта и подземное сжигание небольшого по площади блока с применением способов управления состоянием массива [184];

г) прямое использование физического тепла продуктов горения угольного пласта непосредственно на поверхности обрабатываемого участка;

д) подача свежего воздуха в очаг горения на большие (100 м и более) расстояния через обрушенные породы выработанного пространства;

е) схема направленной подачи свежего воздуха в очаг горения и отвода горячих газов на поверхность.

По мнению специалистов [185, С. 5-6], при обосновании необходимости применения технологии использования энергии подземного сжигания угольных пластов необходимо произвести следующие расчеты:

1. Тепловой баланс зоны горения, системы выработок (скважин) и поверхностного теплопреобразовательного комплекса (ПТК) можно представить уравнением

$$Q_{ry} = Q_{пол} + \sum Q_{nn} + Q_{nnk} + Q_{от}, \quad (22)$$

где Q_{ry} — тепло, выделяемое при сгорании 1 т угля в недрах, ГДж; $Q_{пол}$ — удельное полезное физическое тепло, получаемое на выходе из ПТК в виде горячей воды или водяного пара, ГДж/т; $\sum Q_{nn}$ — удельные потери тепла в недрах, ГДж/т,

$$\sum Q_{nn} = Q_{пор} + Q_{исп} + Q_{пр}, \quad (23)$$

$Q_{пор}$, $Q_{исп}$ и $Q_{пр}$ — удельные потери тепла соответственно на нагревание вмещающих пород, испарение влаги и нагревание породных прослоек с рассеянной минеральной частью угольного пласта, Дж/т; Q_{nnk} и $Q_{от}$ — удельные потери тепла в ПТК и с отходящими из теплообменника дымовыми газами, ГДж/т.

2. Главная задача — сведение к минимуму потерь:

$$(\sum Q_{nn} + Q_{nnk} + Q_{от}) \rightarrow \min. \quad (24)$$

3. Опыт ПСУ и теория горения угля показывают, что для сжигания 1 м³ углеродного вещества требуется 8-10 м³ воздуха, что позволяет рассчитать расход его на участке $Q_{уч}$ при заданной суточной производительности q :

$$Q_{уч} = (10...12)q / 86400. \quad (25)$$

4. Депрессию тягодутьевого комплекса определяют по формуле

$$h_{уч} = \sum h_{гв} + h_{гн} + h_{нтк}, \quad (26)$$

где $\sum h_{гв}$ — максимальная депрессия сети выработок, воздухоподающей и

продуктивной (газоотводящей) скважин, Па; h_{en} — максимальная депрессия выработанного пространства, Па,

$$h_{en} = R_1^* Q_{уч} + R_2^* Q_{уч}^2, \quad (27)$$

R_1^* — линейное аэродинамическое сопротивление фильтрующей части выработанного пространства, Н·с/м⁵; R_2^* — квадратичное аэродинамическое сопротивление той же зоны, Н·с²/м⁸; $h_{нтк}$ — максимальная депрессия наземного технологического комплекса, Па.

5. Должна быть разработана методика расчета количества сгоревшего угля по концентрации в исходящей горючей смеси углеродсодержащих газов - оксида углерода, углекислого газа и метана. В основу методики могут быть положены технометрические соотношения реакций окисления и восстановления углеродсодержащих веществ при горении угля, изменение массового расхода газов при повышении их температуры против пластовой и объемное содержание компонентов горючей смеси. Производительность участка по сгоревшему углю рассчитывают по формуле

$$G_{уч} = 0,0144 q_r \sum_{i=1}^n (C_i / \beta_i), \quad (28)$$

где q_r — массовый расход горючей смеси по продуктивной скважине (стволу), кг/мин; $n = 1, 2, 3$ — количество углеродсодержащих компонентов в смеси; C_i — объемное содержание i -го компонента в смеси, %; β_i — коэффициент, учитывающий вид химической реакции при горении угля и перевод объемного содержания компонентов в массовые, для оксида углерода $\beta_{co} = 4,67$, для углекислого газа $\beta_{co_2} = 3,67$.

Недавно в России (на Камчатке) состоялся запуск Мутновской геотермальной электростанции. В эксплуатацию пущены два энергоблока по 25 МВт, работающие на энергии пара с температурой до 200°C, получаемого из земных недр по двухкилометровой скважине, пробуренной в Мутновское геотермальное месторождение. Обеспечение собственной дешевой электрической и тепловой энергией создало прорыв в энергетике Камчатской области, до этого ежегодно закупавшей морские поставки мазута в объеме 900 тыс. т у.т. на дотации из федерального бюджета порядка 45 млн. долл. США в год. Сообщено также, что опыт геотермального энергоснабжения планируется развить на Курилах и в европейской части России как альтернативу традиционной энергетике [186, С.56].

В Карагандинском бассейне и других угольных месторождениях и бассейнах Республики Казахстан геотермальных источников пока не обнаружено. Однако в недрах этих регионов залегают огромные запасы углеродных энергоносителей. Если овладеть технологией их управляемого подземного сжигания и подземного паропроизводства, то можно создать аналогичные камчатскому энергетические комплексы по схеме «вода в недра - пар из недр — электроэнергия — вода в недра». Такой энергокомплекс будет избавлен от необходимости извлечения из недр угля.

10.2 Проведение комплекса работ по созданию и опытно-

промышленному внедрению технологии использования энергии подземного сжигания пластов

С 1993 г. в Московском государственном горном университете (МГГУ) был проведен цикл научных работ по созданию способа ПСУ в недрах, отличающегося от известной технологии ПГУ более высокими показателями управляемости процесса горения - более высокой степенью отработки запасов, более широким диапазоном регулирования скорости передвижения огневого фронта в недрах, увеличением теплосодержания исходящих газов.

Опытные работы были проведены на полях шахт №1 «Острый» ПО «Селидовуголь» и «Киреевская» ПО «Тулауголь» в 1985-1988 гг., которые позволили установить зависимости передвижения фронта и длину огневого забоя, рациональные режимы подачи воздуха к нему, состав и динамику температуры исходящих газов, степень извлечения запасов угля, разработать технологическую схему огневой отработки оставленных в недрах запасов и целиков угля. Были созданы новые поверхностные комплексы оборудования, позволившие утилизировать тепловую энергию исходящих газов.

На базе указанных промышленных испытаний в 1995 г. была разработана новая технология получения электроэнергии непосредственно на шахтном поле путем подземного сжигания угольного пласта, получения горючих генераторных газов, извлечение метана через поверхностные скважины на этом же шахтном поле, смешение генераторных газов с метаном, получение тепловой энергии от утилизации их тепла и тепла их сжигания, и получения электроэнергии в генераторах комбинированного цикла, используя энергию пара и горючих газов. Технология разработана совместно с научно-производственным предприятием «Минерал» (Россия).

По мнению [182, С. 19], данная технология имеет следующие преимущества перед традиционной схемой: шахта (карьер) - ОФ - транспорт - электростанция:

- себестоимость выработки 1 кВт·ч снижается на 30-50%;
- удельные капитальные затраты на единицу запасов угля уменьшаются в 2-3 раза;
- эффективность использования геологических запасов угля на шахтном поле возрастает на 30-40%;
- исключается выдача пустой породы на поверхность и ее складирование;
- исключается обогатительный цикл;
- в значительной мере уменьшаются выбросы в атмосферу сернистых и азотистых соединений, угольной и породной пыли.

Однако дополнительное исследование, проведенное авторами работы [187, С. 58-59], показало, что предложенная МГГУ технологическая схема нагнетально-всасывающего способа ПСУ, позволяющая свести к минимуму потери дутья и продуктов сжигания, обладает одним недостатком. Дело в том, что в этом случае существующие тягодутьевые аппараты не могут обеспечить

потребностей технологии ПСУ. Большие резервы повышения тепловой мощности процесса заложены в возможности дожигания горючих компонентов в продуктах ПСУ, не реализуемого при опробованных схемах. Указанные обстоятельства требуют существенной корректировки ранее испытанных схем ПСУ для условий тонких пластов.

По мнению авторов статьи [187], данные недостатки устраняются технологической схемой, позволяющей повысить депрессию тягодутьевого оборудования без неоправданного увеличения производительности и осуществить дожигание горючих газов. Основное отличие новой схемы состоит в использовании эжекционной установки на базе отработавших летный ресурс газотурбинных двигателей с демонтированной силовой турбиной. Эжекционная установка совмещает в себе функции тягодутьевого оборудования и устройства дожигания горючих компонентов.

Предлагаемая схема обеспечивает необходимую потребителям регулируемую мощность (1-3,2 Гкал/ч). Доля энергии от дожигания горючих компонентов и энергия дизтоплива, затраченная на работу эжекторной установки, составляют в балансе тепловой энергии около 50%. Огневой забой предложено разместить в сбойке между наклонными стволами. Первоочередной участок ПСУ рассчитан на отработку в течение 11 лет со средней массовой скоростью сгорания угля $G_y = 0,28$ кг/с.

Экономическая оценка предложенной технологической схемы ПСУ тонких пластов показала привлекательность инвестиций при процентной ставке до 43%, индекс выгодности предлагаемых решений — от 1,6 до 2,3. Предложенная технологическая схема значительно расширяет возможность подземного сжигания углей, а для регионов, не имеющих альтернативного топлива, является практически единственной [187, С. 59].

Результаты проведенного комплекса работ по созданию и опытно-промышленному внедрению новой технологии получения энергии при подземном сжигании угля позволяют нам сделать важный вывод о перспективах развития Карагандинского бассейна.

10.3 Принципы осуществления технологии энергопроизводства при подземном углесжигании в Карагандинском бассейне

Принципиальная схема функционирования энергокомплекса нового поколения может базироваться на [186, С. 56]:

- последовательном сжигании нарезаемых в пласте угля столбов (блоков), предварительно изолированных огнестойкими материалами от остального угольного массива;
- съеме образующегося в недрах тепла парогенераторами, перемещаемыми по уклонам вслед за огневым фронтом;
- выдаче на поверхность по жаростойким трубопроводам пара и трансформации его в электроэнергию на генераторе, передвигающемся по простиранию пласта вслед за последовательно выжигаемыми столбами угля;

– концентрации электроэнергии от нескольких генераторов, эксплуатирующих свиту угольных пластов, и транспортировании ее по магистральным ЛЭП к энергопотребителям.

На сегодняшний день осуществление технологии энергопроизводства при подземном углесжигании в Карагандинском бассейне видится следующим образом. По падению угольного пласта последовательно проводятся выработки-уклоны на глубину 600-800 м, которые затем сбиваются горизонтальной выработкой - запальным штреком

Ширина нарезанных таким образом столбов составляет 30-60 м и определяется необходимой производительностью парогенераторов, мощностью пласта угля, его калорийностью, температурой горения и т.д. Высота создаваемых выработок соответствует мощности пласта. С целью предотвращения перемещения огневого фронта за пределы блоков почва штрека изолируется огнеупорными материалами (кирпич, бетон, современные негорючие материалы). Вдоль оси каждого уклона по всей их длине возводятся огнестойкие перемычки, разделяющие выработанное пространство на две части. Для повышения безопасности изолирующие сооружения заглубляются в породный массив. Таким образом, в недрах формируются изолированные столбы угля, выступающие в дальнейшем в качестве термогазогенераторов.

Затем на почве уклонов по обе стороны от перемычек монтируются рельсовые дороги для передвижения парогенераторов, представляющих собой цилиндрические котлы на колесах (наподобие железнодорожных цистерн), перемещаемые с поверхностного диспетчерского пункта посредством лебедок. По рельсовым дорогам в уклоны двух первых столбов на уровень запального штрека спускаются парогенераторы и соединяются системой жестких и гибких трубопроводов с электрогенератором (ЭГ) и резервуаром теплоносителя на поверхности. Парогенераторы, трубопроводы, рельсы, канаты и т.д. изготовляются из материалов, выдерживающих образующуюся под землей высокую температуру. Возможна организация контурного съема тепловой энергии сжигаемого угля, когда на первом контуре - в подземном теплообменнике - используются тяжелые жидкости - с температурой кипения около 600°C, отдающие тепло водяному теплоносителю в более безопасной зоне.

С поверхности земли в каждый столб бурятся несколько скважин для подачи воздуха и регулирования процесса сжигания пласта. С целью поддержания высокого температурного режима в зоне нахождения теплообменника уклоны через 100-150 м оборудуются шлюзовыми воротами, управляемыми диспетчером с поверхности. В качестве средств слежения за процессом сжигания угля на несгораемых стенках выработок устанавливаются температурные датчики и другие приборы контроля.

По завершении подготовки нескольких столбов и удалении фронта проходческих работ по простиранию пласта, в столбе запального штрека осуществляют розжиг угольного массива. Контроль за подземным паропроизводством осуществляют в наземном диспетчерском пункте, где с помощью компьютерной программы отслеживают соответствие фактических

параметров процесса требуемым. Отслеживают показания температуры в различных точках столбов, контролируют давление и температуру в котлах, современными средствами наблюдения ведут тепловизионную съемку массива и т.п. Оттуда же управляют процессом производства энергии путем регулирования воздухоподачи в различные скважины, передвижения парогенераторов вслед за огневым забоем, перекрытия шлюзовых ворот, регулирования расхода воды и т.д.

По мере выжигания одного столба вводят в действие следующий. При этом на соседнем с запаливаемым столбе все подготовительные работы должны быть завершены, а люди из него должны быть переведены в следующие блоки. Вырабатываемую электрогенератором энергию передают на трансформаторную подстанцию и затем к потребителям. Электрогенератор передвигают в направлении подготавливаемых столбов по простиранию пласта с соответствующим перемонтажом трубопроводов.

При освоении описанной технологии появляется возможность создания на угольном месторождении современного энергетического комплекса с наземно-подземной ТЭС и практически безлюдной технологией получения энергии из недр. Штат такого энергокомплекса включает профессии проходчиков, буровиков, строителей огнестойких перемычек и изоляций, операторов огня и пара, слесарей КИПиА и т.п. Персонал по обслуживанию предлагаемой производственной системы сокращается с численности шахты до численности 2-3 проходческих бригад и бригады буровой установки! Тысячи людей, занятых в настоящее время на профессиях машиниста комбайна, ГРОЗ, электрослесаря и т.п., выводятся из опасных условий труда и высвобождаются для другой созидательной деятельности.

Значит, шахта будущего в Казахстане – уже не система для выдачи углеродного энергоносителя на поверхность, а система для его управляемого преобразования под землей и выдачи на поверхность парообразного энергоносителя, готового для превращения в электроэнергию. Нужно прекратить расходовать огромные средства на добычу угля для энергетики, а пустить часть из них на освоение технологии извлечения тепловой энергии из нетронутых пластов. Сама собой отпадает и необходимость освоения на таких шахтах технологии опережающего удаления метана из угольных пластов как меры повышения безопасности ведения подземных горных работ. Добыча угля как процесс извлечения из недр горной массы существенно сократится и останется для нужд металлургических предприятий, химических заводов, зарубежного рынка.

На начальном этапе реализации предлагаемой технологии расход топлива на единицу электроэнергии, вероятно, будет выше уровня, достигнутого на нынешних угольных ТЭС. Одним из вариантов решения этого вопроса, видимым уже сегодня, может быть перемещение парогенераторов не по фланговым уклонам, а по центральным для двустороннего контакта агрегата с огневым фронтом. Возможно и совместное применение этих схем.

Другим направлением повышения эффективности предлагаемого производства является бурение с поверхности дополнительных скважин и

организация отвода, образующегося в огневом забое вследствие газификации угля горючего газа. Этот низкокалорийный, но высокотемпературный газ используется в качестве дополнительного энергоносителя для производства электроэнергии или для целей химической его переработки с получением целого ряда ценных химпродуктов, включая жидкое моторное масло.

Вложение инвестиций в новую технологию - интеллектуальных, финансовых, материальных - позволит накопить опыт и обнаружить дополнительные возможности повышения технологической и товарной эффективности наземно-подземного комплекса. Важным моментом является то, что сырьевая база наземно-подземных ТЭС расширяется вследствие вовлечения в процесс теплоотдачи не только угля, но и углевмещающих пород, представленных, как правило, алевролитами и аргиллитами. При современных технологиях угледобычи эти породы вследствие малого содержания в них угольного вещества или не добываются, или при открытой разработке направляются в отвалы.

Добыча первичных энергоносителей (газа и угля) из угольных пластов со временем должна уступить место технологии их переработки во вторичный энергоноситель на месте, не вынимая из недр. На поверхность должны выдаваться не горная масса или газ, а разогретый их теплом пар, способный вращать турбину генератора. В отличие от нефтяных и газовых месторождений, углегазовые - позволяют организовать управляемое сжигание первичных энергоносителей в недрах. Понятно, что новая технология потребует затрат на возведение качественной огнестойкой изоляции стенок выработок на контакте с массивом; возведение дополнительных перемычек; приобретение передвижного электрогенератора; создание комплекта котлоагрегатов; оснащение контрольно-измерительной аппаратурой. Но все эти затраты невелики в сравнении с колоссальной экономией, которую получает такой энергокомплекс вследствие избавления от необходимости расходования средств на [186, С. 57]:

- добычу угля и решение сопутствующих проблем (дорогостоящее добычное и горнотранспортное оборудование, большое количество подземных рабочих, аварии, экология);
- строительство транспортных выходов с угольных месторождений;
- транспортирование угля к ТЭС и его потери;
- складирование угля, его дробление и измельчение на ТЭС;
- золоотвалообразование и рекультивацию земель;
- улавливание выбросов от сжигания угля и плату за загрязнение окружающей среды и т.д.

В будущем освоение технологии угольными шахтами и компаниями сначала для удовлетворения собственных запросов в электро- и теплоэнергии, а затем и для коммерческой деятельности может привести к появлению в составе ТЭК Казахстана новой отрасли - подземной энергодобычи. Ее развитие позволит человеку получать конкурентоспособную энергию из угля, не добывая его. При реализации такого подхода к развитию энергетики возможно прорывное изменение экономического положения угольных предприятий, компаний и регионов.

Глава 11. СТАНОВЛЕНИЕ И РАЗВИТИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ГЛУБОКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ УГЛЯ С ПОЛУЧЕНИЕМ СИНТЕТИЧЕСКОГО ЖИДКОГО ТОПЛИВА

11.1 Целесообразность расширения сырьевой базы производства синтетических жидких топлив из углей

В последней четверти XX века и в первом десятилетии XXI столетия планетарный, глобальный характер воздействия производственной деятельности человека на природные ресурсы стал бесспорной реальностью. Человечество приблизилось к черте, за которой начинается исчерпание ряда полезных ископаемых — того вещественно-энергетического фундамента, на котором строится цивилизация. В использовании топливных ресурсов основной проблемой становится задача всемерной экономии ресурсов нефти, запасы которой быстро уменьшаются. Важное значение приобретают разработка ресурсосберегающей технологии, более широкое использование ядерной энергии и угольных ресурсов, и создание производства синтетического жидкого топлива из угля [188, С.19].

Не зря проблема производства жидких продуктов из угля на протяжении десятилетий находится в центре внимания исследователей и промышленности [189-191], поскольку ожидается, что уже ближайшие 10-15 лет станут этапом перестройки топливно-энергетических балансов развитых стран. Перестройка на фоне энергосберегающей политики будет означать вытеснение нефти там, где это возможно, природным газом и углем, развитие атомной энергетики, расширение производства энергии из возобновляемых источников и др. Такие сдвиги уже идут. Сейчас в мире реализуют проекты волновых и приливных электростанций, создаются ветряные энергетические установки и т. п. Однако заменить жидкие углеводороды другими энергоносителями удастся далеко не везде. Нужно, кроме того, иметь в виду, что нефть и извлекаемые из нее жидкие углеводороды — незаменимое сырье для промышленности органической химии — скажем, производства полимеров. Между тем потребности химии в органическом сырье растут даже быстрее, чем потребление энергии. Вот почему уже в обозримом будущем не обойтись без промышленного производства заменителей нефти — синтетических жидких топлив (СЖТ) из угля.

11.2 Производство жидкого топлива на основе процесса пиролиза

Обобщение мирового опыта показывает, что существует три основных способа получения жидкого топлива из угля: пиролиз, гидрогенизация и газификация угля с последующей переработкой синтетического газа в жидкое топливо с применением метода «Фишера-Тропша» или других технологий (рис. 40).

Во всех трех способах необходимо присутствие водорода: или в самом процессе (как при гидрогенизации), или впоследствии (как при пиролизе и газификации) для обогащения первоначально получаемого из угля продукта.

Поскольку перечисленные способы имеют не одинаковые возможности по решению стратегической задачи - максимальный переход органической части угля в жидкое топливо с целью организации крупномасштабного производства, имеет смысл вкратце остановиться на каждом из них.

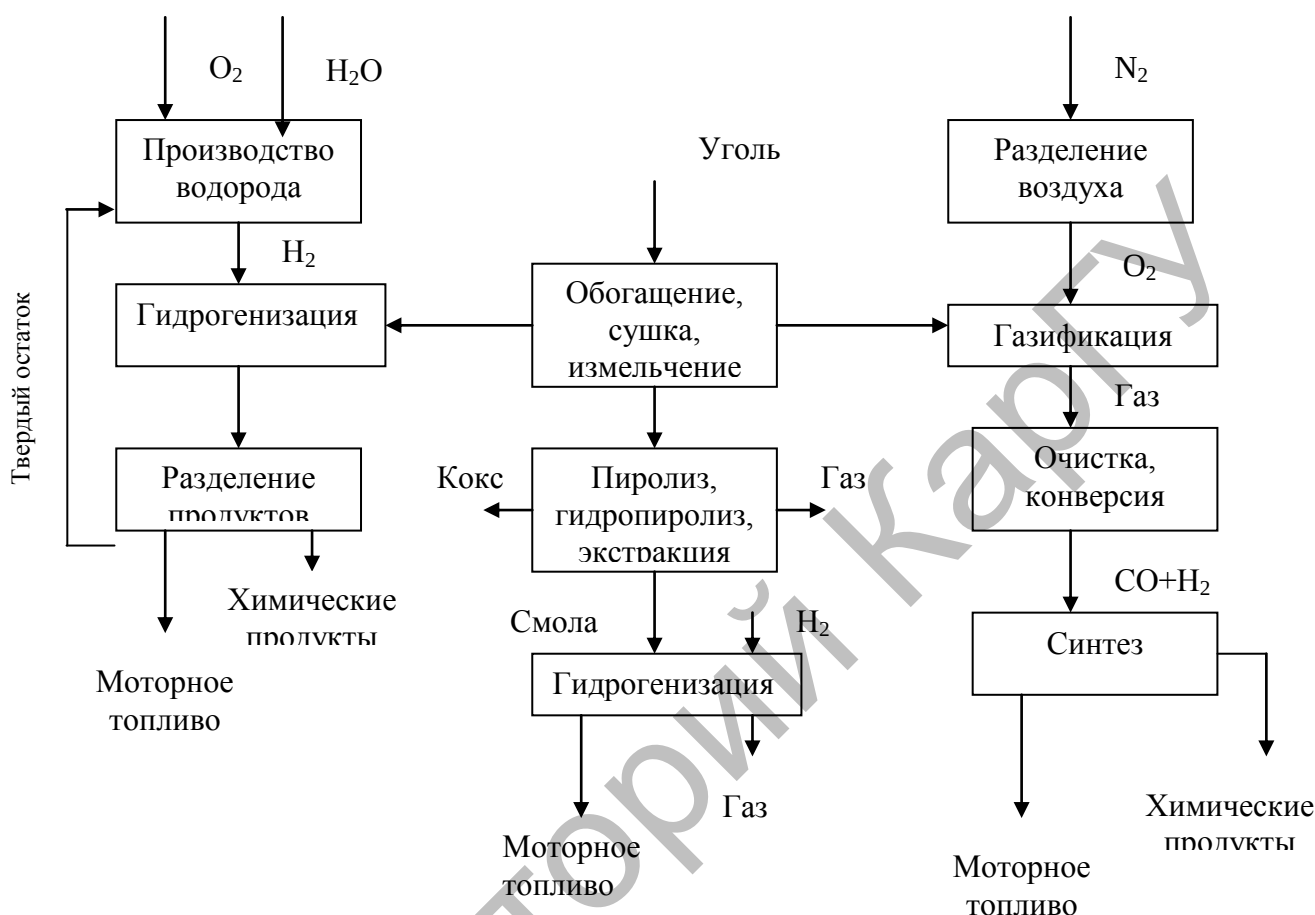


Рис. 40. Схема основных направлений получения жидких продуктов из угля (Примечание – предлагается автором на основе обобщения литературных источников)

При пиролизе уголь подвергается сухой перегонке при высокой температуре без доступа воздуха. Если нагрев производится с большой скоростью, то образуются смолы, горючий газ, твердый остаток (полукокс), называемый коксином (примерно 30%). Термическая переработка угля методом полукоксования проводится в несколько стадий: измельчение угля в шахтной мельнице, подсушка и нагревание дымовыми газами до температуры 110-150°; нагрев угля газовым теплоносителем в реторте до температуры 300-400°С; скоростной пиролиз твердым теплоносителем при температуре 600-650°С в камере термического разложения; получение твердого и газообразного теплоносителей с температурой 800°С; охлаждение полукокса и конденсация жидких продуктов, полученных при термическом разложении.

Вырабатываемый при пиролизе полукокс – это компонент шихты при изготовлении брикетов для коммунально-бытовых нужд и облагороженное (пылевидное) топливо для электростанций. Основное количество газа, выделяе-

мого при пиролизном процессе, направляется, как правило, на собственные нужды и лишь небольшая его часть отпускается на сторону. Из смолы, получаемой при полукоксовании углей, можно вырабатывать жидкое топливо, битум, широкую гамму химических продуктов (крезолы, резорцин, пирокатехин).

В настоящее время полукоксованием каменных углей в основном занимаются в Великобритании, а бурых углей – преимущественно в Германии. Процессам пиролиза уделяется большое внимание в США и Австралии, что позволяет получать в этих странах продукт и с большим содержанием жидких фракций, на основе которых разрабатывается процесс «Коулгаз».

В целом мировой опыт показывает, что применяемые на заводах схемы термической переработки углей методом полукоксования требуют относительно больших капитальных удельных вложений и эксплуатационных затрат. Выявлено, что уменьшение затрат на полукоксование углей и дальнейшее развитие этого направления могут быть достигнуты на основе совершенствования техники и технологии, расширения сырьевой базы и сфер потребления получаемой продукции. Сейчас научно-исследовательские разработки и опытные работы во всех странах, занимающихся решением данной проблемы, направлены на создание высокопроизводительного оборудования, в первую очередь аппаратов полукоксования, приспособленных к переработке углей мелких классов.

11.3 Производство жидкого топлива на основе гидрогенизации углей

Жидкое топливо можно получать также методами прямой гидрогенизации угля, предварительной газификации угля и синтеза из газа, а также синтеза метанола и его последующей переработки. Как видно из табл. 13, наиболее эффективным из них является метод гидрогенизации угля.

Поскольку жидкие производные пиролизного процесса являются сложными по своему химическому составу смолы и мазуты, для получения из них топлива необходимой чистоты нужна гидрогенизация. По мнению многих специалистов, метод гидрогенизации углей - самый перспективный путь решения проблемы увеличения ресурсов жидкого топлива [193-195].

Таблица 13

Сопоставление различных методов получения синтетического жидкого топлива из угля

Процесс	Продукция	КПД, %
Гидрогенизация угля	Бензин, дизельное топливо, газ	56
Газификация и синтез метанола	Метанол	49
То же + переработка метанола в бензин («Мобил»)	Бензин, газ	45
Газификация и синтез («Фишер-Тропш»)	Бензин, дизельное топливо, газ	40
Переработка нефти	Моторное топливо, газ	85

Примечание. Данные работы [192, С.35]

Так, И.П. Крапчиным [195, С.174-175] на основе капитальных вложений, предназначенных для непосредственного строительства заводов и сооружения объектов смежных отраслей, а также эксплуатационных затрат, связанных с переработкой углей и нефти, была определена сравнительная народнохозяйственная эффективность производства жидкого топлива различными методами и технологиями. В качестве вариантов приняты производства:

- а) синтетического жидкого топлива гидрогенизацией углей;
- б) смолы полукоксованием углей и переработкой ее в жидкое топливо по аналогии с нефтью;
- в) газа углей и синтезированного газа в жидкое топливо по методу Фишера-Тропша.

Общим критерием их оценки явились приведенные затраты на 1 т жидкого топлива (без попутной продукции).

Как показали расчеты И.П. Крапчина, рассматриваемые варианты увеличения ресурсов жидкого топлива по своей эффективности (в порядке увеличения затрат на решение одной и той же хозяйственной задачи) располагаются в следующей последовательности:

- гидрогенизация углей;
- переработка легкосредной смолы полукоксования углей;
- газификация угля с синтезом газа.

По данным выполненных расчетов им сделан вывод о необходимости скорейшего завершения работ по отработке отечественной технологической схемы гидрогенизации углей, обеспечивающей производство жидкого топлива с относительно высокой сравнительной эффективностью.

Разрабатываемые в настоящее время методы производства жидкого топлива из угля гидрогенизацией можно подразделить на две группы – некаталитические и каталитические способы. Некаталитические способы предназначены для прямого высокоэффективного превращения угля в продукт, который сжижается при высокой температуре и минимальном потреблении водорода. Кстати подача водорода в процессе ожижения угля — наиболее дорогостоящая процедура. Цель данного способа — удаление углеродистых образований с высоким содержанием серы и минеральных осадков физическими способами и получение топлива, используемого при производстве электроэнергии и в промышленных котлах, или выработка промежуточного сырья, из которого при дальнейшем обогащении получают высококачественное моторное топливо.

Цель ожижения угля вторым методом гидрогенизации - производство жидкого продукта, который можно непосредственно использовать в качестве тяжелой топливной составляющей нефти и сырья (сырой синтетической нефти) с последующей его очисткой до жидких моторных топлив. Этот процесс требует применения катализаторов (молибден, кобальт, никель, алюминий и др.), ускоряющих молекулярную перестройку угля. Он протекает при значительно более высоком давлении, чем при некаталитической технологии.

11.4 Производство жидкого топлива на основе газификации углей и синтез газа по методу Фишера-Тропша

Альтернативами прямому ожижению угля могут послужить процессы непрямого ожижения угля, начинающиеся с его газификации. Полученный синтез-газ превращается либо в метанол, который рассматривают как заменитель бензина или его компонент, либо в смесь жидких углеводородов (синтез Фишера-Тропша), либо, наконец, в метан — заменитель природного газа. Основной аргумент в пользу непрямого ожижения угля — то обстоятельство, что процессы газификации, синтеза Фишера-Тропша, синтеза метанола, метанирования синтез-газа опробованы в промышленности, а разрабатываемый в ряде фирм и исследовательских учреждений процесс дегидратации метанола (так называемый процесс «Мобил») открывает возможность перехода сразу к высокооктановому М-бензину.

Однако не прямое ожижение угля, как многоступенчатый по сравнению с прямым ожижением процесс, во многих случаях оказывается менее эффективным из-за сравнительно низкого термического КПД.

Анализ показывает значительный разброс значений термического КПД этих процессов в силу различий сырья, степени утилизации теплоты, включения в число конечных тех или иных побочных продуктов, неодинакового качества техники и, наконец, расхождения методик оценки КПД [196, С.128].

На сегодняшний день ограничение масштабов производства синтетического жидкого топлива на основе газификации с последующей переработкой газа по методу Фишера-Тропша обусловливается трудностями как технического, так и экономического характера. К причинам технического характера следует отнести сложность технологии (тонкая очистка синтез-газа от соединений серы, точная регулировка температуры слоя катализатора) и отсутствие промышленных образцов газогенераторов большой единичной производительности.

Среди причин экономического характера, повлиявших на сокращение объемов производства, а в некоторых странах и прекращение эксплуатации уже построенных заводов, можно назвать высокий уровень затрат на выработку промышленной продукции. Так, капитальные вложения на производство 1 т жидких продуктов на заводе в ЮАР при относительно низких затратах на добычу углей и дешевой рабочей силе составляют 1100 ф. ст. [195, С.170].

Вместе с тем возникшие в последние годы трудности обеспечения потребности в жидком топливе и постоянный рост мировых цен на нефтепродукты вновь привлекли внимание к производству синтетического жидкого топлива из угля по методу Фишера – Тропша. Это вызвано также технической готовностью процесса к промышленному внедрению. На его основе представляется возможным решить проблему производства синтетического жидкого топлива из угля в более короткие сроки, чем по новым

схемам. Об этом свидетельствует опыт производства и использования нефтяного топлива из каменного угля в ЮАР.

Как известно, основным методом производства СНТ (синтетическое нефтяное топливо) из южноафриканского угля, характеризующегося низким содержанием водорода, является метод Фишера-Тропша (1925-1926 гг.), при котором получают смеси водорода и окиси углерода из угля и воды, реагирующих в присутствии металлических катализаторов. Уже известно девять различных модификаций метода Фишера-Тропша, которые разделяются на две основные группы — прямой (при высоком содержании водорода) и непрямой процессы. Поскольку добываемый в ЮАР каменный уголь имеет в целом низкий уровень содержания водорода, здесь используется в основном непрямой процесс перегонки, при котором смесь измельченного угля и нефти с помощью пара и кислорода испаряется, после чего пар в присутствии катализатора (железо, кобальт) преобразуется в жидкие углеводороды и различные примеси. Полученная таким образом синтетическая нефть перерабатывается в СНТ [197, С.51].

В целом опыт ЮАР свидетельствует о возможности существенной экономии нефти и нефтепродуктов, прежде всего моторных топлив, за счет развития производства и применения СНТ из каменного угля, а также о более полном комплексном использовании ресурсов угля, что имеет очевидные экономические преимущества.

11.5 Развитие и современное состояние техники и технологии производства синтетического жидкого топлива

Производство синтетического жидкого топлива из твердых горючих ископаемых, в частности из бурых и каменных углей, имеет относительно длинную историю. Первые опыты по решению этой проблемы на основе метода гидрогенизации были проведены в Германии Ф. Бергиусом.

Поскольку нефть и уголь близки по химическому составу, Ф. Бергиус полагал, что не должно быть принципиальной разницы в поведении полимерных веществ, из которых состоит уголь, и тяжелых углеводородов, составляющих нефть, при гидрогенизации под высоким давлением и повышенных температурах.

Поэтому исследователь и воспользовался тем же методом гидрогенизации без катализаторов в опытах по ожижению угля, сначала полученного им искусственно, а затем природного каменного и бурого.

При сравнительном изучении поведения разных углей в процессе гидрогенизации под высоким давлением ученый сделал одно очень важное наблюдение. Оказалось, что золообразующие компоненты (SiO_2 , Al_2O_3 , CaO , MgO и др.) не оказывают заметного отрицательного влияния на превращение угля и низкосортные, малоценные угли для обычного применения вполне пригодны для ожижения.

Разработанный Ф. Бергиусом на основе глубоких и обстоятельных

исследований новый способ ожижения угля открывал возможность получения искусственного жидкого топлива из самых дешевых его сортов, и прежде всего из бурого угля.

В августе 1913 г. Ф. Бергиусу был выдан в Германии (а годом позже и во Франции) патент на его открытие.

Автор утверждал, что при нагревании угля в течение 12-15 ч при температуре около 400° С и давлении водорода 20 МПа можно получить 85% летучих веществ и растворимых продуктов. При этом расход водорода составляет примерно 10% [198, С.15].

В 1922 г. городе Рейнау вблизи Мангейма была пущена первая полупромышленная установка, на которой жидкое топливо из угля получали непрерывным методом. Прошло еще пять лет и неподалеку от крупных залежей бурого угля в городе Мерзебурге известной немецкой фирмой «Фарбениндустри» (с которой Бергиус заключил контракт на десять лет) был построен крупный завод для получения искусственного жидкого топлива из угля производительностью 100 тыс. т в год. В 1935 г. английская компания «Стандарт Ойл» построила большой завод по переработке угля и угольной смолы, который вырабатывал 100 тыс. т бензина в год.

В дальнейшем на заводах непрерывно шло совершенствование гидрогенизации углей и смолы. Были разработаны эффективные способы защиты аппаратуры от коррозии и повышения ее надежности в условиях работы при высоких температурах и давлениях. И, что особенно важно, для получения дешевого моторного топлива были найдены и освоены методы использования всех побочных продуктов и отходов, а также выделяющегося тепла.

В 1940 г. в разных странах (Великобритания, Япония и др.) уже работали двадцать заводов, на которых жидкое топливо получали из угля путем его гидрогенизации.

Наибольшего подъема промышленность искусственного жидкого топлива достигла в 1940-1943 гг., когда годовой объем его производства во всем мире оценивался 7-8 млн. т, что составляло около 2% нефтедобычи тех лет. В тот период в мире было около 48 крупных заводов искусственного жидкого топлива.

Больше всего заводов (примерно половина), на которых вырабатывалось тогда около двух третей общего объема мирового производства, жидкого топлива находилось в Германии. Продукция германских заводов покрывала почти 75 % потребности страны в жидком топливе и 100 % — в авиационном бензине [198, С.18].

Широкие исследования по получению синтетического жидкого топлива из угля проводились в довоенные годы и в бывшем Советском Союзе (СССР). Были построены опытные установки в Харькове, Кемерове и Челябинске. Во время Великой Отечественной войны и послевоенный период были введены в эксплуатацию три завода полукоксования угля в Черемхове, Ленинск-Кузнецком и Ангарске, на которых вырабатывалось жидкое топливо путем гидрогенизации смолы, получаемой в свою очередь на основе полукоксования

черемховских и кузнецких каменных углей.

В начале 50-х годов в Новочеркасске был построен цех по производству жидкого топлива на основе газификации твердых горючих ископаемых с последующим превращением газа в жидкие продукты по методу Фишера - Тропша. Суточная производительность цеха по газу составляла 80 тыс. м³, а по суммарным углеводородам - 200 т [195, С.155].

Строительство и эксплуатация заводов указанного выше профиля во всех странах сохранялись до 50-х годов прошлого столетия, т.е. до открытия и освоения крупных высокоэкономичных месторождений нефти в СССР, на Ближнем Востоке, в Северной Африке и других регионах мира. В последующие годы по этой причине и причинам экономического характера многие заводы по производству синтетического жидкого топлива из углей были переориентированы на выработку другой продукции.

Дешевизна нефти, умело поддерживаемая политическими и экономическими маневрами транснациональных монополий, определила в 50-60-х годах односторонность топливно-энергетических балансов европейских капиталистических стран: они ограничивались неглубокой переработкой импортируемой нефти, мазут постепенно вытеснял уголь, добыча которого неуклонно падала. Доля угля в производстве энергии во многих развитых странах мира снизилась до 20-25%. Поэтому проблема производства жидкого топлива из угля была отодвинута на задний план. Однако уже в начале 60-х годов стало ясно, что беспрецедентный рост потребления нефти как основного источника энергоресурсов не может продолжаться бесконечно.

Кроме того, в 70-х годах стоимость нефти на мировом рынке резко возросла. Большинство стран – потребителей нефти вступили в полосу энергетического кризиса, и вновь внимание привлек уголь как источник энергии, сырья для получения жидкого топлива, газа и химикатов.

В 70-80-е годы XX века проблема производства жидкого топлива и газа из угля и горючих сланцев стала интенсивно разрабатываться в ряде стран мира, главным образом в США, где ресурсы нефти ограничены, а запасы дешевых углей и сланцев значительны. Исследования стали проводиться в Великобритании, ФРГ, Японии, Индии и ПНР.

Например, в Великобритании работы по ожижению угля в эти годы были сосредоточены в Научно-исследовательском институте угля Национального управления угольной промышленности и направлены на создание технологических процессов и оборудования для производства жидкого топлива и химического сырья. Были разработаны двухстадийные процессы, предусматривающие первоначальную мягкую термодеструкцию компонентов угля в присутствии растворителя с последующим удалением нерастворившегося остатка и минеральных веществ и каталитический гидрокрекинг извлеченного вещества. Применение двух стадий обеспечило гибкость при выборе исходного сырья и получение разнообразных продуктов, а также позволило более эффективно использовать водород. В середине 1981 г. была подготовлена техническая документация на сооружение опытной установки производительностью около 25 т угля в сутки. Кроме того, была

изучена возможность объединения процессов извлечения жидких продуктов и гидрокрекинга. Было проведено несколько экспериментальных прогонов установки, охватывающих до 20 последовательных циклов. Каждый цикл включал увеличение жидкого продукта и гидрокрекинг с регенерацией растворителя, используемого для повторной циркуляции до этапа извлечения жидкого продукта. Работа установки в течение 1000 ч была достаточно стабильной, а качество катализатора оставалось удовлетворительным и после 2 000 ч работы [199, С.35].

Начиная с 70-80-х годов прошлого столетия проблемы переработки твердых горючих ископаемых в жидкое топливо стали активно обсуждаться на мировых нефтяных и энергетических конгрессах. Были созданы проекты национальных программ, где углю в энергетическом балансе стала отводиться ведущая роль (в США проект «Независимость»; в ФРГ проект «Угольная нефть» и др.) [200, С.45].

Как следствие, в последние 15-20 лет в связи с постепенным сокращением запасов нефти и увеличением ее стоимости во многих странах мира стали интенсивно проводиться научно-исследовательские, проектно-конструкторские и опытные работы, направленные на создание инновационной технологии производства синтетических топлив из угля, имея в виду организацию в перспективе производства из него бензина, дизельного и реактивного топлива, чистого газа для электростанций, синтез-газа и водорода для химической промышленности (получение метанола, аммиака и др. продуктов). Поскольку запасов угля намного больше, чем нефти, а в ряде стран они могут разрабатываться открытым способом при сравнительно невысоких затратах, уголь в перспективе станет дополнительным источником получения сырья и материалов, вырабатываемых в настоящее время преимущественно из нефти и природного газа.

11.6 Характерные особенности новых технологий и процессов получения синтетических жидких топлив из угля

Для создания высокопроизводительной экономически эффективной технологии производства синтетического топлива из угля необходимо разработать новые процессы, так как существующие не могут быть использованы в перспективе для широкомасштабного производства.

За рубежом для повышения степени превращения органической массы угля (ОМУ), увеличения выхода жидких продуктов при умеренном расходе водорода, снижения энергозатрат, повышения производительности оборудования, а также для решения экологических задач создаются процессы третьего поколения. Характерными особенностями новых процессов являются: повышение производительности путем увеличения концентрации угля; уменьшение времени пребывания в реакционной зоне; смягчение условий процесса на стадии ожижения (снижение давления, температуры); снижение расхода водорода, добываемого путем подбора активных катализаторов; использование отходя-

щих гидрированных парогазовых потоков на стадии пастоприготовления; Создание термодинамических условий в аппаратах, исключающих проскок водорода; применение смеси H_2+CO в случае гидрирования влажных углей. При этом основной проблемой является утилизация тепла, что достигается за счет прямого нагрева пасты, рециркуляции горячих тяжелых остатков.

В конце XX века и начале XXI столетия в США, ФРГ, Канаде и других странах подготовлены к внедрению несколько проектов гидрогенизации угля. Это процессы SRS-I, SRC-II, EDS, H-Coal, New-J σ -Farbeu. Одновременно в Японии, Австралии, Канаде, ЮАР разрабатываются новые технологические решения по ожижению угля (процессы NEDOL, BCL). В ФРГ на установке в г. Боттропе (производительностью по углю 200 т/сут) опробованы новые варианты, в том числе совместное ожижение угля и нефтяных остатков. Научные исследования продолжаются в США, Франции, Великобритании [194, С.40].

В настоящее время в США разрабатывается ряд процессов ожижения и газификации угля, в том числе на укрупненных установках производительностью до 50 т угля в сутки. Наиболее разработанными считаются процессы «SRC» и «COED», «H-Coal», «Consol», «Exxon». Часть их основана на ожижении (растворении) угля в жидком продукте — растворителе, полученном в самом процессе ожижения и прошедшем гидрирование под высоким давлением (200 ат) водорода, а часть — путем непосредственной гидрогенизации под давлением водорода 120—200 ат. Конечным продуктом производства является: малосернистое котельное и моторное топливо.

В 80-е годы прошлого столетия в ЮАР было налажено сотрудничество с компанией «Хайдрокарбон рисерч» (США) по переработке намибийского и части капского (ЮАР) угля в СНТ на основе процесса «Эйч-Коал» («H-Coal»). Подобно методу Бергиуса процесс начинается с измельчения и очистки угля и смешивания его с тяжелой нефтью для приготовления суспензии, после чего она перекачивается в реактор, смешивается с водородом и нагревается в присутствии катализатора. Продукты реакции — сырая нефть и дистилляты. Сырая нефть впоследствии охлаждается и подвергается очистке, а затем с помощью термических процессов и риформинга перерабатывается в бензин и керосин. Часть дистиллятов также идет на переработку и превращается в мазут, дизельное топливо или сырую нефть, направляющуюся на выработку бензина. Другие дистилляты после отделения водорода используются для выделения сернокислого аммония, высококалорийного газа, смол, серы, при производстве парафинов и смазочных масел. Себестоимость получения СНТ с использованием процесса «Эйч-Коал» примерно на 25 % ниже по сравнению с применяющимися в ЮАР другими методами [197, С.51].

Значительный интерес вызывает выявление особенностей новых технологий гидрогенизации угля – ITSL, Pytosol, NEDOL.

Так, процесс ITSL – это двухстадийный интегральный процесс с небольшим временем пребывания, который разработан фирмами Lummus и Кегг — m_c, Gee Corp. На первой стадии ожижения время пребывания в реакционной смеси уменьшено с 30-60 до 7-14 мин за счет применения реакторов с псевдоожиженным слоем катализатора. Расход водорода при этом

не увеличился и составил 4,6-5,3% на органическую массу угля, в том числе на первой стадии 2-3 %, т. е. такой же, как в процессе SRC-II (4,5-5%). Выход нефти и масла также не уменьшился, а выход тяжелого остатка снизился на 10-20%. Применение стадии скоростного ожижения потребовало более глубокой переработки шлама гидрогенизации методом экстракции «ASDA» и вторичной каталитической гидрогенизации обеззоленного экстракта методом «LS-Fining». Процесс прошел испытания на опытных установках производительностью 2,5 и 6 т/сут. Разрабатывается вариант с применением Мо в качестве катализатора на первой стадии [201].

В процессе Pyrosol после стадии неглубокого гидрирования углемасляной пасты в мягких условиях (катализатор 40% Fe_2O_3 , температура 465°C, давление 20 МПа) шлам подвергается гидропиролизу. Выход масел метана при температуре 400°C на первой стадии составляет 25%, в последующем ходе процесса увеличивается до 50%.

Водород получают путем газификации как кокса со стадии гидропиролиза, так и сухого угля или путем конверсии углеводородных газов. По сравнению с новой немецкой технологией «IG - Farben» (давление 30 МПа, температура 480 °C) снижен расход водорода до 3-4%, на 10 % уменьшено газообразование [194, С.40-41].

В Японии исследования и разработка технологии процессов ожижения угля проводятся в рамках проекта «Sunshine» [202]. Разработано три варианта ожижения битуминозного угля: прямая гидрогенизация; экстракция растворителем; сольволиз. Процессы апробированы на проточных установках производительностью по углю 0,1-2,4 т/сут. Экономическая ситуация привела к разработке новой комбинированной технологии NEDOL, объединяющей три вышеуказанных процесса.

Технология включает следующие стадии: каталитическую гидрогенизацию при температуре 430-460°C под давлением 15-20 МПа; вакуумную дистилляцию шлама; гидрирование растворителя в присутствии никельмолибденового катализатора при температуре 350°C и давлении 10-15 МПа. В процессе NEDOL получают 40% нефти и среднего масла или 50% транспортного топлива. Совместно с Австралией сооружена и действует установка производительностью 50 т/сут в г. Морвелл (штат Виктория). В настоящее время разработан проект установки производительностью 250 т/сут [194, С.41]. Во всех процессах ITSL, Pyrosol, NEDOL характерны мягкие условия гидрирования (температура 430-460°C, давление 10-20 МПа), многостадийность (по сравнению с процессами второго поколения SRC, H-Coal, EDS), которая оправдана глубоким превращением органической массы угля и возможностью приспособить технологический процесс к различному виду угля, в том числе к углю с высокой влажностью.

Уголь влажностью более 15 % ожижается в процессах Co-steam, новой немецкой технологии EDS, NEDOL, Pyrosol. Чтобы снизить энергозатраты на сушку угля, используют прямой нагрев пасты, позволяющий смягчить условия нагрева в печи или совсем исключить ее путем использования тепла отходящих парогазовых потоков. Сущность процесса сушки пасты заключается в том, что

Уголь

Нефть

Подготовка

Дистилляция

Фракция 240 °C

H₂

Гидрогенизация

Котельное топливо

Фракция выше 300 °C

Разделение

Дистилляция

Пар, электроэнергия

Производство пара

Гидрометаллургическая переработка

Конверсионная переработка

Камень

Выделение фенолов C₆-C₉

Фенолы Крезолы

H₂O

Бензин

Производство водорода

NH₃ H₂S

Гидроочистка (5 МПа)

Дизельное топливо

Дистилляция

Фракция 180-300 °C

Бензин

Газ C₁-C₂

Каталитический риформинг

Фракция до 180 °C

Рециркуляция шлама применяется в процессах SRC, ITSL, EDS, H-Coal. При этом в процессе SRC улучшается качество растворителя после добавления

в него тяжелого шлама. Применение тяжелого растворителя в двухстадийном процессе ожижения ITSL позволяет вовлечь в переработку 25% остатков, а следовательно, уменьшить количество канцерогенных веществ на выходе. При этом в процессе SRC-I частично решается проблема утилизации остатков, что особенно важно, так как здесь шлам не подвергается газификации или коксованию. Рециркуляция шлама позволяет также использовать каталитическую активность металлов или минеральных компонентов угля, содержащихся в тяжелых остатках [194, С.41].

В бывшем Советском Союзе в Институте горючих ископаемых (ИГИ) в течение ряда лет проводились исследования по разработке научных основ и технологии нового процесса производства малосернистого моторного горючего, котельного топлива, химических продуктов, гидрогенизации переработки бурых и каменных углей [203, С.32-33]. Важным преимуществом технологии, созданной учеными ИГИ, стало осуществление процесса ожижения углей при давлении 10 МПа по сравнению с 30-70 МПа, ранее применявшимися в промышленности. Схема гидрогенизации угля по методу ИГИ показана на рис. 41. В основу данной технологии были положены новые принципы гидро-генизации угля (применение активного катализатора, иницирующих добавок, донора водорода). Хорошие результаты были получены при ожижении бурых углей Канско-Ачинского бассейна на укрупненной лабораторной установке ИГИ.

Таблица 14

**Результаты опытной переработки канско-ачинского угля
в условиях Опытного завода СТ-5**

Показатели	Характеристика жидких продуктов, полученных гидрогенизацией бурого угля Бородинского месторождения Канско-Ачинского бассейна		
	Лабораторная установка	Опытный завод СТ-5	
		Нефтяной пастообразователь	Угольный пастообразователь
1	2	3	4
Плотность при температуре +20°C, г/см ³	0,8904	0,8810	0,8763
Содержание, об %:			
фенолы	6,5	6,7	8,1
азотистые основания	3,2	2,1	4,1
Фракционный состав при различной температуре кипения, %:			
начало кипения	82,0	78,0	42,0
до 180°C	6,8	10,1	10,9
180-260 °C	25,2	23,4	25,1
260-300 °C	19,4	17,7	19,8
300-400 °C	12,8	12,0	19,8
выше 400 °C	35,3	36,6	23,2
потери	0,5	0,2	1,2

1	2	3	4
Групповой углеводородный состав, %	11,5	16,2	7,9
непредельные	48,0	45,8	48,3
ароматические	40,5	33,0	43,8
парафиновые и нафтеновые			
Содержание, % масс.:			
сера	0,74	0,83	1,07
азот	0,46	0,24	0,57

Примечание. Данные работы [193, С.15]

Разработанные в ИГИ технологические решения были воплощены в проектах первых в СССР опытно-промышленных установок СТ-5 и СТ-75. Они были выполнены проектно-конструкторскими организациями бывших Минуглепрома СССР, Миннефтехимпрома СССР и Минхиммаша СССР.

Проведенный комплекс технико-экономических исследований, позволивших определить возможные и целесообразные масштабы развития глубокой химической переработки углей, показал, что наблюдается совпадение результатов опытной проверки с данными, полученными ранее в лабораторных условиях, в том числе по составу жидких продуктов гидрогенизации (табл. 14).

В составе фракции с температурой кипения до 180° после гидроочистки содержится (% мас.) углеводородов: алкановых - 57,9; нафтеновых - 28,4; ароматических - 13,7; после проведения каталитического риформинга содержание (% мас.) углеводородов составило: алкановых - 26,9; нафтеновых - 0,6; ароматических - 72,5 (в том числе бензола - 8,9 %; толуола - 43,5; этилбензола - 7,1; ксилолов - 25,8). Таким образом, риформат может быть использован в качестве сырья для получения ароматических углеводородов по аналогии с переработкой нефтяного сырья.

Гидроочищенная фракция с температурой кипения 180-360° продуктов ожижения угля содержит 29,7 парафиновых, 29,1 ароматических и 41,2% нафтеновых углеводородов.

Во фракции с температурой кипения 180-240° продуктов ожижения угля содержится до 10 % мас. фенолов, в том числе до 35 % мас. крезолов, которые целесообразно выделять до гидроочистки и использовать в качестве сырья для органического синтеза [193, С.14].

В результате гидрогенизационного облагораживания продуктов ожижения угля могут быть получены компоненты бензина, дизельного топлива, авиационного керосина и другие топлива, которые по своим свойствам аналогичны топливам, получаемым из нефти. При полной переработке бурого угля выход моторных топлив составляет 40-45 %. Наряду с топливными продуктами из угля можно получить ценные химические соединения — фенол, крезолы, ксиленолы, пиридин, лутидины, пиколины, бензол, ксилолы и др.

11.7 Эффективность развития производства синтетического жидкого топлива на базе добываемых углей за рубежом

В настоящее время США занимают ведущее положение среди промышленно развитых капиталистических стран по числу разрабатываемых процессов получения синтетического топлива из угля, по размерам ассигнований на мероприятия по подготовке к их крупномасштабному производству.

Из разрабатываемых в США методов получения синтетического жидкого топлива можно выделить процессы каталитической гидрогенизации, отличающиеся прогрессивными решениями и в значительной мере проверенные на крупных опытно-промышленных установках. При этом методе угольная паста подвергается гидрогенизации при давлении 13,5-18,5 МПа и температуре 450-465 °С. Часть жидкого продукта используется для приготовления пасты, а часть направляется на вакуумную дистилляцию, тяжелый остаток подвергается газификации для получения водорода [205, С.57].

Наличие в Российской Федерации значительного количества угольных месторождений со значительными запасами, рассредоточенных практически на всей территории страны, также актуализирует развитие технологий глубокой переработки угля с получением заменителя природного газа, электроэнергии, а также жидкого топлива и химических продуктов. В этой связи авторами статьи [206, С.37] выполнены расчеты, обосновывающие возможность получения синтетического жидкого топлива из газа ПГУ на Ланковском (Магаданская область), Ургальском (Хабаровский край), Шкотовском (Приморский край) угольных месторождениях. .

В качестве источника сырья рассматривался газ, получаемый при использовании дутья, обогащенного кислородом до уровня 45%. При этом технологический процесс описывается следующим образом (рис. 42).

На входе в поверхностный комплекс исходный газ сжимается газодувкой до давления около 0,2 МПа и затем поступает в установку 2 для выделения смол, затем в узел абсорбции 3 для удаления сероводорода. В качестве абсорбента используется метилдиэтаноламин (МДЭА). Этот процесс лучше проводить при низком давлении. Поглотительная способность МДЭА при сорбции H_2S высока при этих условиях, но мала для сорбции CO_2 . Далее газ компримируют до 2-3 МПа (компрессор 4) и направляют в реактор 5, где протекает конверсия CO (в одну или две стадии).

После реактора конверсии CO газ направляют в секции 6, 7 и 8 для выделения CO_2 , избыточного азота, CO , CH_4 , Ag , метанирования и осушки газа. В секции 6 CO_2 и влага удаляются физическим абсорбентом, так называемым «Хайсолв-МТМ» (диметиловый эфир триэтиленгликоля). Этот процесс подобен хорошо известному процессу «Селексол». Далее происходит новая стадия компрессии 9 и синтез аммиака 10, который может быть использован в качестве попутного товарного продукта при производстве метанола.

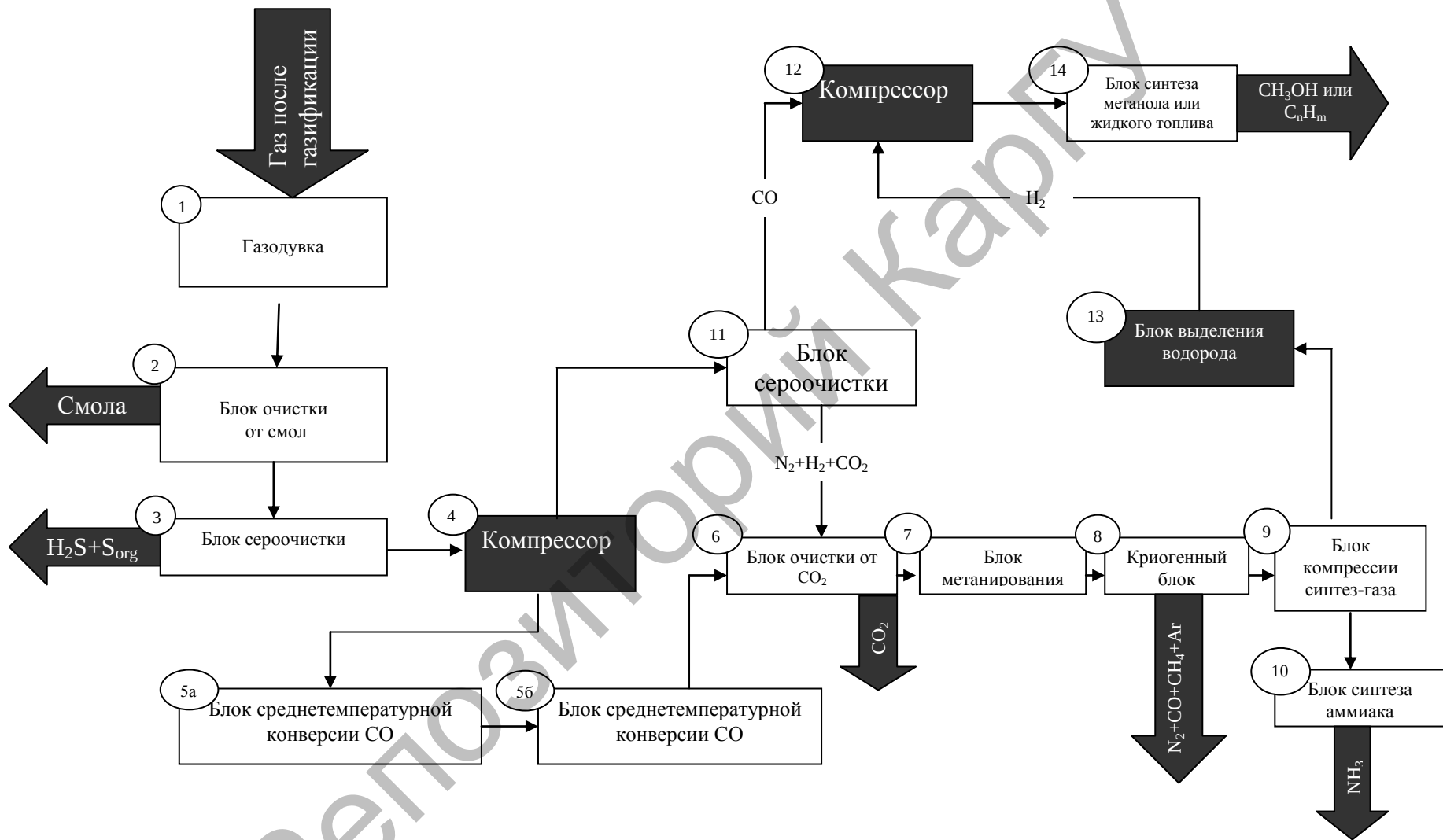


Рис. 42. Блок-схема производства аммиака, метанола и жидкого топлива из газа подземной газификации угля (Примечание – данные работы [206, С.37])

Для производства метанола и жидкого топлива необходимо иметь газовую смесь, содержащую CO, H₂ при низкой концентрации азота. Поэтому часть газовой смеси направляют не на конверсию CO, а на стадию 11 для выделения CO специальным абсорбентом. Этот процесс назван МОК процессом. Он был разработан несколькими фирмами: ТОНО Chemical Industry (Япония), ГИАП (Россия) и Каунасским университетом (Литва). Состав абсорбента основан на смеси солей меди, мета-толуидина и «Хайсолв-МТМ» как разбавителя.

Для синтеза метанола и жидкого топлива необходимо также выделять концентрированный водород. Для решения этой задачи предлагается использовать короткоцикловую адсорбцию (КЦА, PSA - Pressure Swing Adsorption) или мембранную установку, стадия 13. Полученный водород и вновь скомпримированный оксид углерода направляются на стадии производства метанола (стадия 14).

Авторами [206, С.38] рассчитаны технико-экономические показатели предприятий на примере Ланковского месторождения. При определении показателей был произведен расчет для двух типов предприятий:

1. Станция ПГУ + ТЭЦ (действующая станция);
2. Станция ПГУ + Блок синтеза жидкого топлива (метанола). Срок службы предприятий по всем вариантам принимается не менее 50 лет.

Расчеты выполнены исходя из двух вариантов состава газа ПГУ, указанного в табл. 15.

Таблица 15

**Состав газа ПГУ, принятый для расчета поверхностного комплекса
по производству синтетического жидкого топлива**

Состав газа	Дутье с концентрацией O ₂ -21%	Дутье с концентрацией O ₂ -45%
C _n H _m O ₂	0,2%	0,2%
CO ₂	18,9%	22,3%
H ₂	17,2%	26,3%
H ₂ S	0,4%	0,2%
CO	5,4%	12,5%
CH ₄	2,5%	3,0%
N ₂	54,5%	35,5%

Примечание. Данные работы [206, С.36]

Газ, полученный путем газификации с повышением содержанием кислорода, используется для синтеза метанола.

Технико-экономические характеристики производства рассчитаны исходя из увеличения мощности предприятия по газу от 438 млн. м³/год до 1410 млн. м³/год для варианта Станция ПГУ + ТЭЦ и увеличения мощности предприятия по метанолу от 40 тыс. т до 120 тыс. т (438 млн. м³/год до 3590 млн. м³/год по газу) для варианта Станция ПГУ + Блок синтеза жидкого топлива (метанола).

В целом выполненная экономическая оценка показала обоснованность инвестиций в предприятия по производству электроэнергии и жидкого топлива

на основе технологии ПГУ. При этом рекомендуется рассматривать проекты строительства предприятий с максимальной мощностью, что обеспечит более высокую экономическую эффективность и более низкий срок окупаемости проекта. Как видно из расчетов, срок окупаемости промышленных предприятий «ПГУ - ТЭЦ» и «ПГУ - Блок синтеза метанола» составит не более 4 лет, при этом средняя норма рентабельности составит 30-33% [206, С.38].

Исследователи из Украины [207, С.41], учитывая большие запасы углей Северного Донбасса, а также их расположение вблизи промышленных предприятий, особенности минерального состава, не позволяющего сжигать без предварительной обработки на ТЭС, подвергать коксованию или полукоксованию, сделали попытку всесторонне изучить свойства этих углей для переработки нетрадиционными методами. Для гидрогенизации они использовали железо-щелочной и железо-молибденовый катализаторы. Анализ показал, что 40-50% выделившихся газов составляют метан, этан и пропан, около половины — оксиды углерода. С использованием катализаторов выход газов увеличивается в 3-5 раз, а выход наиболее легкой жидкой фракции 100-200°C (вероятно, смеси толуола и ксилолов) повышается в 5-7 раз. Существенное различие наблюдается и в распределении общей серы в продуктах. При некаталитической гидрогенизации 38% серы содержится в остатке, 36% в виде сероводорода — в газовой фазе, остальная — в растворимых фракциях, в присутствии катализаторов 53-54,5% серы найдено в остатке, остальная — в растворимых фракциях.

В целом в ходе исследования ими выявлено, что на степень превращения длиннопламенных углей Петровского месторождения Северного Донбасса при гидрогенизационном ожижении большое влияние оказывают химический состав минеральной части и дисперсность распределения пирита в массе угля. Степень превращения не менее 90% обеспечивается отмывкой углей от солей щелочных металлов, подбором условий проведения процесса и использованием дополнительных железосодержащих катализаторов. Угли являются хорошим перспективным сырьем для получения синтетических топлив и химических продуктов.

11.8 Состояние развития глубокой химической переработки углей отдельных месторождений Республики Казахстан

Развитие глубокой химической переработки углей отдельных бассейнов и месторождений является составной частью работы по улучшению структуры топливно-энергетического баланса Казахстана.

Учитывая это, в Институте органического синтеза и углехимии НАН РК разрабатываются методы получения синтетического жидкого топлива (СЖТ) из твердого топлива, тяжелых нефтяных остатков, высоковязких нефтей с помощью оксида углерода и воды или синтез-газа. В работе [208, С.81-84] приведены результаты исследования гидрогенизации угля месторождения Каражыра в среде синтез-газа. Опыты были проведены во вращающемся

автоклаве объемом 0,5 л при 325-400°C. Начальное давление синтез-газа составило 4,5-5 МПа. В качестве пастообразователя использована высоковязкая нефть месторождения Каражамбас. Результаты опытов оценены по глубине превращения органической массы угля (ОМУ) в жидкие и газообразные продукты. Изучено влияние пяти факторов на гидрогенизацию угля (табл. 16).

Таблица 16

Изучаемые факторы и их уровни

Факторы	Уровни			
	1	2	3	4
X ₁ – добавка к катализатору (%)				
красный шлам	0	1	2	3
X ₂ – продолжительность, мин	0	30	60	90
X ₃ – количество катализатора, %	0	2	4	6
X ₄ – соотношение высоковязкая нефть/уголь	5:10	10:10	20:10	30:10
X ₅ – температура, °C	325	350	375	400

Примечание. Данные работы [208, С.81]

Так как зависимость выхода жидких продуктов из угля от вышеуказанных факторов нелинейна, использован метод математического планирования, в основу которого положена нелинейная множественная корреляция. Переменные факторы варьировались на 4 уровнях. Факторный эксперимент проводился согласно матрице (матрица пятифакторного планирования экспериментов), где каждая строка соответствовала условиям проведения эксперимента.

В ходе исследования авторами были найдены следующие оптимальные условия гидрогенизации угля в среде синтез-газа: X₁ – 3-5%; X₂ – 70-90 мин; X₃ – 5-6%; X₄ – 3:1; X₅ – 375-400°C. В условиях оптимального режима степень превращения ОМУ составила 75,2%, при выходе жидких – 70,2%, в том числе фракция до 200°C – 20,1%, 200-300°C – 37,3%, выше 300°C – 12,7; газа – 17,2% [208, С.84].

В последнее время учеными ведущих научных учреждений в области химии и химической технологии твердого топлива исследуются следующие методы направленного воздействия на ОМУ:

- а) восстановительная деструкция;
- б) деструкция под «влиянием различных химически активных реагентов (гидролитическое расщепление, сульфирование и нитрование, хлорирование и др.);
- в) окислительная деструкция;
- г) термическая деструкция;
- д) термическая деструкция в среде органических растворителей.

В настоящее время, как показывают исследования [209, 210], наиболее перспективным для угля представляется физико-химическое диспергирование (ФХД), как не меняющее агрегатное состояние исходного угольного вещества.

Сущность ФХД заключается в использовании неоднородности свойств органической массы угля: эффектов набухания и адсорбционного снижения поверхностной энергии (эффект Ребиндера). Соответствующий химический реагент, проникая в уголь по трещинам, приводит к снижению прочности, а в ряде случаев к разрушению сплошности углей. Природные факторы, значительно осложняющие разработку пластов на больших глубинах при традиционной технологии, с применением ФХД, наоборот, способствуют ей. Горное давление и напряженность пород интенсифицируют процессы разрушения, что при наличии обнажений в ряде случаев исключает необходимость предварительного воздействия на пласт. При физико-химических способах добычи предусмотрено повышение температуры, отпадающее с увеличением глубины разработки.

На сегодняшний день из 80 пластов Карагандинского бассейна примерно 1/3 имеют мощность менее 0,6 м, т.е. являются забалансовыми. Разработка их при существующем уровне механизации практически невозможна. Физико-химические методы добычи решили бы эту проблему.

Научными исследованиями установлено, что наиболее выгодно гидрировать малозольные бурые, длиннопламенные и газовые угли. При этом важное условие - высокое содержание в угле витринита. Это блестящий компонент, который почти полностью переходит в жидкое состояние.

В условиях Карагандинского бассейна зависимость диспергируемости угля от содержания витринита исследовалась на образцах, взятых с различных шахт бассейна, полуправильной формы (кубообразной и пластинчатой), механически не обработанных. Масса образцов - до 400 г. Они варьировались по петрографическому составу в зависимости от содержания витринита в угольном веществе (диапазон вариации - 35-90% Vt). В целях интенсификации процесса диспергирования и повышения эффективности визуального наблюдения в качестве диспергирующего реагента взят 50 %-ный раствор соляной кислоты. Карагандинский бассейн является одним из наиболее газоносных в мире. Газ, заполняя трещины и поры угольного вещества, препятствует проникновению реагента, уменьшает скорость развития трещины. Реагент, применяемый для ФХД, должен подаваться под достаточным давлением. При предварительной дегазации пласта освобожденные от газа трещины будут способствовать протеканию процесса диспергирования. Для реализации метода предложена технология добычи угля, предполагающая традиционную схему вскрытия пласта и нетрадиционную разработку блока с использованием физико-химического диспергирования [210,С.5-6].

Угольный пласт вскрывается стволом, по падению делится на выемочные столбы; последние - на блоки выработками, закладываемыми твердеющей закладкой. Из выемочных выработок в блок бурятся скважины и нагнетается диспергирующий реагент. По обе стороны от блока монтируются бункер-распределитель и бункер-накопитель, соединяемые трубопроводами с напорной емкостью, находящейся на поверхности, и с выдачной скважиной, пробуренной на верхнюю техническую границу пласта. Пульпа приводится в транспортабельное состояние в бункере-накопителе. Для повышения

надежности транспортировки и экономии утяжеленной жидкости предусмотрен ряд технологических приемов.

Таким образом, угли Карагандинского бассейна вполне возможно добывать физико-химическим способом.

В будущем необходимость экономии ресурсов нефти, резкое удорожание стоимости ее добычи в труднодоступных районах Западного Казахстана, целесообразность использования ее в большой химии, быстрый рост потребления моторного топлива, авиакеросина и автобензина - все это определяет целесообразность расширения сырьевой базы производства жидких топлив за счет практически неисчерпаемых угольных ресурсов в нашей республике. По сути в двадцатом веке «угольная» нефть должна придти к нам на смену нефти природной. Поэтому таким ведущим научно-исследовательским институтам республики, как ИОСУ, ИГД, ИПКОН НАН Республики Казахстан следует развернуть научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по разработке отечественной технологии производства жидкого синтетического топлива из угля. Надо при этом иметь в виду, что сегодня известно уже два с лишним десятка технологических процессов ожижения угля, от лабораторных до опытных мощностью в 600 т перерабатываемого угля в сутки. Во многих из них применены новые технологические решения. Прежде всего это касается числа ступеней переработки: с 4 в процессе «И. Г. Фарбениндурии» оно сокращено до 1-2 с выходом синтетической нефти или котельного топлива и до 2-3 при выпуске товарных моторных топлив.

Прогрессивные изменения стали возможны благодаря существенному ускорению процессов расщепления органического вещества угля и присоединения к нему водорода. Помимо испытания активных катализаторов в отдельных процессах, разрабатываемых как в нашей стране, так и за рубежом, в пасту добавляются в небольших количествах органические вещества. Они инициируют распад органической массы угля либо тормозят нежелательные реакции конденсации и обуглероживания первичных продуктов распада.

Достигнуты определенные успехи в интенсификации таких процессов, как отделение золы, разделение продуктов ожижения и утилизация твердых остатков. Недостаточно эффективное фильтрование при отделении твердых компонентов заменено в ряде процессов гидроциклонами (для агрегации осаждаемых твердых частиц используют так называемые антисольвенты), а также вакуумной ректификацией с последующей газификацией вакуумного остатка, содержащего все твердые и высокомолекулярные вещества. Существенный прогресс достигнут и в создании технологического оборудования; так действуют мощные реакторы объемом 123 м³ (против 8 м³ в традиционном процессе) [196, С.126].

И все же приходится признать, что усовершенствования технологических процессов остаются частными, а в целом современная технология еще во многом подобна традиционному методу «И.Г. Фарбениндурии». Аппаратура по-прежнему сложна и дорога, что предопределяет высокие капитальные затраты. Дорогое оборудование высокого давления из легированных сталей

используется неэффективно из-за малых скоростей превращения сырья — угля. Повышение производительности установок не дает еще коренного перелома в технико-экономических показателях.

Обобщая все вышеизложенное нам хотелось бы отметить, что существующие тенденции в изменении цен и структуры энергоресурсов делают прогноз производства СЖТ в Казахстане все-таки достаточно оптимистичным. На наш взгляд, из-за отсутствия собственной машиностроительной базы отечественная технология гидрогенизации может развиваться по пути изучения опыта зарубежных разработок и создания совместных предприятий.

11.9 Оценка эффективности переработки природного газа и угля в ценные виды высокоэффективных и экологически чистых синтетических моторных топлив

В настоящее время природный газ применяется главным образом как экологически чистый энергоноситель при производстве тепла и электроэнергии. Доля природного газа, используемого в качестве химического сырья, не превышает 1,5%. Принимая во внимание тот факт, что только разведанные запасы природного газа (категории А + В + С) на территории Казахстана оцениваются более чем в 1,5 трлн. м³, перспективным направлением использования ресурсов природного газа уже в ближайшие годы должна стать химическая переработка газа в высокорентабельную продукцию, в частности, в синтетические жидкие углеводороды (СЖУ) [211, С.76].

Под термином СЖУ понимают практически всю продукцию углеводородного сырья, в частности, природного газа, в соединения, находящиеся в жидком состоянии при нормальных условиях (или легко сжижаемые при комнатной температуре). Это, прежде всего: оксигенанты, например, метанол, диметиловый эфир (ДМЭ), метил-требутиловый эфир (МТБЭ); ширококипящая фракция углеводородов, например, синтетическая нефть (СН); отдельные углеводородные фракции, в частности, синтетические моторные топлива (СМТ).

В мировой практике все процессы химической конверсии природного газа в жидкие соединения объединены в одну категорию (Gas to Liquids - GTL). Перспективы развития и внедрения процессов GTL в мире обуславливаются следующими причинами [211, С.76]:

а) прогнозируемым на период между 2010 и 2020 годами максимальным уровнем добычи нефти в мире и неизбежным последующим спадом при одновременном увеличении спроса на моторные топлива;

б) ужесточением экологических требований к качеству моторных топлив;

в) необходимостью разработок отдаленных, труднодоступных месторождений природного газа, расположенных на значительном расстоянии от районов потребления, при отсутствии транспортной инфраструктуры. Внедрение крупнотоннажной технологии GTL непосредственно на

месторождениях позволит газодобывающим компаниям осуществлять транспортирование огромного энергетического потенциала потребителям по более выгодной системе транспортировки жидких продуктов, например, морскими танкерами, в железнодорожных цистернах;

г) в качестве варианта разработки малodeбитных и низконапорных месторождений природного газа. Строительство установки GTL небольшой мощности на таких месторождениях позволит удовлетворить потребность региона в моторном топливе, убрав проблему дальнего и дорогостоящего завоза.

Синтетические углеводородные топлива получаемые из природного газа по существующим в мире GTL-технологиям, характеризуются экологической чистотой, так как не содержат ароматических углеводородов, серы и азота.

Как показывает отечественный и зарубежный опыт, диверсификация и расширение основного производства на угледобывающих предприятиях за счет вертикальной интеграции может осуществляться и несколькими иными, не менее перспективными путями. Речь идет, прежде всего, о применении на угледобывающих предприятиях технологий и установок по переработке угля в особо ценные виды высокоэффективных и экологически чистых синтетических моторных топлив, таких, например, как диметриловый эфир (ДМЭ).

Применение этого высококачественного дизельного и энергетического топлива, альтернативного нефтяному, настолько перспективно, что и многие зарубежные компании и фирмы (BP, Marubeni, NKK, Air Products & Chemicals Inc.) ведут работы по промышленному освоению этого весьма привлекательного в коммерческом отношении направления. Это обусловлено тем, что ДМЭ как моторное топливо, в частности, имеет более высокое цетановое число (55-60 в отличие от 40-55 для нефтяного дизельного топлива), а при его сгорании в выхлопных газах практически отсутствуют сажа и оксиды азота. Получение этого топлива проходит стадию образования метанола путем риформинга природного газа в синтез-газ (смесь водорода и окиси углерода), на которую приходится почти две трети общих энергетических затрат на процесс. Последующие же стадии каталитического превращения синтез-газа в смесь метанола и ДМЭ, а затем их разделения требуют значительно более низких энергозатрат, но являются достаточно капиталоемкими.

Сегодня некоторые зарубежные фирмы уже имеют опытно-промышленные технологии и установки производства ДМЭ из угля в шламовых реакторах, работающих при соотношениях H_2/CO от 0,7 до 1. По данным корпорации NKK (Япония), установка по производству 2500 т/сут ДМЭ будет перерабатывать 4000 т угля в сутки. Синтез ДМЭ осуществляется при температуре 250-270°C и давлении 30-70 атм, конверсия за один цикл прохода метанола составляет 55-60% и на выходе реактора ДМЭ равна 95-99%. Минимальная стоимость такой установки - 365 млн. долл. США [212, С.37].

Необходимо особо отметить, что при работе дизельных двигателей на синтетическом моторном топливе выбросы вредных веществ (несгоревшие углеводороды, моноокись углерода, окислы азота, диоксид серы, сажа) в атмосферу заметно ниже, чем при использовании нефтяных дизельных топлив.

Глава 12. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СКВАЖИННОЙ ГЕОТЕХНОЛОГИИ ДОБЫЧИ ТВЕРДЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ И ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ЕЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЮ

12.1 Значимость расширения области применения скважинной геотехнологии добычи полезных ископаемых

Несмотря на определенные успехи отечественной горной промышленности, по двум важнейшим показателям Республика Казахстан прогрессивно отстает от развитых зарубежных государств – по уровню производительности труда и потреблению минерального сырья на душу населения. Как следствие, в последние годы наблюдается уменьшение обеспеченности сырьем ряда горнодобывающих и металлургических предприятий страны. Усиливаются диспропорции в размещении минерально-сырьевых баз добывающих и перерабатывающих предприятий. Выход из сложившейся ситуации видится в рачительном использовании собственных природных ресурсов и в активном использовании новейших достижений науки и техники, спектр которых широк как у нас, так и за рубежом. Особенно решение всех вышеуказанных проблем может быть найдено за счет широкого внедрения новых, так называемых инновационных технологий, малокапиталоемких, быстроосваиваемых, дающих высокий экономический эффект. К таким технологиям относится скважинная гидродобыча.

Сущность скважинной гидродобычи (СГД) полезных ископаемых (возможны варианты с поверхности или из подземных выработок) – метод разработки месторождений, при котором перевод твердого полезного ископаемого в подвижное состояние гидродинамическим воздействием и выдача его на поверхность в виде гидросмеси осуществляются через скважины [213, С.16].

Основными объектами рудника СГД являются: буровые скважины, насосная станция подачи воды, компрессорная станция подачи сжатого воздуха, трубопроводы воды и воздуха, отделение обезвоживания и складирования руды система оборотного водоснабжения [214, С.20].

Буровые скважины при СГД по своему назначению подразделяются на добычные и нагнетательные. Конструктивной особенностью скважин является наличие двух гидравлических каналов, связывающих земную поверхность с призабойной зоной. Это достигается концентричным расположением двух колонн труб — внешней и внутренней. Образующийся при этом кольцевой зазор используется в качестве пульповода, а внутренняя труба — в качестве водовода. В покрывающих породах, в зонах, находящихся между рыхлыми и плотными рудами, производят обсадку скважины и цементацию затрубного пространства для локализации зон очистных работ и исключения перетока вод различных горизонтов по затрубному пространству. Внутренняя колонна труб завершается гидродобычным агрегатом, который выходит в зону очистного пространства на 3-4 м. Наряду с добычными, часть

скважин используется в качестве нагнетательных, через которые в рудный массив подается вода. Это обеспечивает создание в рудном массиве градиента давления в направлении добычных скважин и поступление к ним рыхлого рудного материала. Доля нагнетательных скважин составляет не менее половины общего количества скважин. С целью оптимизации режима гидродобычи скважины используются поочередно в качестве добычных и нагнетательных.

Производительность одной добычной скважины в зависимости от диаметра (219-370 мм) составляет 200-400 тыс. т руды в год.

Расстояние между скважинами принимается от 50 до 100 м. Общее количество скважин предприятия СГД определяется площадью добычного поля и принятой сетью расположения скважин. Расход воды и воздуха, нагнетаемых в добычные скважины под давлением 20 МПа, составляет соответственно 5-10 и 15-30 м³ на 1 т руды [214, С.20].

В насосной и компрессорной станциях устанавливается высоконапорное оборудование, исходя из необходимой производительности по воде и сжатому воздуху. Подача воды и воздуха к скважинам осуществляется по стальным трубопроводам, обвязанным высоконапорной стальной арматурой. Подаваемую из скважин пульпу подвергают сгущению и обезвоживанию, товарную руду складировуют для отправки потребителям, а осветленную воду с помощью перекачной насосной станции подают в емкости оборотного водоснабжения для повторного использования в процессе СГД.

Разработка месторождений методом СГД ведется в сложных геомеханических условиях, выдвигающих весьма трудные задачи по определению и оценке напряженно-деформационного состояния массива горных пород, управлению горным давлением.

12.2 Основные операции, составляющие сущность скважинной гидродобычи

К основным операциям, составляющим сущность метода СГД, относят:

- бурение скважин и установку в них скважинных снарядов со струеформирующим и выдачным устройствами;
- подачу напорной воды и разрушение горных пород и руд;
- транспортировку разрушенного материала к выдачному устройству и выдачу его на поверхность;
- управление горным давлением;
- при проходке вертикальных коллекторов - заполнение проницаемым материалом;
- при возведении фундаментов и конструкций в грунте - заполнение очистного пространства непроницаемым материалом на основе цемента, синтетических смол или других связующих материалов.

Способы осуществления указанных выше операций, основные определяющие их параметры и факторы, влияющие на них, отражены в табл. 17.

Таблица 17

Пооперационная структура скважинной гидродобычи полезного ископаемого

Технологическая операция	Способ осуществления	Факторы	
		физико-геологические	технические и технологические
Вскрытие залежи	Бурение вертикальных, наклонных и наклонно-горизонтальных скважин, оборудование их обсадными трубами	Физико-механические свойства пород месторождения и покрывающих горизонтов, глубина залегания, форма и наклон залежи, наличие водоносных горизонтов	Диаметр добычного оборудования, система отработки месторождения, имеющееся буровое оборудование
Подготовка залежи	Воздействие на физико-механические свойства залежи и вмещающие породы взрывным, химическим, импульсным и др. способами	Физико-механические, гидрогеологические свойства пород, а также минералогический и химический состав пород	Тип добычного оборудования, параметры насосного и компрессорного хозяйства
Подготовка к очистным работам	Обустройство поверхностным и скважинным добычным оборудованием	-	Принятые проектные решения
Разрушение	Размыв струей воды, фильтрационное и др. способы разрушения горных пород	Крепость полезного ископаемого, устойчивость кровли и другие физико-механические характеристики полезного ископаемого, мощность пласта, глубина залегания	Порядок и скорость отработки камеры, давление и расход воды, расстояние насадки до забоя
Доставка	Самотечная Струей	Гранулометрический состав, плотность, форма частиц, Те же	Порядок отработки камеры, наклон почвы забоя, расстояние доставки, давление и расход воды. Технология размыва и доставки, длина ствола гидромонитора.
Подъем	Эрлифтный Гидроэлеваторный, гидроэрлифтный Противодавлением	Те же и абразивность Те же Те же	Регулируемость подачи руды, удаление крупных кусков, высота подъема, диаметр труб, давление и расход воздуха. Те же и давление и расход воды. Конструктивные параметры гидроэлеватора. Высота подъема, герметичность
Гидротранспорт	Самотечный Трубопроводный	Гранулометрический состав, плотность, форма частиц, Те же и абразивность	Расход, уклон. Размеры лотка и его характеристика. Расход, плотность пульпы. Диаметр и характеристика трубопровода землесоса, расстояние транспортирования
Укладка полезного ископаемого на карте намыва Управление горным давлением	Гидравлическая Оставлением целиков Проводавлением Закладкой Обрушением	Гранулометрический состав, плотность, водоотдача, рельеф местности. Устойчивость целиков и потолочин, система разработки. Физико-механические и фильтрационные свойства полезного ископаемого и пород кровли. Устойчивость кровли. Физико-механические свойства пород кровли	Способы заполнения карты и удаления воды из отвала. Расход и плотность пульпы. Порядок отработки. Размер камер и целиков. Давление воды в камере Размеры камеры, технология и полнота закладки. Порядок выемки запасов

Примечание. Данные работы [213, С.17]

Особенности способа СГД показывают, что возможность и эффективность его применения определяются широким комплексом факторов, характеризующих геологическое строение месторождения, его инженерно-геологические и гидрогеологические условия, а также экономико-географические особенности территории его расположения.

Среди этих факторов можно выделить две группы. Первая группа факторов определяет саму возможность применения способа СГД для отработки месторождения. Наиболее важным из них является наличие руд относительно низкой прочности, способных переходить в подвижное

состояние под действием агентов СГД. Кроме того, необходимо наличие водных ресурсов, достаточных для обеспечения технологии СГД. Вторая группа факторов определяет систему отработки, технологические и технико-экономические показатели процесса гидродобычи.

Существенно влияют на параметры технологии СГД мощность и прочность покрывающих пород. Мощные, монолитные, прочные породы кровли могут обеспечить наибольшее извлечение и незначительное разубоживание, и наоборот, при неустойчивых покрывающих породах усложняется добыча и увеличиваются потери и разубоживание.

Характеристиками месторождения при выборе параметров разработки, кроме физико-механических свойств, полезного ископаемого и вмещающих пород, являются угол падения и мощность пласта, мощность покрывающих пород, гидрогеологические условия. От них зависят важнейшие параметры СГД: удельный расход и потребный напор воды для разрушения и смыва, параметры гидротранспортирования пород, размеры карты намыва, а, следовательно, и параметры основного оборудования (насосов, гидромонитора, выдачного механизма) [213, С.17].

Глубина залегания, кроме того, определяет конструкцию добычного оборудования и влияет на экономическую эффективность метода. С увеличением глубины залегания себестоимость добычи методом СГД увеличивается медленно. Это позволяет эффективно отрабатывать полезные ископаемые, залегающие на большой глубине или под водоемами, разработка которых традиционными способами или невыгодна, или вообще невозможна.

12.3 Область применения различных технологических схем скважинной гидродобычи

По данным исследования [215, С.7], принято различать три основные технологические схемы скважинной гидродобычи полезных ископаемых. При этом для каждой технологической схемы характерны специфичное оборудование и технология, а также определенная область применения в зависимости от горно-геологических факторов (табл. 18).

1. Схема с отбойкой руды в осушенном очистном пространстве позволяет разрабатывать руды значительной крепости, осуществлять эффективную доставку отбитой горной массы от забоя до всаса выданного устройства, относительно легко управлять очистными работами и горным давлением. Эта схема также характеризуется относительно небольшим уровнем потерь и разубоживания и простотой применяемого оборудования. В ней обычно применяются гидромониторы с коротким стволом различных конструкций, как встроенные в нижний оголовок, так и выдвижные; в качестве выдачного устройства обычно используется гидроэлеватор, позволяющий осушать забой, иногда в комбинации с эрлифтом. К недостаткам схемы можно отнести относительно высокую энергоемкость гидроподъема при условии

осушения этим же агрегатом очистной камеры, что особенно проявляется с увеличением глубины разработки и водопритоков.

Таблица 18

**Особенности различных технологических схем скважинной гидродобычи
полезных ископаемых**

Схема	Условия применения	Технологические операции и применяемое оборудование	Рекомендуемые системы разработки
С отбойкой руды в осушенном очистном пространстве свободными незатопленными струями	Водопритоки небольшие или полностью отсутствуют, при больших водопритоках отжим воды сжатым воздухом. Руды несвязные и связные (песчано-глинистые отложения, песчаники, известняки, угли). Вмещающие породы: устойчивые, позволяющие создавать кратковременные обнажения кровли	Разрушение: гидромониторы с короткими стволами встроенные: неподвижные, выдвижные, выводные, с автоматическим выводом, с механическим или гидравлическим приводом Доставка: самотечная, принудительная с использованием энергии струи, принудительная с использованием механических устройств. Выдача на поверхность: гидроэлеваторы, при большой глубине комбинация гидроэлеватор и эрлифт	С открытым очистным пространством; с закладкой очистного пространства; с креплением очистного пространства; с креплением и закладкой очистного пространства
С отбойкой руды в затопленном очистном пространстве свободными затопленными струями	Водопритоки большие, возможна разработка погребенных россыпей под дном морей и океанов. Руды несвязные и слабосвязные. Вмещающие породы устойчивые, позволяющие создавать кратковременные обнажения кровли	Разрушение: выдвижные и выводные мониторы: телескопические, шланговые, со сменными стволами, удлиняющимися по мере отработки забоя Доставка: принудительная с использованием энергии струи и механических устройств; самотечная при большой мощности рудных тел или больших углах уклона почвы Выдача на поверхность: эрлифты, гидроэлеваторы, за счет гидростатического давления в камере	С открытым очистным пространством; с креплением очистного пространства
С использованием плавунных свойств руд	Водопритоки любые. Руды несвязные, легко дезинтегрируемые. Вмещающие породы неустойчивые	Разрушение: короткие, встроенные гидромониторы, создание различного гидравлического градиента в разных частях пласта. Доставка: самотечная. Выдача на поверхность: эрлифты, гидроэлеваторы, за счет гидростатического давления	С обрушением руды и вмещающих пород (как с самообрушением, так и с принудительным обрушением)

Примечание. Данные работы [215, С.7]

2. Схема с отбойкой руды в затопленном очистном пространстве позволяет вести отработку несвязных рудных тел в условиях больших водопритоков, а также под водоемами и на шельфе Мирового океана. Она характеризуется благоприятными условиями для работы выдачных устройств, в качестве которых могут быть использованы эрлифты и гидроэлеваторы, и может быть применена для разработки на больших глубинах. В отдельных случаях может быть использована выдача за счет гидростатического напора в

камерах. Однако в связи с быстрым гашением энергии струи в условиях затопленного забоя затруднена отбойка крепких связных пород и требуется применение мониторов шланговых или телескопических, удлиняющихся по мере продвижения забоя, что усложняет конструкцию добычного агрегата, требует создания специальных сложных систем для контроля положения и управления гидромонитором. При этом ограничивается также объем отработки на одну скважину из условия достаточной устойчивости пород кровли, так как при обрушении вышележащих пород выдвинутый удлиненный гидромонитор трудно или невозможно извлечь. При этом затруднена доставка отбитой горной массы до выдачного устройства и относительно велик уровень потерь. При применении гибких шланговых гидромониторов также затруднено управление очистными работами. Все это ограничивает область применения этой технологической схемы.

3. Схема с использованием плавунных свойств пород, а также с превращением руд в псевдоплавунное (подвижное) состояние за счет нижней подсечки и использования сил горного давления для разрушения рудного массива эффективно применяется при большой мощности залежи или благоприятной складчатой структуре.

Выбор технических средств скважинной гидравлической технологии (СГТ) зависит, прежде всего, от конечной цели, а также от горно-геологических условий месторождения, которые обуславливают последовательность ведения технологических операций и параметры технических средств.

12.4 Требования к объекту (полигону), предназначенному для проведения опытно-экспериментальных работ по СГД

Для проведения опытно-экспериментальных работ объект (полигон) должен отвечать следующим горнотехническим и географо-экономическим условиям применения способа СГД [214, С.21]:

- наличие значительных запасов легко размываемых руд, руд малой крепости, общих запасов богатых руд, наиболее пригодных для СГД;
- наличие толщи плотных пород, перекрывающих рудное тело, позволяющих вести разработку залежи без значительных нарушений земной поверхности;
- наличие пластов плотных глин, создающих водоупор от смешивания поверхностных вод с минерализованными водами рудного массива;
- значительная обводненность месторождения и большая глубина залежи, обеспечивающие проведение разработки с минимальными воздействиями на окружающую среду;
- минимальные расстояния от транспортных коммуникаций, источников энергоснабжения, водоснабжения, жилья;
- минимальная застройка поверхности, возможность расположения карт намыва руды и прудоосветлителя оборотной воды;

- минимальная обводненность поверхности с несущими свойствами грунтов, обеспечивающими проходимость самоходной буровой и вспомогательной техники;
- минимальное отчуждение земельных участков, пригодных для сельскохозяйственного производства.

12.5 Классификация способов разрушения руд и горных пород различной крепости для перевода их в состояние гидросмеси

Способы разрушения естественной структуры связных руд и горных пород для перевода их в состояние гидросмеси могут быть основаны на механическом воздействии (струя, взрыв, вибрация, породоразрушающие механизмы); химическом или микробиологическом процессе (растворение или разложение цементирующего вещества, разупрочнение связности с использованием поверхностно-активных веществ (ПАВ)); для рыхлых горных пород — на механическом воздействии (струя, вибрация, фильтрационный поток), а также с помощью ПАВ [215, С.8].

Исследования последних лет показывают, что породы практически любой крепости можно разрушать гидромониторными струями. Однако в настоящее время гидравлическое разрушение применяется в основном для разработки связных и рыхлых пород и руд (пески, супеси, суглинки, глины, алевролиты и т.д.) и несколько реже при разработке слабых скальных пород и руд (мергели, сланцы, известняки, песчаники, угли и т.д.).

При взрывном встряхивании и вибрации водонасыщенные руды могут расплываться и течь с содержащейся в них водой. Это происходит за счет разрушения естественной структуры руды при прохождении ударной волны. Ослабление структурных связей, облегчение деформации и понижение прочности может быть достигнуто введением в жидкость ПАВ. Слои молекул или ионов жидкости с высокой энергией смачивания проникают в микротрещины и препятствуют смыканию поверхностей, что способствует снижению величины работы, необходимой для разрушения. В ряде случаев эффективное разрушение структуры песчаных руд может быть достигнуто кислотной обработкой, разрушающей цементирующее вещество.

Цементирующее вещество может быть разложено при соответствующих условиях микроорганизмами, выделяющими продукты жизнедеятельности, придающие пласту повышенную подвижность. Структура рыхлых водонасыщенных руд может быть разрушена фильтрационным потоком.

Наилучшие предпосылки для добычи создает плавунное состояние полезного ископаемого. Плавунность не является свойством какого-нибудь определенного типа руд. При создании соответствующих условий в плавунное (псевдоплавунное) состояние могут переходить горные породы любого гранулометрического состава.

В зависимости от физико-механических свойств полезного ископаемого, глубины работ, водопритоков (осушенный или затопленный забой) и других факторов, производительность скважин и объем добычи могут резко меняться, что сказывается на экономике проектируемого предприятия. Поэтому на стадии опытных работ необходимо опробовать различные способы принудительного воздействия на рудное тело: пассивные (выщелачивание, пневмоимпульсные, ультразвуковые), когда массив подвергается только воздействию на силы сцепления и не сдвигается, и активные, когда массив может быть разрушен и «подвинут» к добычной скважине. В частности, для этих целей могут быть использованы горное давление, особенно в случае большой мощности рудных залежей или благоприятной складчатой структуры участка СГД (ядро и крылья синклинали, крылья антиклинали и т.п.), и направленные взрывы для нарушения сил сцепления между рудными и породообразующими минералами и приведения их в состояние, пригодное к транспортированию. Источник может находиться в добычной скважине или располагаться рядом во вспомогательных скважинах, пробуренных в рассчитанном порядке на расстоянии наиболее эффективного воздействия на рудный массив. Вспомогательные скважины в зависимости от применяемых способов воздействия и оборудования могут иметь меньший диаметр (72-108 мм) и использоваться в дальнейшем как вспомогательные для закачки воды в рудный пласт или как контрольные [215, С.8].

Предварительное разупрочнение массива позволяет использовать способ СГД в рудах и породах практически любой прочности.

Несмотря на «кажущуюся» простоту применяемого оборудования и технологических процессов, разработка месторождений способом СГД, особенно на больших глубинах, характеризуется сложностью геомеханической обстановки, выдвигающей весьма трудные задачи по определению и оценке напряженно-деформированного состояния массивов горных пород в процессе разработки и управления горным давлением. Без удовлетворительного решения этих задач невозможна успешная добыча руды новым способом.

К важнейшим инженерно-геологическим процессам, протекающим в недрах при скважинной гидродобыче так же, как и при традиционной подземной добыче руды, относятся деформации рудного массива и покрывающих пород. Деформация рудного массива определяется прежде всего степенью извлечения руды. Если извлекаемая мощность небольшая (до 20%), рудный массив при сдвигении может сохранить естественное строение или же разрушаться с незначительным разуплотнением. При большем извлечении разрушение скелета сопровождается значительными деформациями [215, С.8].

Как показывает опыт первых предприятий по добыче различных руд способом СГД, наилучшие показатели достигнуты при применении технологической схемы с использованием плавунных свойств руд.

12.6 Преимущества способов скважинной геотехнологии добычи полезных ископаемых

В работах ряда исследователей [216-221] созданы теоретические основы скважинной геотехнологии добычи (СГД) и предложены практические рекомендации по ее использованию.

Выполненными исследованиями показано, что несомненные преимущества способов СГД как нельзя лучше соответствуют условиям рыночной экономики:

а) капитальные затраты по сравнению с традиционными способами добычи (открытым и подземным) во многих случаях сокращаются в 3-5 и 10-20 раз соответственно (в зависимости от глубины залегания обрабатываемых рудных тел) при прочих равных условиях;

б) рудник СГД обладает гибкой структурой, позволяющей легко регулировать его производительность изменением количества действующих скважин;

в) на создание рудника СГД требуется в 3-15 раз меньше времени, чем на строительство карьера или шахтного комплекса сопоставимой мощности;

г) за счет процесса самоизмельчения и самообогащения полезного ископаемого в системе «подземная камера - скважина - пульповод - слив - карта намыва» добываемый продукт приобретает новые «качества, выгодно отличающие его от продуктов, получаемых на обогатительных фабриках;

д) функционирование рудника СГД существенно снижает экологическую нагрузку на окружающую среду и не приводит к нарушению гидродинамического состояния массива, так как вода находится в обороте.

Минимальное воздействие на окружающую среду добычных работ с использованием технологии скважинной гидродобычи можно объяснить следующим:

– в отличие от открытого способа разработки, характеризующегося отчуждением значительных территорий как под непосредственно горные работы (карьер), так и под наземные сооружения, связанные с размещением отвалов пустых пород, хвостов обогащения, а также существенным нарушением гидрогеологического режима местности, при разработке способом скважинной гидродобычи отчуждение земель происходит под контуром рудного тела, транспортные коммуникации в основном носят временный характер;

– территории, занятые под комплекс обогатительных фабрик, значительно уменьшаются из-за сокращения количества операций технологического цикла;

– при этом срок возврата земель, занятых под горные работы, значительно сокращается, поскольку работы по восстановлению поверхности земли производятся по завершении отработки добычных камер.

При эксплуатации месторождений с применением скважинной гидротехнологии производится рекультивация земель, состоящая из двух стадий: горнотехнической и биологической.

Горнотехническая рекультивация заключается в подготовке земель после окончания разработки месторождения для различных видов последующего освоения (биологическая рекультивация, водное хозяйство, строительство).

Биологическая рекультивация включает мероприятия по восстановлению плодородия нарушенных земель после окончания горнотехнической рекультивации, возвращению их в сельскохозяйственное и лесное использование, созданию благоприятных для жизнедеятельности человека ландшафтов.

Целью рекультивации на участке добычных работ является сохранение ландшафта и нормальных экологических условий местности. Цель частично достигается уже в ходе производства добычных работ путем выполнения мероприятий по горнотехнической рекультивации после отработки камер.

Последствия работ проявляются в виде проседаний или провалов поверхности и представляют замкнутое корытообразное углубление глубиной до 5-7 м с подошвой волнообразного характера (вследствие неравномерного проседания).

Технологическая схема рекультивации состоит из следующих операций: засыпка провалов; планировка поверхности; нанесение и планировка почвенно-растительного слоя. Первые две операции выполняются практически одновременно с разработкой, так как крупнозернистые пески и закладочный материал из хвостохранилища засыпаются в провалы после выхода обрушения на поверхность. На территориях временных сооружений, таких как склад закладочного материала, водозабор, илоотстойник и др., горнотехническая рекультивация осуществляется после окончания их эксплуатации.

Биологическая рекультивация предусматривает восстановление почвенно-растительного слоя и посев долголетних трав. Учитывая относительную малоценность земель на территории опытных работ, биологическую рекультивацию целесообразно осуществить естественным путем. Площади, отчуждаемые под сооружение склада закладочного материала, водозабора и илоотстойников, могут быть использованы после проведения работ по их очистке под пруды для разведения пресноводной рыбы [222, С.17].

Независимо от технологии закладки с целью уменьшения нарушенности почвенно-растительного слоя производится предварительное снятие его как на участке добычного блока, так и при сооружении различного вида поверхностных хранилищ. Снимаемый почвенно-растительный слой перемещается бульдозером в спецотвалы по границам сооружений, а с поверхности над добычным блоком - по границе блока. После полной отработки блока и засыпки провалов почвенно-растительный слой распределяют по поверхности.

12.7 Становление и применение скважинной гидротехнологии в разных сферах народного хозяйства за рубежом

Как видно из рис. 43, скважинная гидротехнология может применяться и уже применяется в разных сферах народного хозяйства в развитых странах мира:

1. Средства разведки (скважинное гидравлическое опробование - СГО) осадочных и россыпных месторождений в сложных горно-геологических условиях, позволяющее повысить достоверность геологоразведочных данных и поднимать технологические пробы массой от сотен килограммов до нескольких тысяч тонн, отказавшись от проходки дорогостоящих разведочных шахт, шурфов, штолен.

2. Самостоятельный способ разработки (скважинная гидродобыча -СГД). СГД твердых полезных ископаемых заключается во вскрытии месторождения скважинами, гидромониторном размыве полезного ископаемого, перемещении его к гидродобычному агрегату и эрлифтной выдаче на поверхность в виде пульпы. Непосредственными рабочими агентами, воздействующими на полезное ископаемое при способе СГД, являются вода и сжатый воздух, подаваемые в скважины с поверхности.

Метод СГД впервые был предложен в 1932 г. в США Э. Клайтором и в 1936 г. П.М. Тупицыным в СССР. В бывшем Советском Союзе в 60-х годах XX столетия Государственный НИИ горно-химического сырья (ГИГХС) впервые провел комплексные опытно-промышленные работы по скважинной гидродобыче полезных ископаемых.

В 70-х годах кафедра геотехнологии Московского геолого-разведочного института (МГРИ) существенно расширила возможные сферы применения метода, нашла новые технические и технологические решения для разработки ураносодержащих осадочных месторождений, провела первые опыты по скважинной гидродобыче золота и других полезных ископаемых.

В конце 70-х годов ГИГХС предложил и передал в комиссию по КМА АН СССР и Минчермет СССР технологию СГД для добычи рыхлых руд КМА. По разработанной ГИГХСом технологии в 1975-1982 гг. на кингисеппском ПО «Фосфорит» проводились опытно-промышленные испытания по добыче руды с глубины 20-25 м при мощности пласта 2,5-3 м.

В 1980-1982 гг. в районе Самотлора на шести площадках проводились опытные работы по СГД с применением мобильного оборудования. Было добыто 2,3 тыс. м³ песка из одной скважины с глубины 64 м (мощность пласта 8 м), 3,2 тыс. м³ – с глубины 55 м, 1,2 тыс. м³ – с глубины 270 м. Средняя производительность при этом составила 20 м³/ч.

Сотрудниками МГРИ им. Орджоникидзе в 1975-1988 гг. проводились опытные работы по СГД руды из гидрогенного месторождения, представленного фосфатосодержащими остатками руды. Пласт мощностью от 1 до 3 м погружается на глубину до 212 м. Добычу осуществляли через скважины диаметром 320 мм, добычное оборудование – односкважинное с секционным

вертикальным стволом диаметром 273 мм. но состояло из гидромонитора с одной боковой насадкой 15-20 мм и гидроэлеватора. При увеличении глубины разработки предусмотрено применение гидроэрлифта. Разрушение руды осуществляли струей воды под давлением 4,8 МПа при расходе 300 м³/ч.

Репозиторий КарГУ

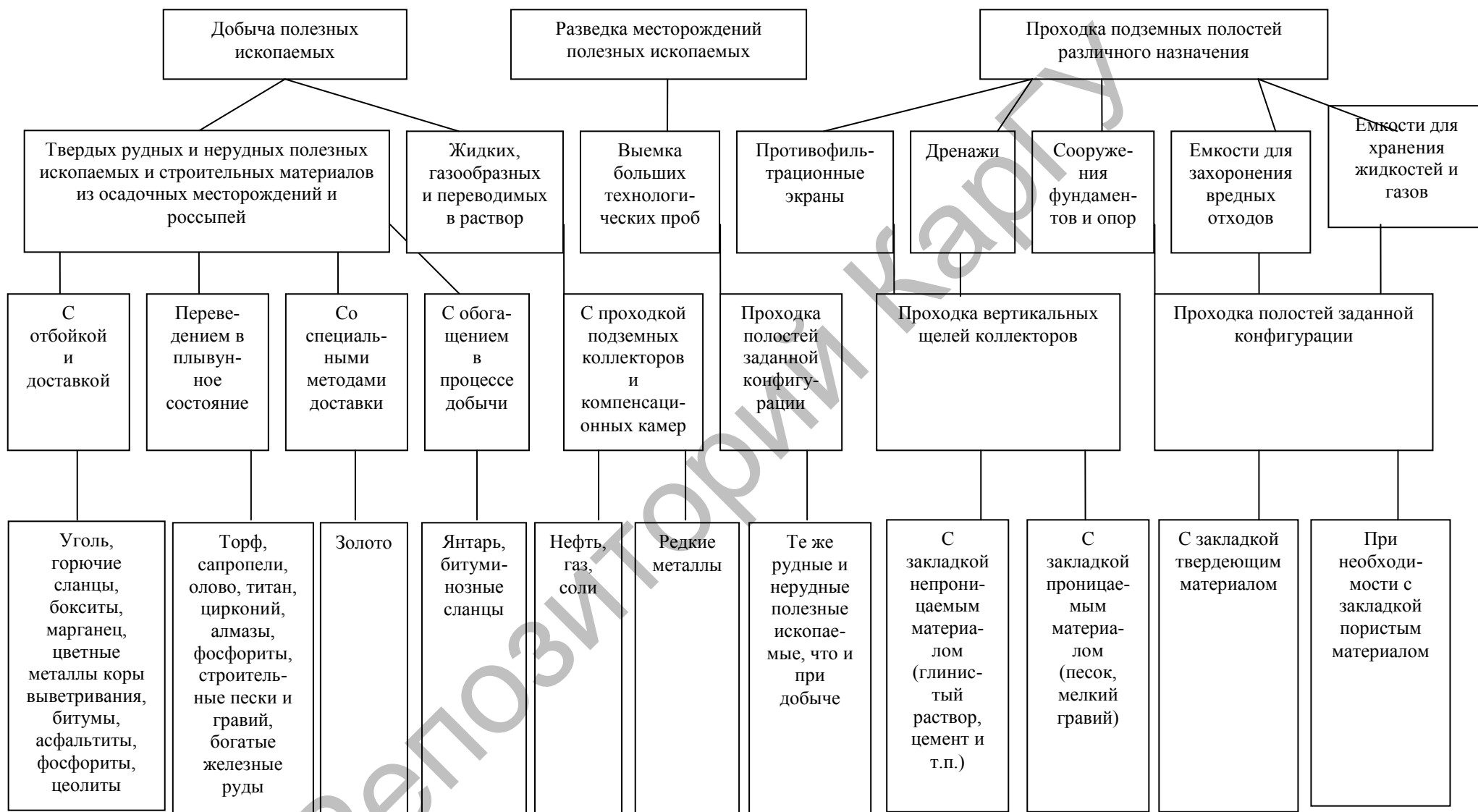


Рис. 43. Области применения скважинной гидротехнологии (Примечание – данные работы [223, С.15])

Производительность гидроэлеватора достигла 9-10 м³/ч. В 1989-1991 гг. проведены опытно-методические работы по СГД рудных песков на Малышевском титаноциркониевом месторождении. В 1989-1994 гг. различными организациями Роскомнедра выполнены опытно-методические работы на ряде месторождений титаноциркониевых россыпей, фосфоритов, глауконитов, бурого угля, россыпного золота и строительных песков.

В последние годы опытные работы по СГД полезных ископаемых проводились в США, Канаде, ЮАР, Венгрии, Польше и других странах.

В США СГД испытывали при разработке ураносодержащего песчаника (Месторождение Беар Крик), залегающего на глубине 30-32 м. Мощность пласта – 1,8 м. Гидромонитор и гидроэлеватор были совмещены в одном агрегате диаметром 324 мм. Добычное оборудование опускалось в скважину диаметром 406 мм. В 1981-1982 гг. в штате Флорида проводили промышленные испытания по добыче фосфоритов на глубине 101 м из пласта мощностью 6 м. Диаметр скважины составлял 406 мм, производительность достигала 45-50 т/ч. В штате Вашингтон были проведены опытные работы по СГД коксующегося угля с глубины 262 м. Использовались скважины диаметром 300 мм, пробуренные на расстоянии 20 м друг от друга, рабочую жидкость подавали под давлением 10-15 МПа, в отдельных случаях 70 и даже 100 МПа (214, С.19).

Опыт Российской Федерации показывает, что технология СГД представляет огромный интерес для добычи богатых железных руд, залегающих на больших глубинах (600-900 м). В ходе опытных работ на месторождениях КМА производительность гидродобычного оборудования составила более 20 т/ч. Технология характеризуется простотой, обеспечивает снижение себестоимости добычи железных руд в 2 два раза по сравнению с добычей подземным способом и в 1,5 раза по сравнению с открытым способом. Примером предприятия, работающего с использованием новой технологии, является опытный рудник на Шамраевском участке Больше-Троицкого месторождения КМА, где впервые в мировой практике способом СГД извлечено с глубины 620 м около 100 тыс. т руды с содержанием железа до 68% [220, С.86].

Определенный интерес для нашей страны представляет также работа по созданию скважинных технологий добычи угля в России. Выполненный по заданию компании «Росуголь» комплекс исследовательских, конструкторских и проектных работ позволил создать основу для опробования метода СГД на угольных месторождениях Российской Федерации.

Рассматривая перспективу СГД для добычи угля, необходимо на основе проведения опытных работ оценить возможность применения этого метода для условий различных типов месторождений. Значительный интерес представляет проведение опытных работ по гидрогазоимпульсному разрушению угольного пласта, а также приведение его в подвижное состояние с помощью химических, микробиологических и различных физических воздействий, в том числе используя горное давление для доставки угля к добычным скважинам [213,224]. Относительная комфортность производства связана с тем, что при СГД люди отстранены от участия в тяжелом и опасном процессе подземной

добычи. На некоторых месторождениях железных руд, цветных металлов, угля добычные работы ведутся на глубинах, превышающих 800-1000м, со всеми вытекающими отсюда последствиями: горные удары, внезапные выбросы воды, газа, породы, угля, руды и т.п., а такие работы ежегодно уносят сотни человеческих жизней. Этим способом можно отрабатывать месторождения, которые практически нереально отрабатывать традиционными способами: например, месторождения, расположенные в поймах рек, под промышленными и другими застроенными территориями или месторождения мелкие по запасам, сложного геологического строения (состоящее из большого числа линз, штоков, крупных гнезд и т.п.).

12.8 Эффективность освоения отдельных месторождений полезных ископаемых методом скважинной гидродобычи в Казахстане

В последние годы в республике проявился интерес к освоению ряда месторождений, характеризующихся слабосцементированным минеральным сырьем. Анализ мирового опыта разработки месторождений с подобными геомеханическими свойствами породных массивов свидетельствует о значительной эффективности их освоения методом скважинной гидродобычи. Учитывая это, в течение 10 лет ВНИИЦветметом совместно с кафедрой Подземной разработки и геологии месторождений (ПРиГ) Восточно-Казахстанского государственного технического университета им. Д.Серикбаева (ВКГТУ) проводились исследования по выяснению возможности отработки этим методом циркон-ильменитовых россыпей Сатпаевского рудного поля, месторождений силикатного никеля и лигнитов. В лабораторных условиях изучены геомеханические свойства руд, физико-химические свойства слагающих их минералов и гидросмеси из этих руд. Полученная информация, кроме оценки возможностей метода скважинной гидродобычи, позволила составить технологические схемы контроля качества руд и управления им в рудопотоке [225,С.6-8].

По данным лабораторных исследований выявлено, что принципиальная схема комбинированной технологии гидродобычи и обогащения циркон-ильменитовых россыпей может обеспечить до 93-95 % извлечения. При этом суммарный выход нерудного продукта составит 88-93% от общего количества перерабатываемой горнорудной массы. Выполненная технико-экономическая оценка скважинной гидродобычи показала, что минимальная мощность отрабатываемых рудных тел на Сатпаевском месторождении может быть снижена до 0,8-1 м (при карьерной добыче 4м).

Положительные результаты получены и при оценках скважинной гидродобычи на месторождениях силикатного никеля Восточного Казахстана. Сочетание скважинной гидродобычи с контролем содержания никеля в гидросмесях, позволит значительно снизить по-тери и разубоживание по сравнению с добычей карьером. Минимально допустимая мощность отрабатываемых рудных тел может быть снижена до 1 м [225,С.8].

В ходе исследования также доказано, что при освоении лигнитовых месторождений, расположенных на территории Семипалатинского Прииртышья, с помощью скважинной гидродобычи можно параллельно с пульпой, пригодной для использования в качестве топлива на ближайшем цементном заводе, извлекать и янтарь [225,С.8]. Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о больших перспективах использования скважинной гидродобычи при освоении разнообразного слабосцементированного минерального сырья в пределах Большого Алтая.

В Институте горного дела (ИГД) им. Д.А Кунаева НАН РК проведены исследования по использованию скважинной гидравлической технологии (СГД) для добычи битуминозных пород, представляющих собой пески, глины, алевролиты, пропитанные природным битумом. В процессе исследования [226, С.75-77] установлено, что при СГД битуминозных пород могут быть использованы как камерные варианты, так и варианты сплошной разработки. Эффективность скважинной гидравлической добычи битуминозных пород определяется кинетической энергией гидромониторной струи, температурой рабочего агента. Чем больше энергия струи, т.е. чем больше расход рабочего агента через насадку гидромонитора и напор на насадке, тем выше эффективность размыва и дальность действия струи, т.е. радиус размываемой камеры. Эффективность размыва увеличивается также с повышением температуры рабочего агента. Расход рабочей жидкости и напор на насадке гидромонитора определяются конструкцией скважинной гидромониторного оборудования. Оптимальная температура рабочей жидкости 80-90⁰ С.

При скважинной гидравлической технологии добычи битуминозных пород битум из породы в значительной части отмывается в момент разрушения породы гидромониторной струей и доставки ее к скважине. Оставшаяся часть битума отмывается из породы на поверхности. Битум может быть извлечен из пульпы отстаиванием или флотацией.

Проведенным исследованием определено [226,С. 76-77], что камерный вариант разработки битуминозных пород приводит к потере значительной доли запасов в междукammerных целиках. Поэтому осуществлялось насыщение массива битуминозной породы горячим моющим раствором в сочетании с воздействием на нее гидромониторной струи. Это приводит породу в подвижное состояние (состояние пльвуна) и делает возможным сплошную отработку залежи битуминозных пород с плавным опусканием покрывающих пород без их нарушения. Как показало исследование, предложенные технологические варианты обеспечивают комплексное использование битуминозных пород. Товарной продукцией при скважинной гидравлической добыче битуминозных пород является битум в чистом виде или в виде эмульсии с содержанием битума до 50-60%, а также мытый строительный песок. Моющий раствор находится в постоянном обороте. Таким образом, в данном случае обеспечивается безотходное экологически чистое производство.

Безусловно, весьма актуальным является вопрос о замене опасного подземного способа горного производства на более безопасную скважинную гидродобычу, например, на месторождениях со сложными гидро- и

горнотехническими условиями их отработки. К тому же широко обсуждаемая проблема убыточности отдельных шахт Карагандинского бассейна вполне может быть решена путем доработки запасов способом СГД.

Нужно отметить, что работа по созданию скважинных технологий добычи угля была начата в МГГУ (Московский государственный горный университет) в начале 90-х годов прошлого столетия. Ее научной основой явилось положение об энергетической недостаточности процесса добычи угля – энергетические затраты на добычу, транспортировку и переработку угля с учетом затрат на получение средств этой добычи и материалы составляют до 80-95% от потенциальной энергии, заключенной в добываемом угле. Поэтому, как считают специалисты [182,С.18], наиболее реальным и рациональным решением по повышению энергетической эффективности добычи угля могут явиться лишь скважинные технологии его добычи как энергетически более экономные, наименее капиталоемкие, так и более социально привлекательные (безопасные, экологически чистые и т.д).

Опираясь на результаты этих исследований можно констатировать, что раскрытие научной проблемы разработки комплексов СГД угля невозможно без интеграции научных знаний, накопленных горной наукой. Решение сложных задач каждого процесса СГД угля и их согласование между собой требует взаимодействия смежных фундаментальных наук, а также продолжения аналитических исследований для создания фундамента СГД угля нового технико-экономического уровня, т.е. технологии будущего.

Вышесказанное позволяет нам сформулировать вывод о том, что проблему разработки комплексов СГД угля целесообразно решать с использованием системных методов исследований [227,С.54]:

1. При обосновании правомерности использования системного анализа для разработки комплекса СГД угля последний необходимо рассматривать как большую искусственную систему (БС).

2. Скважинная гидравлическая добыча угля в силу вероятностного характера поведения, вызванного, в свою очередь, случайным воздействием на нее горно-геологических и горно-технических факторов, характеризуется определенной траекторией движения в пространстве, точное повторение которой на определенном отрезке времени невозможно. Вероятностный характер поведения СГД угля обуславливает также ее многовариантность и возможность большого количества альтернативных траекторий поведения.

3. Технология СГД угля должна основываться на строгом иерархическом принципе организации. Низшим иерархическим уровнем СГД угля является совокупность процессов и операций, отдельные устройства и оборудование, организация добычных и вспомогательных работ. Высший иерархический уровень – порядок отработки выемочного блока, определяющий направления проведения групп добычных и транспортных скважин, направление выемки угля в выемочном блоке, протяженность поддерживаемых выработок, схемы проветривания, схемы ремонта добычного и транспортного оборудования.

4. Поскольку для СГД угля характерно многоцелевое поведение, система должна проявлять стремление к достижению минимума блоков, составляющих технологию. Но в то же время технологии СГД просто необходим блок обезвоживания угля, осветления воды и илоудаления.

5. Рассматривая СГД как сложную систему, в ней нужно выделить комплекс взаимосвязанных технологических процессов и операций (подсистем) - подготовка выемочного блока (бурение и оборудование добычных и транспортных скважин; монтаж и демонтаж оборудования различного назначения; очистная выемка (разрушение угольного массива); пульпоприготовление, безнапорный и напорный гидротранспорт; управление горным давлением ;обезвоживание угля, осветление технологической воды и илоудаление.

6. Для каждой из перечисленных подсистем характерно множество определяющих параметров. Подготовка выемочного блока определяется горно-геологическими условиями, составом средств бурения и оборудования скважин различного назначения. Очистные работы, кроме характеристики горно-геологических условий, применяемого оборудования и выемки, включают горно-технические параметры, к которым в данном случае относятся: направление выемки, параметры выемочной полосы, размеры выемочного блока, способ управления горным давлением и т.д.

7. Технология скважинной гидродобычи угля, помимо процесса собственно разработки, включает и процесс гидравлической доставки разрушенного материала на поверхность. Для этой цели предусматривается выдачная скважина. В данном случае она пробуривается от поверхности земли по вертикали до подошвы пласта. В качестве конкретного выдачного устройства в процессе опытных работ предусматривается использование эрлифта, а также напорной выдачной трубы. В качестве резервного средства как вариант может быть использован гидроэлеватор.

Обычно для обеспечения бесперебойной работы эрлифта в его конструкцию включают гидромониторную насадку, направленную в сторону приемного отверстия или используют автономно работающий монитор, периодически направляемый в сторону приемного отверстия.

8. Для высокопроизводительного и надежного функционирования комплексов СГД угля необходимо разработать структуру и элементную базу комплекса в целом, а также модулей обезвоживания угля и осветления воды, водоснабжения и илоудаления, которые включают, например, использование: специальных выработок или емкостей в комплексе с багерэлеваторами и тонкослойными осветлителями для более интенсивного сгущения пульпы и осветления воды, выработанного пространства и комплексов профилактической заилочки для утилизации накопившегося ила.

9. В работах будущих периодов следует добиться полной автоматизации всех добычных работ и создать по-настоящему безлюдную технологию добычи угля, где человек будет только следить за работой автоматизированных систем разработки, а технология СГД откроет для этого широкие перспективы.

12.9 Перспективность способа СГД как горной технологии будущего

Как показывает зарубежный опыт, на основе богатых руд и СГД можно организовать производство высококачественного железорудного сырья – металлизированных брикетов и других ценных продуктов. Способ СГД позволяет не только в короткие сроки отработать марганцевые руды, но и получить концентраты высокого качества без строительства обогатительной фабрики, так как окисленные руды будут не только разрушены и извлечены струей воды, но и обогащены в этом процессе. В дальнейшем не только окисленные, но и другие типы марганцевых руд можно обрабатывать способом СГД. По данным [228,С.28], только с помощью способа СГД можно рентабельно отработать окисленные руды в Казахстане на глубоких горизонтах месторождений Камыс и Ушкатын-III.

Значит, СГД – это горная технология будущего, но не далекого, а близкого. Освоение технологии СГД, в том числе и в Казахстане, в недалеком будущем позволит:

- эффективно восполнять выбывающие мощности горнодобывающих предприятий;
- улучшить структуру железорудного сырья за счет увеличения доли богатых чистых руд;
- создать уникальную базу для получения высококачественных продуктов (металлов, проката и др.) с особыми свойствами;
- повысить экономическую эффективность горнодобывающей и металлургической отраслей;
- приступить к коренным изменениям в металлургическом производстве, осуществляя переход от коксохимической схемы получения металла к бескоксовой;
- снизить вредное воздействие на окружающую среду в процессе добычи руд и углей;
- выйти на внешний рынок с высококачественным углем, металлом и металлоизделиями.

Для широкого промышленного внедрения способа СГД в Казахстане необходимо дальнейшее проведение комплекса научно-исследовательских и проектно-конструкторских работ с целью научного обеспечения новой технологии добычи твердых полезных ископаемых и решение следующих задач:

а) комплексное изучение месторождений, пригодных для отработки способом СГД (геологическое строение, структура, стратиграфия, морфология месторождений, вещественный состав руд и вмещающих пород, гидрогеология и гидродинамика);

б) уточнение влияния способа СГД и геолого-структурных факторов на экологическую обстановку (гидрохимическое поле пресных вод, распространение вредных в экологическом отношении компонентов и пр.);

в) разработка научных основ новой технологии добычи трещиновато-пористых руд, основанной на разрушении рудного массива совместным действием горного давления и закачиваемой в массив водо-воздушной смеси;

г) разработка способов разуплотнения рудного, рудно-породного массива с целью создания искусственного коллектора для захоронения минерализованных и загрязненных вод;

д) изучение возможности расширения минерально-сырьевой базы Республики Казахстан за счет вовлечения в отработку способом СГД месторождений со сложными горно-геологическими условиями, а также глубоких горизонтов обрабатываемых месторождений;

е) подготовка предложений по промышленной оценке месторождений с учетом требований технологии СГД;

ж) оценка возможностей комплексной переработки богатых руд СГД с использованием безотходных и экологически чистых технологий;

з) выполнение экономической оценки эффективности разведки, добычи и переработки глубокозалегающих богатых железных руд в условиях рыночной экономики и подготовка предложений на разработку проектов промышленных предприятий;

и) обоснование потребности в новых технических средствах для проведения геофизических, геолого-разведочных, добычных работ способом СГД и комплексной переработки богатых железных руд с целью получения чистых материалов.

Государственное значение проблемы создания и внедрения скважинной геотехнологии добычи полезных ископаемых диктует необходимость формирования Республиканского научно-исследовательского и экономического центра по разработке всех вопросов по проблеме скважинной технологии добычи твердых полезных ископаемых. В ведении такого Центра должны находиться научные разработки, опытно-конструкторские работы, экологические, геологические, инженерно-геологические, геофизические, экономические и другие исследования. Государство должно держать под контролем эту проблему.

Глава 13. ПУТИ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМ ШИРОКОГО ИНДУСТРИАЛЬНОГО ПРИМЕНЕНИЯ ПОДЗЕМНОГО И КУЧНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ ПРИ ДОБЫЧЕ УРАНА И МЕТАЛЛОВ

13.1 Эффективность использования выщелачивания как одного из освоенных геотехнологических методов добычи полезных ископаемых

В настоящее время во многих случаях выборочная отработка наиболее богатых участков месторождений уже становится невозможной. В связи с наблюдаемой в последние годы тенденцией к уменьшению содержания металлов в рудах все большее значение приобретает промышленное освоение новых сырьевых источников, в том числе некондиционных руд различных генетических и промышленных типов. Одним из эффективных перспективных методов переработки такого сырья является геотехнологический (кучное, подземное выщелачивание металлов из руд) благодаря простоте, низким капитальным и эксплуатационным затратам, менее сложной системе природоохранных мероприятий [229, С.94].

Поскольку использование выщелачивания позволяет значительно улучшить технико-экономические показатели деятельности горнорудных предприятий, во многих случаях традиционные горные и обогащательно-металлургические методы добычи руд могут быть заменены геотехнологическими и их комбинациями с горными [230, С.17].

Использование метода геотехнологии — подземного выщелачивания для добычи цветных металлов — известно с XVI века. С конца 50-х годов прошлого века данный метод начал применяться на урановых месторождениях Запада. Его суть — перевод полезного ископаемого в подвижное состояние и выдача его на поверхность земли через систему скважин.

Выщелачивание — гидрометаллургический метод извлечения ценных компонентов из руд путем их селективного растворения, чаще в воде, растворах кислот, щелочей, солей, также в органических растворителях. Особенность состава и свойств исходного материала, стабильность процесса, возможность регенерации, токсичность, стоимость и дефицитность определяют выбор растворителя.

В основе выщелачивания лежат процессы комплексообразования (при цианировании золота), реакции обменные (обработка окислов и карбонатов металлов кислотами) и окислительно-восстановительные (сульфиды в кислых растворах). Процесс имеет три стадии: подвода реагирующих веществ к твердой поверхности, химической реакции, отвода ее продуктов в раствор. Особенность каждой стадии определяет кинетику выщелачивания, ее эффективность можно повысить механо-химическим, ультразвуковым, термическим воздействием. Иногда выщелачиванию предшествует подготовительная операция, цель которой — перевод выщелачиваемого компонента в более растворимую форму, например обжиг сульфатизирующий,

позволяющий перевести нерастворимые сульфиды в растворимые сульфаты.

Осуществляются следующие способы выщелачивания:

а) перемешиванием - при обработке золотых, урановых и других руд после их тонкого измельчения;

б) автоклавное - проводится под давлением и может осуществляться по непрерывному принципу; приобретает большое значение в алюминиевой, урановой, никелевой, вольфрамовой промышленности;

в) сорбционное - метод совмещенного выщелачивания и сорбции ценных компонентов на пенообменных веществах, ускоряющий процесс растворения; снижает расход реагентов и повышает извлечение металлов, например при переработке золотосодержащих руд;

г) перколяцией - просачивание жидкости сквозь неподвижный слой зернистого материала с целью выщелачивания ценных компонентов и промывки. Осуществляется в чанах-перколяторах деревянных или железных с ложным днищем, покрытым фильтрующей тканью. Сейчас перколяция проводится редко [231, С.111].

В настоящее время внутри общих геотехнологических методов добычи полезных ископаемых достаточно четко определились по крайней мере три способа: способ скважинного подземного выщелачивания, способ шахтного подземного выщелачивания и способ кучного или отвального выщелачивания. Применительно к каждому из трех способов могут быть намечены и объекты их разработки [232, С.28]:

а) гидрогенные месторождения урана, марганца и некоторых других полезных ископаемых; зоны минерализации золота, серебра, меди в естественно дробленных, первично осадочных окисленных породах; россыпные месторождения золота, платины и других металлов - для подземного скважинного выщелачивания;

б) мелкие гидротермальные месторождения, залегающие на небольших глубинах, либо весьма крупные месторождения, но с убогим содержанием металлов, не пригодные для разработки традиционными методами; потерянные забалансовые руды на рудниках, отработавших кондиционные запасы; отдельно отстоящие залежи и блоки, требующие для своего традиционного извлечения больших горно-капитальных и подготовительных работ; крупные месторождения с хорошо отличимыми богатыми и убогими рудами для подземного блокового выщелачивания или различного рода его комбинаций со скважинным выщелачиванием или традиционными методами с опережающей выемкой богатых руд;

в) лежалые отвалы бедных и забалансовых руд; лежалые отвалы хвостов обогащения, формирующие техногенные месторождения; отвалы бедных и забалансовых руд текущей добычи; хвосты текущей добычи - для кучного выщелачивания.

Несмотря на достаточно заметное отличие представленных объектов и способов подземного или кучного выщелачивания, их параметров и технических средств, общим для этих способов является необходимость на самых ранних стадиях принятия решений о применении геотехнологических

методов добычи глубокого анализа имеющейся информации и проведении исследовательских работ, как правило, осуществляемых в три стадии: опытные, опытно-промышленные и промышленные.

В результате выполнения таких работ при использовании скважинных способов выщелачивания успешно решены вопросы технологии бурения скважин, их конструкции, освоения, систем разработки с определением оптимальной сети бурения, гидродинамических режимов выщелачивания, технологических режимов, разработан и внедрен комплекс мероприятий по охране окружающей среды, рекультивации недр, вод, поверхности, обеспечению общей экологической безопасности применения этой технологии.

При подземном блоковом выщелачивания успешно решены вопросы вскрытия, подготовки и нарезки таких блоков, режимов их орошения, выпуска, сбора растворов, их подачи на перерабатывающие установки и целый комплекс других проблем. Многие вопросы решены и при кучном выщелачивании руд. Благодаря решению этих вопросов за последние годы удельный расход кислоты снизился от первоначального в 5-6 раз. Установлен ряд принципиально новых закономерностей по выщелачиванию металлов в зависимости от окислительно-восстановительного потенциала среды, в результате которых доказано, что по мере снижения pH и роста ЕН при переходе от среды щелочной к кислотной в растворы последовательно переходят такие элементы, как рений, редкоземельные элементы, скандий, уран и т.д. При этом уран имеет двумодальную зависимость оптимального перехода из твердого в жидкое при pH 7,5-8,6 и 1-3, что позволяет использовать для его выщелачивания как карбонатное, так и кислотное выщелачивание с применением окислителей [232, С.29].

Внедрение подземного и кучного выщелачивания урановых руд в промышленных масштабах, анализ результатов многочисленных исследований и проектных материалов, природных условий действующих и строящихся предприятий по выщелачиванию руд позволили выявить ряд тех наиболее важных факторов, которые дают возможность сформулировать основные требования к природным, геотехнологическим свойствам (вещественный состав, характер минерализации руд, морфология залежей, ценность полезного ископаемого) и горнотехническим условиям разработки. Последние определяют достижение максимальной полноты извлечения металлов, повышение уровня использования недр и улучшение технико-экономических показателей горных предприятий при освоении их способами подземного или кучного выщелачивания.

При этом определенный интерес представляет принципиальная технологическая схема совместной переработки руд подземным (ПВ) и кучным выщелачиванием (КВ). Она представлена на рис. 44.

Продуктивные растворы после извлечения из них основного компонента и части попутных полезных компонентов распределяются на три части. Одна часть идет на приготовление выщелачивающих раствор (ВР) для подземного выщелачивания, вторая - для кучного и третья - на очистку от солей.

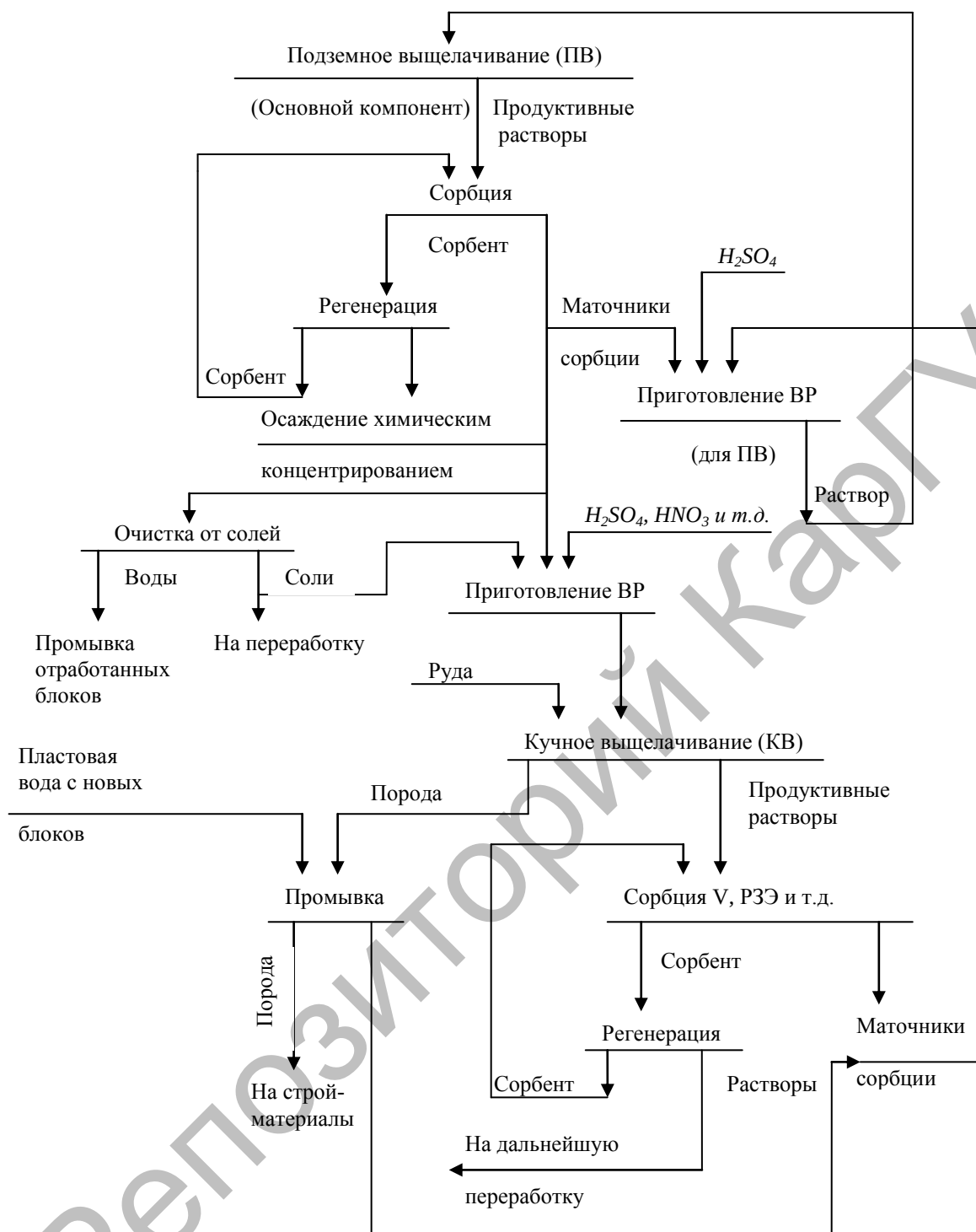


Рис. 44. Схема совместной переработки руд подземным и кучным выщелачиванием (Примечание – данные работы [233, С.88])

Во второй части используются серная и азотная кислоты, окислители. Продуктивные растворы после кучного выщелачивания направляются на сорбционное извлечение полезного компонента, маточники сорбции - на приготовление растворов для подземного выщелачивания. Такое перераспределение растворов позволит уменьшить соленакопление в продуктивных растворах кучного выщелачивания. Горнорудная масса после кучного выщелачивания промывается водой и может быть использована в качестве наполнителя при строительных работах. При помощи промывных вод

приготавливается раствор для подземного выщелачивания. Закисление новых блоков ПВ осуществляется при этом ВР, приготовленными на основе маточников сорбции и промывных вод.

Такая схема производства полезных ископаемых позволит вовлечь в переработку бедные руды, отходы производства, снизить суммарный расход химреагентов, уменьшить загрязнение окружающей среды [233, С.89].

Почти десятилетние результаты опытно-промышленных работ и продолжительный опыт промышленного применения ПВ и КВ урановых руд у нас в стране и за рубежом свидетельствуют о широких возможностях оптимизации этих процессов и применительно к другим металлам, которые могут быть добыты геотехнологическими методами – золоту, меди, молибдену, вольфраму и др., особенно с использованием методов и средств интенсификации этих процессов. При этом в качестве растворителей наиболее эффективно могут быть использованы: серная кислота для получения урана и меди; соляная кислота - цинка, молибдена, вольфрама; азотная кислота - серебра, висмута, цинка; щелочи – бокситов, цинка; растворы солей сернистого натрия - хлористого железа, цианистого натрия - для получения цветных, редких и благородных металлов.

В настоящее время отечественный и зарубежный опыт работы горных предприятий, а также результаты научных исследований [234, С. 32-35] подтверждают, что привести в действие значительные резервы производства можно путем выщелачивания полезных компонентов из руд, отбитых и замагазинированных или размещенных в камерах. Это позволит, с одной стороны, попутно извлечь из них полезные компоненты, тем самым снизить потери, а с другой - использовать выщелоченный материал в качестве закладки и исключить часть затрат на утилизацию пустых пород и забалансовых руд. Тем самым можно значительно компенсировать затраты на закладочные работы (исключается часть затрат на приготовление закладочной смеси), резко уменьшить отрицательное влияние горных работ на окружающую среду и в результате снизить себестоимость добываемой руды традиционным подземным способом.

13.2 Преимущества способа подземного выщелачивания по сравнению с традиционным горным способом добычи урана

Совершенствование горного производства с учетом современных требований природоохранного, социального и экономического характера возможно только на основе коренного преобразования технологии добычи и переработки руд. Перспективна по технико-экономическим показателям технология подземного выщелачивания (ПВ), предусматривающая перевод полезных компонентов в растворимое, легко извлекаемое из недр состояние непосредственно на месте залегания руд.

Главным преимуществом способа ПВ по сравнению с традиционным горным способом добычи урана является значительное улучшение экологических и экономических показателей производства, поскольку ПВ

исключает из технологической цепочки получения готовой продукции ряд трудоемких и экологически вредных операций, связанных как с добычей, так и с переработкой руд. При этом особенностью развития подземного выщелачивания в последние годы стало вовлечение в разработку сравнительно глубоко залегающих месторождений в форме узких протяженных залежей, сосредоточенных в слабопроницаемых породах, Переход с эрлифтного на насосный способ откачки растворов и использование высокопроизводительных погружных электронасосов, совершенствование гидродинамических режимов откачки-закачки растворов с определенным дебалансом откачки, что резко снижает потери и разубоживание продуктивных растворов, оптимизация сети разведочных и эксплуатационных скважин, применение пульсирующих режимов их работы и при этом основных положений трехмерной гидродинамики, создание вертикальных и горизонтальных противогидрофильных завес, развитие искусственной трещиноватости с использованием различных технических средств, в том числе и взрывного воздействия, в слабопроницаемых породах и рудах, увеличение диаметра прифилтровых зон, создание и внедрение новых технических средств - полиэтиленовых и стеклопластиковых труб, дисковых фильтров, технологии беструбного подъема раствора - все это способствовало дальнейшему повышению эффективности подземного выщелачивания урановых руд в нашей стране и расширению масштабов его применения на гидрогенных месторождениях. Успешное решение вопросов охраны окружающей среды как за счет естественной деминерализации и нейтрализации растворов, так и за счет специальной рекультивации недр создает ряд принципиальных экологических преимуществ его применения.

Важно отметить то, что зона урановых руд характеризуется содержаниями урана от тысячных до десятых долей, реже до целых процентов.

Подзона бедных (серых) руд характеризуется пониженным содержанием урана и сдвигом радиоактивного равновесия в сторону урана.

Подзона богатых (черных) руд характеризуется максимальным содержанием урана с практически равновесным соотношением урана и радия.

Подзона растворимых (разрушающихся) руд характеризуется началом процесса растворения ранее отложенных урановых минералов под действием кислородосодержащих вод. Радиоактивное равновесие смещается в сторону радия.

Подзона частичного окисления характеризуется началом окисления сульфидов железа.

Подзона неполного окисления характеризуется распространением окислительного процесса на все железосодержащие минералы, включая силикаты и магнетит, которые замещаются гидрооксидами.

Подзона полного окисления характеризуется полным замещением всех железосодержащих минералов гидрооксидами, полным выгоранием органики и сплошным развитием желтой или красной окраски.

Концентрация урана в подзонах частичного, неполного и полного окисления последовательно снижается от 5-6 до 1-2 г/т.

Руды различных подзон характеризуются различными свойствами

выщелачиваемости.

Эти особенности пластово-инфильтрационных месторождений урана должны учитываться при их отработке методом подземного выщелачивания. Технологические решения должны предусматривать возможность изменения концентрации подаваемого в скважины растворителя при производстве работ на той или иной подзоне месторождения (залежи).

Пластово-инфильтрационные месторождения урана представлены в Казахстане достаточно широко в пределах Шу-Сарысуйской, Сырдарьинской и частично Илийской провинций и контролируется региональными фронтами зон пластового окисления с протяженностью на сотни километров. Общие запасы урана, заключенные в месторождениях данного типа, составляют порядка 75% всех запасов урана Казахстана.

Промышленные объекты пластово-инфильтрационных месторождений республики представлены в Шу-Сарысуйской урановорудной провинции месторождениями Мынкудук, Акдала, Жалпак, Уванас, Канжуган, Моинкум, Инкай, Буденовское; в Сырдарьинской урановорудной провинции - месторождениями Северный и Южный Карамурун, Ирколь, Заречное, Харасан; в Илийской провинции - месторождением Сулучекинское [235, С.17].

В условиях рыночной экономики и меняющихся цен на уран, особое внимание при проектировании разработки месторождений и их залежей следует обращать на рентабельность добычи урана от использования принимаемых проектных решений. Проектирование осуществляется после проведения детальной разведки месторождения, подсчета запасов и сдачи его в эксплуатацию. В процессе разведки месторождения должны быть исследованы его геотехнологические условия, на основе которых подготовлены исходные данные для проектирования. Проектируемое предприятие по разработке месторождения методом ПВ должно в максимальной степени вписываться в существующие в районе хозяйственные, транспортные и другие связи и их использовать. В состав проектируемого предприятия ПВ должны входить:

1. Добычной комплекс.
2. Транспортная система рабочих и продуктивных растворов.
3. Технологическая установка по переработке продуктивных растворов.
4. Вспомогательные способы и сооружения, обеспечивающие основное производство (ремонтно-механические мастерские, складские помещения, гараж, бытовки, трансформаторная подстанция, компрессорная и т.д.).

Добычной комплекс является основой проектируемого предприятия и предназначена для подготовки месторождения эксплуатационными, наблюдательными и контрольными скважинами, подачи рабочих растворов в отрабатываемые рудоносные пласты, выщелачивания урана и выдачи продуктивных растворов на поверхность для дальнейшей их переработки.

Проектируемые системы отработки залежей месторождения включают в себя такие основные элементы, как схема расположения скважин, порядок их включения в работу, режим работы и последовательность из ликвидации. От эффективности принятых проектных решений по системам отработки зависит эффективность работы проектного предприятия в целом.

Основные требования, предъявляемые к проектируемым системам:

1. Расположение эксплуатационных скважин их работы должны создавать условия для сведения непроизводительных потерь продуктивных растворов и растворителя к минимуму и обеспечить максимальное извлечение урана из недр.

2. Скважины должны работать с максимально возможной в условиях месторождения производительностью.

3. Движение растворов в недрах и процесс выщелачивания урана в целом должны быть управляемыми.

Технологический комплекс включает в себя узел сорбции, регенерации и приготовление рабочих растворов.

Транспортная система растворов служит связующим звеном между технологическим и добычным комплексом. В пределах добычного комплекса она служит для разводки рабочих растворов по скважинам, сбора и перекачки продуктивных растворов к магистрали подачи растворов на технологический комплекс.

Исходные данные для проектирования предприятий по разработке месторождений методом подземного скважинного выщелачивания должны включать следующие сведения:

1. Географо-экономические — климат района, рельеф местности, гидрография, обеспеченность водой, энергией, топливом и т.п.

2. Геологические - геологическое строение месторождения, размеры залежей, их пространственное положение, содержание урана и других полезных компонентов, минералогия, породообразующие минералы, структура и текстура руды, взаимоотношение рудных и безрудных частей разреза залежей месторождения, площадные запасы металла и др.

Геологические исходные данные используются при разделении площади месторождения на залежи, участки и блоки выщелачивания, для определения их размеров, последовательности отработки, выбора схем вскрытия и систем разработки.

3. Гидрогеологические - основные параметры рудовмещающих водоносных горизонтов, включая литологический состав вмещающих пород, их мощность, глубину залегания горизонтов и уровней подземных вод, напоры подземных вод, дебиты скважин, коэффициенты фильтрации и проницаемость, контрастность проницаемости руд и безрудных пород, данные по водоупорам, минерализацию подземных вод, оценку степени сложности гидрогеологических условий отработки месторождения методом ПВ.

Эти данные используются при выборе схем расположения эксплуатационных скважин, расчете ореолов распространения растворов выщелачивания, обосновании схем закачки и откачки растворов, схем расположения наблюдательных скважин и для обоснования мероприятий по экологической защите водоносных горизонтов и водозаборов.

4. Геотехнологические - закономерности изменения концентрации урана в растворе и степень его изменения в зависимости от времени, скорости и длины пути фильтрации для различных типов руд и пород.

Геотехнологические исходные данные готовятся на основе изучения геотехнологических условий месторождений в процессе его детальной разведки путем гидрогеологических, геофизических исследований, лабораторных работ и опытных работ в натуральных условиях. На основании этих работ производится геотехнологическое районирование месторождения по условиям планируемой его отработки методом подземного скважинного выщелачивания, служащее основным документом для проектирования.

При проектировании разработки урановых месторождений методом подземного выщелачивания должны быть использованы передовые достижения науки, техники и производства в области подземного выщелачивания урана и других полезных ископаемых. Важность этого подтверждается разработанной специалистами [236, С.5-6] технологией, позволяющей повысить эколого-экономическую эффективность за счет снижения затрат и интенсификации выщелачивания. Предлагаемая технология доизвлечения металлов из недр включает выемку руды камерами, транспортировку ее на поверхность и обогащение, закладку отработанных камер хвостами обогащения и выщелачивание. Данная технология добычи полезных ископаемых с применением ПВ приведена на рис. 45.

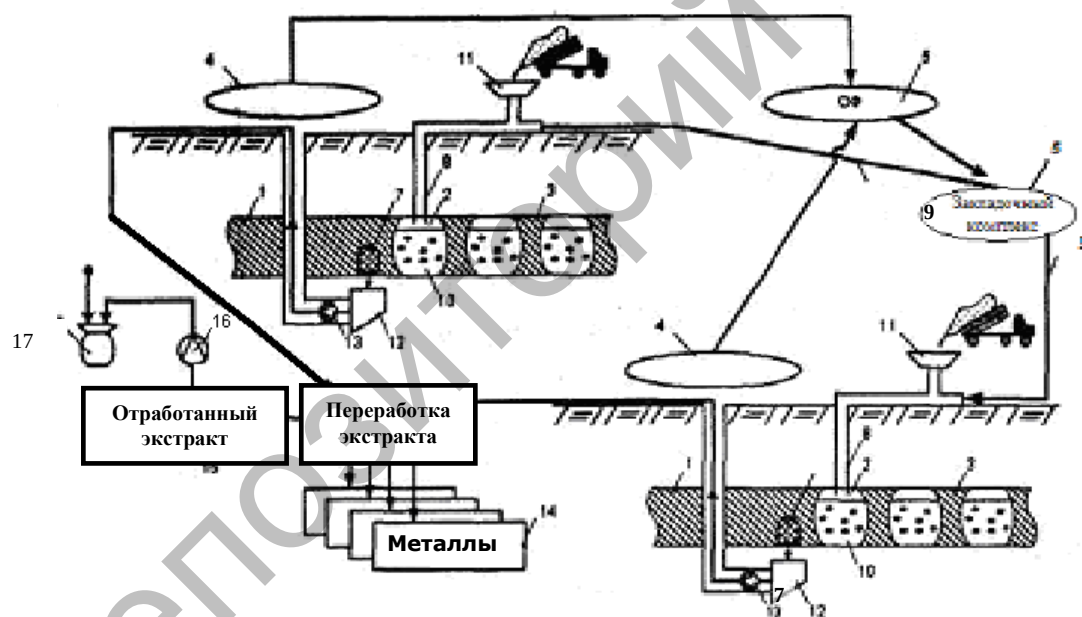


Рис. 45. Способ добычи полезных ископаемых с применением подземного выщелачивания (ПВ) (Примечание – данные работы [236, С.6])

Рудные тела (1) отрабатывают камерами (2) с оставлением столбчатых целиков (3). Отбитую руду (4) транспортируют на поверхность и перерабатывают на обогатительной фабрике (5). Хвосты обогащения направляют на закладочный комплекс (6), путем гидроциклонирования удаляют из них глинистую составляющую, не содержащую металлы, и сгущают до плотности 40-60% твердого. Выработанное пространство камер изолируют бетонными перемычками, проходят выпускные выработки (7), бурят с поверхности закладочную скважину (8). Хвосты обогащения

транспортируют с закладочного комплекса по трубопроводу (9) и подают через закладочную скважину в выработанное пространство камер.

После заполнения выработанного пространства на 85-95% производят дренаж воды из закладочного массива (10) и подают через закладочную скважину выщелачивающий раствор (11), образуя на поверхности закладочного массива прудок, объем которого пополняют по мере проникновения выщелачивающего раствора в закладочный массив. Выщелачивающий раствор постепенно пропитывает закладочный массив и оставленные в выработанном пространстве столбчатые целики, выщелачивая содержащиеся в них металлы. Полученный экстракт (12) выпускают через выпускные выработки и подают насосом (13) на поверхность для извлечения из него металлов. После извлечения металлов (14) отработанный экстракт (15) перекачивают насосом (16) в емкость (17), корректируют его концентрацию и снова используют в процессе выщелачивания.

Для обеспечения процесса выщелачивания воздухом используют принудительную вентиляцию горных выработок с центральных вентиляционных установок, которые работают на всасывание. После подачи в выработанное пространство необходимого объема хвостов обогащения открывают специальную заглушку на трубопроводе, через которую поступает воздух. В закладочном массиве могут быть установлены специальные перфорированные устройства, через которые при необходимости воздух может подаваться под давлением. Интенсификация процесса производится путем использования штаммов бактерий и электрического напряжения [236, С.6].

Использование предлагаемой технологии позволит повысить эффективность за счет уменьшения затрат на выщелачивание металлов из закладочного массива и оставленных запасов в целиках и интенсификации процесса выщелачивания. Кроме того, исключается воздействие агрессивного выщелачивающего раствора на насосы и другие механизмы трубопровода при транспортировке хвостов обогащения.

Расширение области применения ПВ-технологии при разработке рудных месторождений связано с созданием способов геотехнической подготовки горных массивов, предусматривающей искусственное увеличение нарушенности горной породы в соответствии с требованиями последующего технологического процесса доставки химически активного реагента к металлосодержащим минералам. Иначе говоря, речь идет о принципиальной возможности использования крупномасштабного подземного взрыва при геотехнической подготовке горных массивов. Дело в том, что при относительно невысоких удельных расходах энергии (условный расход ВВ (взрывчатые вещества) в пересчете на тротил составляет около 1 кг/м^3) крупномасштабный взрыв обеспечивает высокий выход мелких фракций [237, С.13-14].

Как показывает практика, оптимизация буровзрывных работ, обеспечение необходимой степени дробления руд при достижении заданной фильтрационной однородности отбитых рудных масс позволяют достичь извлечения урана на уровне 70-75%, а после повторных взрывных работ - 90-95%. Это ставит подземное выщелачивание на одну ступень с обычными

горными работами, а в отдельных случаях, учитывая более высокую безопасность работ, снижение выхода отходов, затрат на поддержание очистного пространства, - и на более высокую.

13.3 Необходимость широкомасштабного внедрения технологии кучного выщелачивания, обеспечивающей рентабельную переработку низкосортных руд

К настоящему времени разведанные запасы большинства рудных месторождений с высоким содержанием металлов уже в значительной степени отработаны. В связи с этим необходимо создать эффективные технологии переработки ранее заскладрованных на горных предприятиях металлосодержащих отвалов и хвостов. Этой цели наиболее соответствует технология кучного выщелачивания (КВ).

Относительная простота технологии кучного выщелачивания позволяет за счет уменьшения объемов капитального строительства и снижения эксплуатационных расходов значительно сократить сроки ввода месторождений в эксплуатацию, в несколько раз повысить производительность труда и в итоге существенно снизить стоимость конечного продукта [238, С.53].

Как правило, общими для всех геотехнологических предприятий являются объекты транспортировочного комплекса: магистральные трубопроводы рабочих и продуктивных растворов, сборные емкости, насосные станции. Перерабатывающий комплекс включает отделения сорбции, регенерации смол (сульфоуглей), электролиза элюатов, узлы приготовления реагентов и окислителей. Кроме того, имеются вспомогательные объекты — складские помещения с приемными площадками и емкостями, энергохозяйство, бытовые помещения, физико-химическая лаборатория и др.

В то же время резко отличаются инженерные решения по геотехнологическим комплексам предприятий. Так, в состав геотехнологического комплекса предприятия скважинного подземного выщелачивания (СПВ) входит скважинное поле с системой сборных и разводящих трубопроводов. Комплекс предприятия с шахтной системой выщелачивания (ШСВ) содержит блок замагазинированной руды с устройствами для ее орошения и сбора продуктов. Комплекс кучного выщелачивания (КВ) включает дробильное отделение и специально оборудованные площадки с системой орошения и сбора растворов [239, С.114].

Обычно выделяются следующие элементы технологии КВ: рудоподготовка, выщелачивание, осаждение, рекультивация промплощадок, жидких и твердых отходов. Объектом КВ служат металлосодержащие бедные, забалансовые комплексные и трудноперерабатываемые руды, минерализованные вскрышные породы с содержанием металла (например, золота) от 0,5-0,7 до 3-5 г/т. Классификацию штабелей КВ производят по нескольким характеристикам, каждая из которых существенно влияет на показатели технологического процесса [240, С.36]:

1. По крупности выщелачиваемой руды штабели КВ подразделяют на сложенные из крупнокусковой массы со средним размером 150-200 мм (преимущественно металлосодержащие породы вскрыши и горная масса ранее сформированных отвалов, сюда входят также руды с прожилковой минерализацией), среднедробленые руды с кусками размером 20-50 мм (рядовые руды месторождений полезных ископаемых) и мелкодробленые руды — 1-5 мм (пески пульпо- и хвостохранилищ, упорные руды с тонкодисперсной минерализацией металла, например, золота и др.). В эту же группу входят штабели КВ, сформированные из руд, прошедших предварительную обработку, в частности, агломерацию.

2. Штабели КВ подразделяют в соответствии с применяемой при их формировании техникой и технологией, определяющих форму и внутреннюю структуру штабеля. Наиболее распространенным является отсыпка штабеля КВ с помощью автосамосвалов. Их использование, наряду с такими положительными качествами, как высокая маневренность и производительность, характеризуется и некоторыми недостатками (утрамбовка выщелачиваемой горной массы колесами, ее неконтролируемая сегрегация и т. д.). Кардинально решает эти проблемы использование при формировании штабелей КВ различных тельферов или экскаваторов, но при этом процесс отсыпки горной массы удорожается, а производительность снижается. При складировании мелкодробленой горной массы могут быть использованы разнообразные гидромониторы.

3. Рельеф местности и выработка существенно влияет на показатели процесса КВ.

4. Основание и покрытие штабелей является важным фактором в технологиях КВ. Гидронепроницаемое основание является одной из основных частей штабеля. Оно служит для предотвращения потерь рабочих и продуктивных растворов и обеспечивает охрану окружающей среды от загрязнения.

5. Кратность использования штабелей КВ также является определяющим технологическим и параметрическим фактором. Штабели могут быть одно- и многоразового использования. Обычно высота штабеля однократного использования составляет от 1,5 до 5,8 м. Высота штабеля может быть увеличена за счет создания на его поверхности замкнутого вала высотой 0,5-1,5 м, например, для образования прудка выщелачивающих растворов. Кратность использования определяет количество слоев штабеля.

Высота и конструкция штабеля КВ зависят и от конкретного способа выщелачивания. Так, высота штабеля КВ однократного использования для крупно- и среднедробленых руд обычно составляет 10-15 м. Для выщелачивания мелкодробленой горной массы или при послойном технологическом процессе, когда на ранее выщелоченный слой, покрыв его пленкой, отсыпают новый слой руды, мощность штабеля или отдельных слоев составляет 1-2 м.

6. При формировании штабелей на ряде предприятий предусматривают системы интенсификации процесса КВ. Это может быть закладка электродов с целью электрохимической обработки руд, сооружение в штабеле КВ

подвижного основания в виде надувных баллонов или гидравлических секций.

Интенсификация процессов кучного выщелачивания достигается и за счет взрывного нарушения гидродинамических каналов, образовавшихся в период обработки массива руды растворами реагентов. В результате взрывного встряхивания штабеля КВ старые каналы закрываются и растворы поступают к малопроработанным участкам руд. Интенсификация растворения металлов при КВ может происходить за счет электрохимических процессов.

7. Классификацию штабелей КВ необходимо также производить с учетом технологии выщелачивания, применяемой при отрицательных температурах. Это может быть полное экранирование штабеля и зумпфа, предотвращающее их промерзание. Применяют подогрев технологических растворов.

8. Характер обработки массива технологическими растворами. Для распределения растворов по поверхности штабеля используют распределители, выполненные в виде резиновых трубок и механических разбрызгивателей с радиусом действия 9-10 м. Однако орошение штабеля путем разбрызгивания или распыления растворов не всегда приносит хорошие результаты. Поэтому в соответствии с разработками фирмы Windfoll Venture при выщелачивании доломитовой руды с тонковкрапленным золотом, содержащей 50% фракции - 150 мкм, формируют штабель высотой 10,6 м, на вершине которого сооружают берму и устраивают прудок из цианистого раствора.

В случае формирования штабеля из слоев с различным содержанием металлов выщелачивающий реагент подают к соответствующему отработываемому слою, что исключает потери полезных компонентов при выщелачивании нижних отработанных слоев из-за снижения их проницаемости.

В целом для реализации добычи металлов способом КВ руд необходимо тщательное изучение условий растворения и миграции металла выщелачивающими растворами из всех форм его рудной минерализации, а также возможности его извлечения из продуктивного раствора.

13.4 Распространение способа кучного выщелачивания благородных металлов из низкосортных руд за рубежом

За рубежом способ кучного выщелачивания благородных металлов из низкосортных руд получил широкое распространение. Во многих странах мира (США, Канада, Австралия, Бразилия, ЮАР и др.) работы по КВ золота начались в 60-70-х годах прошлого столетия. Необходимость освоения этого метода была вызвана снижением качества руд и существенным ростом цен на золото. Исследования показали, что КВ – именно тот метод, который может существенно повлиять на выход золотодобывающей промышленности из сложного положения и способствовать увеличению производства золота.

Внедрение метода КВ обеспечило ряду стран существенное увеличение производства золота. Причем в технологии кучного выщелачивания за рубежом используют в основном низкосортные руды с содержанием золота 1-2

г/т. Вместе с тем на ряде предприятий США перерабатывают руды с содержанием золота до 6,4 г/т.

В программе внедрения технологии КВ в США важное место отводится проблеме обеспечения предприятий сырьем.

Горное бюро разработало специальную программу поиска и разведки месторождений низкосортных руд, пригодных для КВ, подкрепив ее выполнение определенными льготами и разумной государственной налоговой политикой. Например, доля налогов в стоимости золота, добываемого в ведущих золотодобывающих странах мира, таких как ЮАР и США, составляет 31 и 20 % соответственно, против 60 % в России. Следует отметить, что такой неразумной налоговой политики не позволяет себе ни одно государство мира, занимающееся добычей валютного металла. В итоге за короткое время в США было выявлено и переоценено значительное количество месторождений, что позволило создать надежную сырьевую базу КВ.

В настоящее время в США технологию кучного выщелачивания применяют более чем на 150 предприятиях. При этом предприятия, использующие только технологию КВ, составляют 80 %, а предприятия, где метод КВ применяют параллельно с фабричной переработкой более богатых руд - 20 % [241, С.123].

В качестве растворителей на подавляющем большинстве предприятий используют цианид натрия и только на единичных — тиомочевину. Осаждение золота из растворов за рубежом производят на уголь, цинковую стружку, либо цинковую пыль, съём золота с осадителей — по существующим в золотопромышленности схемам.

В структуре ежегодной добычи золота в России наибольшая часть приходится на золото, добываемое из россыпей в основном старательскими артелями. Истощение сырьевой базы россыпной золотодобычи предопределило переориентацию ряда старательских артелей и различного рода АОЗТ на добычу золота из рудного сырья и в первую очередь по технологии КВ. Это наиболее экономичный и одновременно экологически безопасный процесс, позволяющий практически за один год внедрения получить товарную продукцию в виде слитка и окупить капитальные затраты на создание промышленных мощностей; последующие годы эксплуатации принесут чистую прибыль, часть которой может быть направлена на финансирование геологоразведочных работ на флангах месторождений с целью расширения сырьевой базы, а часть - на увеличение масштабов производства, что в свою очередь снизит себестоимость добычи 1 г золота [242, С.39].

В России еще в конце 70-х годов XX столетия институтами Иргиредмет, ВНИПИгорцветмет совместно с ВПО "Союззолото" и предприятиями Мингео СССР был проведен значительный объем научно-исследовательских и опытно-промышленных работ по КВ золота. Были выявлены и рекомендованы для переработки методом КВ различных 15 объектов.

Начиная с 90-х годов НИИ ЦНИГРИ, Иргиредмет, ВНИИХТ, МГГА, ВНИИ-1 и проектными Сибгипрозолото. ВНИПИпромтехнологии был выполнен комплекс работ по выявлению объектов, пригодных для отработки

методом КВ; разработке технологии и отечественных технических средств и материалов, необходимых для промышленного освоения КВ. На основе выполненных лабораторных, полупромышленных и опытно-промышленных испытаний были разработаны технологические регламенты и подготовлены проекты ряда промышленных предприятий.

Положительным примером использования технологии КВ в России стало создание установки по переработки руд месторождения Майское (Хакасия). При освоении технологии КВ Майского месторождения Иргиредмет провел комплексные полупромышленные испытания в замкнутом цикле с отработкой оптимальных режимов и параметров основных операций: рудоподготовки, выщелачивания цианистыми растворами, осаждения золота из продуктивных растворов цементацией на цинковую стружку, кислотного разложения золотоцинкового шлама, руднотермической плавки, обезвреживания хвостов КВ и сбросных растворов. Одновременно решались экологические вопросы. По разработанной Иргиредметом технологии и проекту, выполненному «Сибгипрозолото», старательской артелью «Саяны» была построена и в 1994 г. пущена в эксплуатацию промышленная установка КВ с проектной производительностью 300 тыс.т руды. На выщелачивание цианистым раствором направляют дробленую руду класса – 5 мм с содержанием золота 5,7 г/т. Извлечение золота из продуктивных растворов проводят цементацией на цинковую стружку. Осадки плавят. Металл в виде сплава Доре (сплав золота с серебром) отправляют на аффинажный завод.

Важно обратить внимание на тот факт, что в последние годы наибольший интерес к внедрению технологии КВ из рудных, россыпных, в том числе высокоглинистых, с тонким золотом, а также техногенных месторождений проявляют старательские артели и другие коммерческие структуры. Они интенсивно оформляют лицензии, отбирают пробы на технологические испытания и заказывают проекты строительства предприятий КВ. Следует отметить, что в основном — это небольшого масштаба предприятия с производительностью 150-300 тыс.т руды в год, редко 600 тыс.т [241, С.124]. Значит, в будущем решающее слово в распространении технологии КВ золота в России должны сказать старательские артели, хорошо зарекомендовавшие себя высокопроизводительным и прибыльным ведением хозяйства в рыночных условиях.

Важно отметить и то, что позитивный зарубежный опыт работы промышленных установок КВ золота из рудного и техногенного сырья показывает возможность и перспективность использования метода КВ в суровых климатических условиях Казахстана и целесообразность широкомасштабного его внедрения.

13.5 Ускорение внедрения кучного выщелачивания в отечественную практику золотодобычи

Одной из важнейших государственных задач Республики Казахстан

является ликвидация спада производства в золотодобывающей промышленности и ускоренное пополнение золотого запаса - основы экономической независимости государства.

Недра Казахстана содержат значительные запасы золота, характеризуются большим разнообразием горно-геологических условий залегания месторождений, многообразием форм нахождения золота в рудах и сложностью его извлечения.

На сегодняшний день Государственным балансом республики учтены запасы по 237 объектам, из которых 122 – коренных, 81 – комплексное и 34 – россыпных. Месторождения золота выявлены во всех регионах страны. При этом по уровню запасов лидирующее положение занимают Восточный, Северный и Центральный Казахстан. Золоторудные и золотосодержащие месторождения локализованы в 16 горнорудных районах, важнейшими из которых являются: Калбинский и Рудно-Алтайский в Восточном Казахстане (месторождения «Бакырчик», «Большевик», «Риддер-Сокольное» и другие); Кокшетауский и Жолымбет-Бестобинский в Северном Казахстане (месторождения «Васильковское», «Жолымбет», «Бестобе» и другие); Чу-Илийский и Джунгарский в Южном Казахстане («Акбакай», «Бескемпир», «Архарлы» и другие); Майкаинский и Северо-Балхашский в Центральном Казахстане («Майкаин», «Бощекуль», «Саяк IV», «Долинное» и другие); Жетыгаринский и Мугоджарский в Западном Казахстане («Жетыгара», «Комаровское», «Юбилейное» и другие) [243, С.16].

Основными геолого-промышленными типами месторождений золота в Казахстане являются: кварцево-жильный, штокверковый, минерализованных зон, комплексный (медный, колчеданно-полиметаллический). На долю экзогенных месторождений (россыпи и золотоносные коры выветривания) приходится около 1,5-2% активных запасов.

Значительны скопления золота в техногенном сырье – хвостохранилищах обогатительных фабрик (ОФ) золоторудных и полиметаллических предприятий. Сейчас в хвостохранилищах золото-полиметаллических ОФ накоплены десятки миллионов тонн отходов, аккумулировано порядка 150-170 т золота, 2-2,5 тыс. т серебра. По отдельным хвостохранилищам содержание золота достигает 2-2,5 г/т, серебра 20-30 г/т. Хвосты обогащения руд, занимая огромные площади земельных угодий, наносят ощутимый вред окружающей среде. Они интенсивно загрязняют почвы и водоемы, вблизи хвостохранилищ образуются пыльные бури, с запыленностью воздуха токсичными элементами, превышающими допустимые санитарные нормы в 15-20 раз. Все это определяет необходимость решения вопросов, связанных с утилизацией и ликвидацией промышленных отходов [244, С.79].

Кстати истощение запасов богатых золотоносных руд заставляет обратить внимание на бедные забалансовые руды, хвосты обогащения и техногенные месторождения. Переработка такого сырья традиционными методами нерентабельна. Вместе с тем ввод в переработку сырья подобного рода сулит существенное увеличение добычи благородных металлов, потребность в которых увеличивается с каждым годом.

Известно, что в Казахстане более существенную роль как в запасах, так и в добыче играют комплексные месторождения, гораздо меньший удельный вес имеют золото-меднопорфировые и россыпные месторождения. По уровню запасов, их качеству основные золоторудные месторождения Казахстана сопоставимы с месторождениями зарубежных стран и в принципе могли бы обеспечить более высокий уровень производства золота в стране. Однако имеются факторы, сдерживающие увеличение добычи и переработки золотосодержащих руд в республике. Рассмотрим некоторые из них [243, С.17]:

- отсутствие новых крупных золоторудных месторождений и т. д. Пока отсутствуют новые крупные золоторудные месторождения, которые могли бы служить базовыми объектами для устойчивого развития отрасли на длительную перспективу. При государственном финансировании геофизических и геологоразведочных работ возможно нахождение таких объектов;

- более 50 % имеющихся активных запасов руд характеризуются как сложные для обогащения, содержат вредные примеси - мышьяк и сурьму. Для их освоения требуется более квалифицированный подход в плане разработки технологий с учетом жестких экологических требований, более серьезных и долговременных инвестиций. Существующие финансовые институты не рассчитаны на долговременное кредитование;

- реальные запасы золота по собственно золоторудным месторождениям, готовые к отработке, не обеспечивают прогнозируемый уровень производства золота по республике в 30-35 тонн;

- ошибочное применение или копирование технологий (большей частью западных), включающих и финансовые технологии, позволяющих получить быструю прибыль с наиболее богатой и легко обогатимой части месторождения, а остальную часть признать нерентабельной с соответствующим пересчетом запасов в сторону уменьшения;

- возможности расширения минерально-сырьевой базы за счет комплексных месторождений лимитируется отсутствием подготовленных крупных резервных месторождений.

Решение проблемы минерально-сырьевой базы невозможно без поисков и разведки новых месторождений, конкурентоспособных в современных условиях. Если с реальной рудной базой и наличием геологической информации на начало работ на месторождениях все нормально, то, с точки зрения использования технологических приемов извлечения золота, вопрос остается открытым.

Дело в том, что изменение структуры запасов в золотосодержащей отрасли Казахстана, вовлечение в эксплуатацию средних и мелких месторождений, в том числе месторождений с низким содержанием золота, вызывает необходимость добычи и обогащения большого количества рудного сырья, что значительно повышает себестоимость металла. Все это выдвигает в число первоочередных проблем внедрение в производство новых прогрессивных технологий, обеспечивающих рентабельную переработку

низкосортных руд. К такой технологии можно отнести как раз способ кучного выщелачивания благородных металлов из низкосортных руд. Популярность данного метода объясняется низким энергопотреблением, высокой производительностью труда и, как следствие, низкой себестоимостью. Между прочим в странах СНГ впервые метод КВ стал применяться на Васильковском ГОКе (расположен недалеко от города Кокшетау Акмолинской области).

Мировая горнорудная практика показывает, что метод КВ наиболее пригоден для руд, куски которых достаточно проницаемы для выщелачивающих растворов руд, золото в которых находится в микротрещинах и на плоскостях скола. В этих случаях золото способно выщелачиваться из руды крупностью -6, -20, -50 мм, в отдельных случаях -100. Крупность руды для кучного выщелачивания определяется в каждом конкретном случае технологическими исследованиями. Решающее значение для эффективности процесса КВ имеют правильная предварительная подготовка и отсыпка рудной массы, оптимальный способ орошения, способы интенсификации процесса выщелачивания. Для переработки хвостов обогащения руд, в частности, целесообразно предварительное их окомкование с цианистыми растворами, обеспечивающее высокую степень извлечения золота.

Золото- и серебросодержащее сырье агломерируется в щелочной среде с использованием известкового молока, извести, портландцемента. В качестве связующего добавляется каустическая сода. Процесс агломерации сокращает продолжительность выщелачивания, увеличивает концентрацию целевых компонентов в растворе.

Проблема КВ золота тесно увязывается с проблемой поиска малотоксичных растворителей. При использовании аминокислот и гуминовых кислот для КВ себестоимость переработки оказывается на 27-31% выше, чем при цианировании, и на 40-42% ниже, чем при выщелачивании тиомочевинной. Известен способ выщелачивания золота с использованием тиосульфата аммония. В качестве заменителя цианидов исследовались также хлоридсодержащие реагенты. Интересны возможности использования в качестве растворителей тиомочевины и активного хлора. Достаточно хорошая эффективность извлечения золота достигается при применении кислотно-хлоридного растворителя. Однако как показывает практика, несмотря на достоинства того или иного растворителя и недостатка цианидов, вследствие высокой токсичности, наиболее широкое распространение в мировой горнорудной практике при кучном выщелачивании золота получил цианид натрия. При использовании цианида натрия существенное влияние на процесс выщелачивания оказывают концентрации цианида и кислорода и pH раствора [245, С.13].

Как свидетельствует мировая горнорудная практика отходы обогащательного производства эффективно могут перерабатываться геотехнологическими и гидрометаллургическими методами, например, кучным выщелачиванием. Поскольку опыт применения кучного выщелачивания золота, особенно в странах СНГ, пока еще довольно ограничен, а для

переработки хвостов флотационного обогащения золотосодержащих руд практически отсутствует, создание эффективной технологии добычи золота из накопленных отходов флотационного обогащения руд должно быть связано с решением комплекса задач, таких как [244, С.80]:

- анализ мирового и республиканского золотопроизводства, выявление тенденций его развития;
- оценка отходов обогатительного производства горнорудных предприятий Казахстана, подсчет запасов золота в хвостохранилищах и поиск возможных технологий его извлечения;
- геотехнологическая классификация золотосодержащих отходов;
- технологические исследования выщелачивания золота из отходов обогащения руд;
- разработка технологических схем добычи золота из отходов для объектов опытно-промышленных работ;
- разработка инженерных методов расчета параметров технологии;
- технико-экономическое обоснование строительства и эксплуатации опытно-промышленных комплексов добычи золота на выбранных объектах;
- реализация результатов научных исследований в проекты и производство.

Решение перечисленных задач позволит сформировать базу научно-методического и инженерного обеспечения работ для освоения и внедрения технологии повторного извлечения золота из отходов обогатительного производства на рудниках Казахстана. Основная идея при создании эффективной технологии заключается в адаптации разрабатываемых схем и параметров технологий геотехнологическим свойствам и особенностям хвостов обогащения руд.

Для ускорения внедрения кучного выщелачивания в отечественную практику золотодобычи, в том числе в практику переработки хвостов, каждое из эксплуатируемых и разведываемых месторождений, а также каждое из золотосодержащих хвостохранилищ должны быть подвергнуты геотехнологической оценке и создана надежная методическая база формирования параметров технологии.

К числу определяющих факторов применения кучного выщелачивания золота из хвостов обогащения руд относятся: состояние хвостохранилищ, наличие достаточности запасов для организации КВ, климатические условия района работ, вещественный состав хвостов, формы нахождения золота в перерабатываемом материале, состояние поверхности золотинок и их величина, соответствие параметров технологии условиям выщелачивания. Степень влияния того или иного фактора зависит от конкретных природных и производственных условий. Поэтому решение вопроса применения кучного выщелачивания для добычи золота из хвостов, в первую очередь должно базироваться на степени изученности геотехнологической пригодности материала к выщелачиванию.

По данным исследования [245, С.14], общие закономерности

экономической эффективности кучного выщелачивания золота по результатам анализа мировой горнорудной практики выглядят следующим образом:

Удельные капитальные затраты (%) на:

– установки дробления и извлечение золота	-60,0
– устройства для доставки руды и формирования штабеля	-10,7
– строительство площадки КВ	-13,3
– установки обезвреживания стоков	-16,0
Итого:	-100,0

Эксплуатационные расходы, %:

– рабочая сила	-44,9
– реагенты и материалы	-20,0
– электроэнергия	-2,5
– доставка руды, отсыпка штабеля (исключая рабочую силу)	-23,3
– обезвреживание стоков	-9,3
Итого:	-100,0

Капитальные затраты на осуществление процесса КВ составляют 20-25%, а эксплуатационные - 35-40% от затрат на традиционный цианистый процесс.

Таким образом, кучное выщелачивание является перспективной технологией для извлечения золота из беднотоварных руд и техногенного сырья горнодобывающих предприятий, уже находит на ряде предприятий применение и в ближайшее время может получить широкое распространение в Казахстане.

Глава 14. ПРИМЕНЕНИЕ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ ДЛЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ ОСВОЕНИЯ НОВЫХ ГОРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ (НА ПРИМЕРЕ УГОЛЬНОЙ ОТРАСЛИ)

14.1 Использование логистической кривой в деятельности предприятия

Выше нами указывалось (в третьей главе), что развитие многих процессов в экономике, в том числе и на предприятиях, отражается логистической кривой, представляющей собой временную либо другую зависимость параметров объекта. Логистическую кривую еще называют S-образной, так как она напоминает букву S, но смещенную вправо в верхней ее части и влево — в нижней. S-образной кривой моделируется процесс резкого (скачком) перехода от одного стабильного состояния к другому, процесс радикальных изменений организации, сопровождающих ее инновационную деятельность, процесс нарастания и развития кризисных явлений.

Ряд исследователей называют логистическую функцию «учебной» кривой: люди растут через испытания и ошибки, достигают уверенности и мастерства, однако если не продолжают совершенствоваться, их работоспособность и достижения начинают снижаться. Эту аналогию можно перенести на конкретные компании, которые, достигнув успеха в своем виде производства, наслаждаются жизнью и вдруг в один «прекрасный» момент начинают понимать, что они уже далеко не первые.

Чарльз Хэнди – автор книги «За пределами определенности» считает, что секрет постоянного роста компании заключается в том, чтобы перейти на новую S-образную кривую до того, как первая иссякнет. На рис.46 представлено, как это может выглядеть.

Руководитель компании (предприятия) мирового класса обязан работать эффективно не только на одной или другой S-образной кривой, но и на обеих одновременно, причем стратегии руководства на каждой из них имеют свои особенности. На первой — компания улучшает свое настоящее, на второй — разрабатывает свое будущее.

Идея использовать логистические кривые в руководстве компанией не нова. Имеется ряд работ по применению S-образной кривой в экономическом и научно-техническом прогнозировании. Ее применял в своем труде «Сумма технологии» знаменитый писатель-фантаст Станислав Лем и получил качественные выводы о научно-техническом развитии, которые представляют интерес по сей день. Метод логистических кривых используется в фундаментальных монографиях, учебниках и учебных пособиях о техническом прогрессе [247-250]. Но особое место S-образной кривой в стратегии нововведений, в конкурентной борьбе, путях и способах разработки новых видов продукции, а также значение фундаментальных исследований в освоении новых технологий показал Р. Фостер — директор известной американской консультационной компании McKinsey в своей известной книге [251].

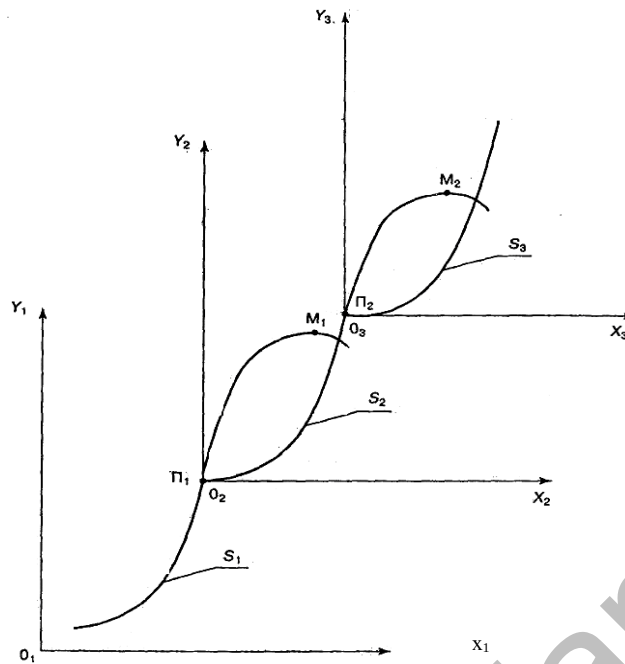


Рис. 46. Секрет постоянного роста компаний (предприятий): Π_1, Π_2 - точки перегиба кривых; M_1, M_2 - точки максимума кривых (Примечание – данные работы [246, С.124])

Как отмечают вышеуказанные авторы, в конце XX века и начале XXI столетия технологии широкого применения стали основным мотором экономического роста. Такие технологии, которые допускают многочисленные усовершенствования, имеют различные варианты использования, применимы во многих секторах народного хозяйства и способны сочетаться с другими технологиями, повышая их эффективность. Благодаря перечисленным качествам каждая технология широкого применения порождает новые технологии, принципиально меняя технологическую структуру народного хозяйства, препятствуя убыванию отдачи факторов производства и тем самым поддерживая экономический рост.

Примерами подобных инноваций служат паровая машина, электрический двигатель, компьютер, Интернет. К их числу относят также новые способы организации производства, например системы фабричного или массового производства. Чтобы избежать замедления экономического роста, необходимо вовремя создать новые технологии широкого применения, которые придут на смену старым, либо дополняют их, либо будут сосуществовать с ними. Однако они появляются сравнительно редко.

Одно поколение машин, продуктов, технологий сменяет другое, одни модели (внутри поколения) - другие. Со временем каждое последующее поколение, каждая последующая модель начинают приносить все меньшие приросты производительности, а затраты на их внедрение, если и не возрастают, то не уменьшаются. В этом есть некий технологический императив, а именно: всякое принципиально новое направление техники небеспрельдно, не может дать больше того, что в нем заключено.

Вначале, когда средства вкладывают в разработки нового продукта,

успехи незначительны. Затем, когда в дело идут ключевые для достижения успеха знания, результаты улучшаются скачкообразно. Наконец, по мере инвестирования в данный продукт или процесс дополнительных средств технический прогресс становится все более трудным и дорогостоящим, т. е. достигает своего предела. В экономическом мире технологические пределы указывают, какие технологии, машины и процессы скоро начнут устаревать. Они представляют собой ту причину, по которой продукты в конце концов перестают приносить доход компаниям. Способность менеджеров распознавать пределы имеет решающее значение при определении успеха или неудачи компании, ибо предел - самый надежный ключ к выявлению момента, когда придется разрабатывать новую технологию.

Суть вопроса такова: как бы ни определять технологию, она всегда имеет предел - либо в виде предела для конкретной технологии, либо в виде последовательности пределов для нескольких технологий, которые вместе образуют более крупную технологию, продукт или метод ведения дел. Если достигнут предел, то, как ни старайся, продвижение вперед невозможно. По мере приближения к пределу издержки, связанные с дальнейшим продвижением, резко возрастают. Следовательно, для компании важно осознать технологический предел, чтобы предвидеть перемены и перестать вкладывать деньги в то, что уже нельзя усовершенствовать.

Иначе говоря, важнейшее стратегическое решение заключается в выборе: поддерживать ли существующую технологию или осуществлять вложения в новую. Для определения момента разработки новых технологий известен метод «управление технологическими разрывами». Он основан на использовании зависимости между уровнем затрат на улучшение технологии и получаемыми при этом результатами, которая имеет вид логистической (S - образной) кривой. Когда ее крутая средняя часть становится пологой, это означает, что технология достигает своего естественного предела. С этого момента вложения ресурсов в совершенствование технологии эффекта не приносят.

Достижения какой-либо технологией предела своего развития не означает отсутствия другой, которая может эффективно решить проблемы потребителя. У новой технологии своя S - образная кривая. Промежуток между двумя логистическими кривыми называется технологическим разрывом.

14.2 Параметризация логистической функции

На сегодняшний день кривые с насыщением получили большое распространение в эконометрике. К этому типу кривых относится кривая Гомперца – S-образная кривая, предложенная Б. Гомперцем (1799—1865), которая имеет вид

$$y=Ka^bt, \quad (29)$$

где K , a , b - параметры; t - время (1,2,...).

Кривая Гомперца используется для аналитического выражения

тенденции развития показателя во времени, имеющего ограничения на рост (рис. 47).

Если $\log a < 0$, то верхний предел для показателя y равен параметру K , а нижний - 0. Если $\log a > 0$, то кривая имеет лишь нижний предел, равный величине параметра K (рис. 47 в, г).

Для определения параметров тренда a и b может использоваться метод наименьших квадратов, только если задан параметр K . В противном случае возможно лишь приближенное оценивание параметров. Кривая Гомперца применяется в демографических расчетах и страховом деле [252, С.20-21].

Иногда в основе логистической функции лежит закономерность, выражаемая уравнением Ферхюльста [246, С.122-123]:

$$y = \frac{A}{1 + 10^{a+bx}} + C, \quad (30)$$

где Y – значение функции; A – расстояние между верхней и нижней асимптотами; a, b – параметры, определяющие наклон, изгиб и точки перегиба графика логистической функции; X – время; C – нижняя асимптота, т.е. предел, с которого начинается рост функции.

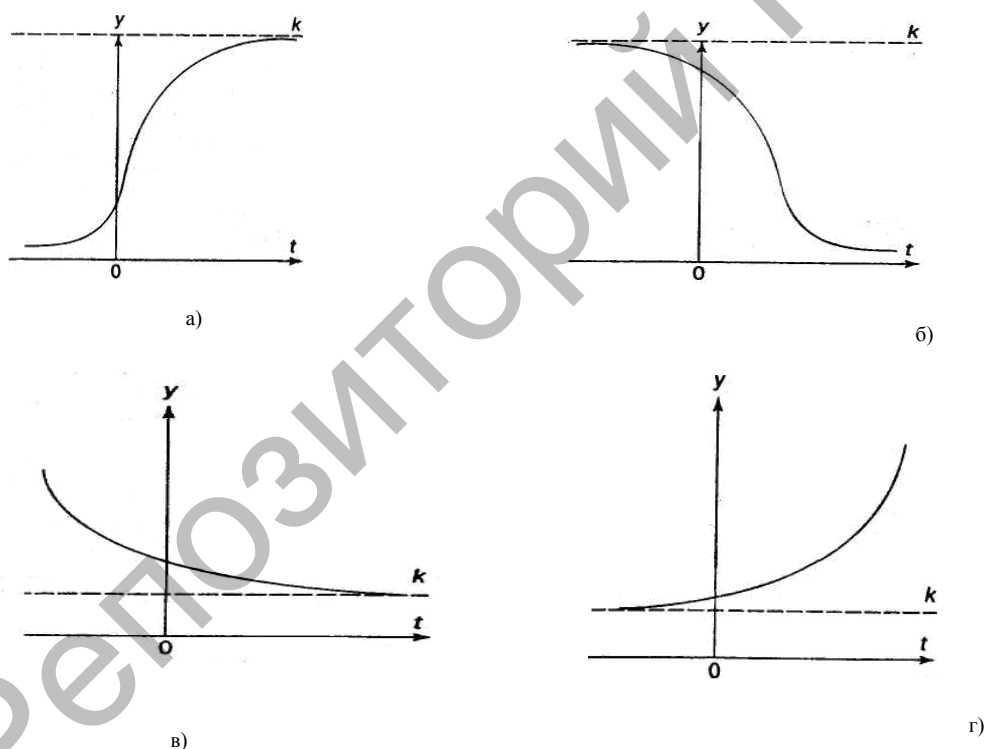


Рис. 47. Кривая Гомперца: а – $\log a < 0$ при $b < 1$; б – $\log a < 0$ при $b > 1$; в – $\log a > 0$ при $b < 1$; г – $\log a > 0$ при $b > 1$. (Примечание – данные работы [252, С.21])

Данная концептуальная модель, с помощью которой описывают законы роста, присущего многим формам и условиям жизни, а также сфере материального производства и процессам потребительского спроса, может быть представлена логистической функцией (рис. 48).

Изучение динамики многих экономических и социальных процессов показало, что для исследований можно использовать математическую модель

Ленца (модель биологической популяции при наличии ограничений). Эту модель, применительно к генерации новой информации, обычно записывают следующим образом [253, С.231-232]:

$$I = \frac{L}{1 + ae^{-bt}}, \quad (31)$$

где I - накопленная информация (состояние знания) в момент времени t ; L - верхний предел информации (обусловленный ограничениями); t - время; a - безразмерная константа; b — константа, имеющая размерность: единица на время.

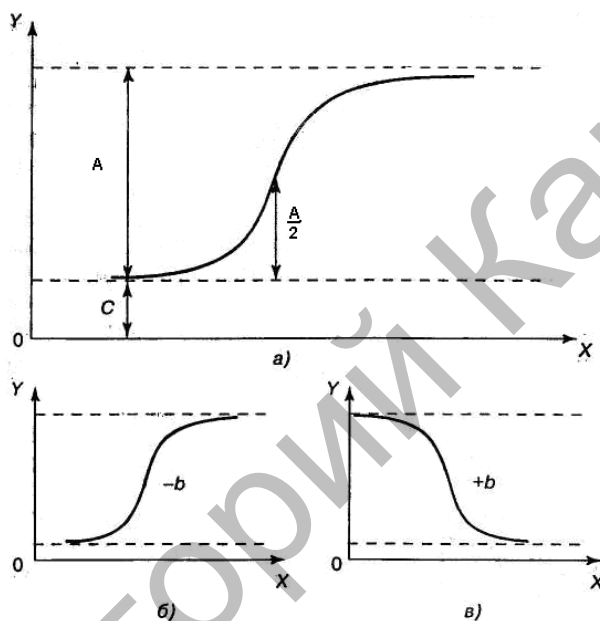


Рис. 48. Графики логистических функций (Примечание - данные работы [246, С.123])

Как видно из рис. 49, кривая симметрична относительно точки перегиба в пределах от $I = 0$ (при $t = -\infty$) до $I = L$ (при $t = +\infty$). Положив вторую производную равной нулю, $d^2I/dt^2 = 0$ легко показать, что точка перегиба приходится на $t = \ln a/b$ и что накопленная информация в этой точке всегда составляет половину предельного значения: $I = L/2$.

Константа a задает положение кривой во временном измерении (изменение значения a означает сдвиг кривой вправо или влево). Константа b задает наклон кривой.

Значение I в заданный момент прошлого или настоящего устанавливается эмпирическим путем. Если верхний предел L может быть установлен исходя из теоретических соображений, можно задать определенное значение константы a : $a = L/I_0 - 1$, где I_0 обозначает I в момент $t = 0$.

Константа b может быть определена по известной или оцененной величине тангенса угла наклона кривой dI/dt в момент $t = 0$:

$$b = \frac{(1+a)^2}{aL} \left(\frac{dI}{dt} \right)_{t=0} \quad (32)$$

или по известному или оцененному «времени удвоения» $t_{1/2}$:

$$b = \frac{1}{t_{1/2}} \ln \frac{2a}{a-1} . \quad (33)$$

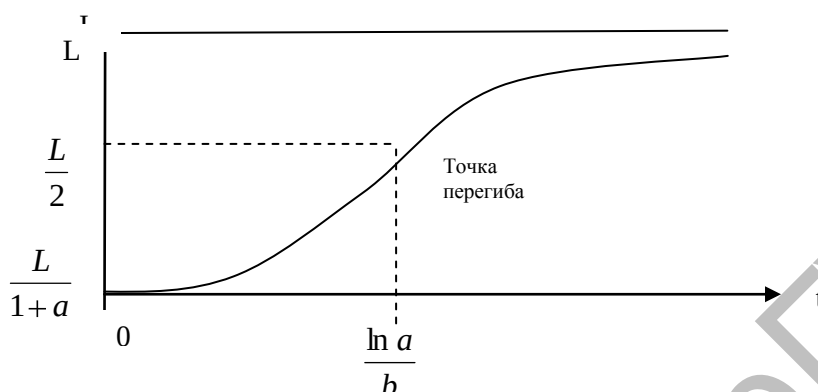


Рис. 49. Графическое представление модели Ленца (Примечание - данные работы [253, С.232])

Уравнение (33) справедливо лишь до тех пор, пока не достигнута точка перегиба (так как в этой точке значение I уже равно $L/2$ и не может удвоиться после точки перегиба). Если точка перегиба уже перекрыта эмпирически найденной или оцененной частью кривой, величину b можно просто определить по моменту времени t_i , соответствующему точке перегиба:

$$b = \frac{\ln a}{t_i} . \quad (34)$$

Таким образом, если известен некий окончательный предел, полная кривая может быть экстраполирована на основе очень короткого временного ряда [253, С.233].

Впервые логистическая кривая была применена А.Кетле (1796-1874) для расчета численности населения [252, С.22]. Рассмотрим возможности использования логистической кривой для составления прогноза темпов технического прогресса в угольной отрасли.

14.3 Прогнозирование темпов технического прогресса в угольной промышленности с применением логистической кривой

В разработке прогноза темпов технического прогресса в угольной отрасли до 2030 г. (в рамках реализации «Стратегии: Казахстан - 2030») важно определить этапы проведения этой работы, методологические и методические подходы, исходную базу, выявив и отобрав наиболее прогрессивные тенденции, выработать критерии экономических оценок.

В качестве исходной количественной информации приняты статистические данные шахт Карагандинского бассейна за 1940-2010 гг. о производительности выемочной техники по трем видам машин: врубовые, широкозахватные и узкозахватные комбайны (механизированные комплексы),

а также показатели производительности труда рабочих применительно к этим горным машинам и предложения о направлениях развития систем машин на перспективу до 2030 г.

Тенденция роста производительности каждого из видов машин за период их применения графически имеет вид S-образной кривой (рис.50), что позволяет применить для исследований математическую модель Ленца:

$$P(t) = \frac{L}{1 + ae^{-bt}}, \quad (35)$$

где $P(t)$ — производительность машины или рабочего по добыче, т/мес; L — верхний предел, к которому стремится производительность при возрастании времени, т/мес; t — время от начала внедрения данного типа машины, годы; a — безразмерная константа; b — константа, 1/мес.

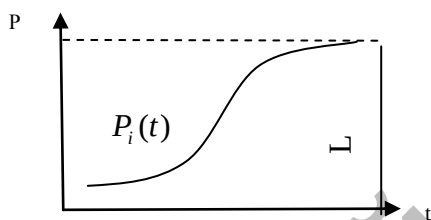


Рис. 50. Рост производительности каждого из видов горных машин (механизмов)
(Примечание — предлагается автором на основе обобщения вышеприведенных теоретических положений)

Кривая, показанная на рис. 50, характеризует развитие показателя во времени, когда ускоренный рост в начале периода сменяется замедляющимся темпом роста вплоть до полной остановки, что на графике соответствует отрезку кривой, параллельному оси абсцисс. Максимум функции соответствует параметру L ; если L задано, то параметры a и b определяются методом наименьших квадратов. Неизвестные коэффициенты:

$$L = \frac{1 - \beta}{\alpha}; b = -\ln \beta; a = \ln B;$$

$$B = \frac{b(N+1)}{2} + \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N \ln \left[\frac{L}{P_t} - 1 \right]. \quad (36)$$

Величины α, β являются решениями системы двух нормальных уравнений:

$$\alpha(N-1) + \beta \sum_{t=1}^{N-1} z_t = \sum_{t=1}^{N-1} z_{t+1};$$

$$\alpha \sum_{t=1}^{N-1} z_t + \beta \sum_{t=1}^{N-1} z_t^2 = \sum_{t=1}^{N-1} z_{t+1} z_t, \quad (37)$$

где $z_t = 1/P_t$ ($t = 1, 2, 3, \dots, N$).

Поскольку каждый тип рассматриваемых нами угледобывающих машин, в свою очередь, характеризует отдельный этап технического прогресса угледобычи в Карагандинском бассейне, то процесс этого прогресса во

времени может быть аппроксимирован огибающей кривой $\Phi(t)$. Сейчас прогнозисты постепенно осваиваются с методом огибающей кривой и испытывают к нему все большее доверие, так что можно ожидать, что они в дальнейшем будут шире использовать его в своих выводах. Еще более важное практическое значение метод огибающей кривой получает благодаря возможности его использования для предсказания с весьма большой надежностью появления — а в более широком плане и последствий — технологических «прорывов». Более глубокое изучение технологий еще на ранней стадии их развития может тогда привести к раннему распознаванию новой «перспективной» технологии (рис.51).

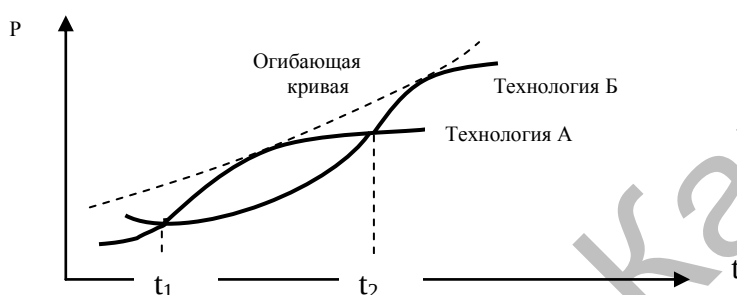


Рис. 51. График, иллюстрирующий смену одной технологии другой с помощью огибающей кривой (Примечание — данные работы [253, С.252])

Приведенный график иллюстрирует как возможные выгоды, так и возникающие опасности: компания, использующая технологию А, может получить значительные преимущества, если она своевременно распознает и начнет разрабатывать технологию Б, задолго до того, как возможности технологии А начнут сходиться на нет. С другой стороны, прямое сравнение тенденций А и Б в момент t_1 или вскоре после него может привести к ложным долгосрочным выводам, если оно будет производиться без учета огибающей кривой. Разумная оценка S — образных кривых, относящихся к отдельным технологиям, в рамках общего метода огибающей кривой рассматривается как ценное средство улучшения распределения ресурсов [253, С.252-253].

Подстановка статистических данных шахт Карагандинского бассейна в уравнение (35) и обработка их позволила получить аппроксимирующие формулы тенденций роста производительности по отдельным видам машин:

а) врубовые машины:

$$P_1(t) = \frac{7500}{1 + 0,65e^{-0,15t}} \text{ м / мес ;} \quad (38)$$

б) широкозахватные комбайны:

$$P_2(t) = \frac{8500}{1 + 0,7e^{-0,91t}} \text{ м / мес ;} \quad (39)$$

в) узкозахватные комбайны (механизированные комплексы):

$$P_3(t) = \frac{15500}{1 + 1,6e^{-0,93t}} m / мес . \quad (40)$$

Изменение производительности машин графически показано на рис.52, где Δt — период между началом ввода двух смежных систем машин, который в результате обработки статистических данных определяется как:

$$\Delta t_i = 10 - 0,25(i = 1), \quad (41)$$

где i — порядковый номер вида машин; $\Delta \tau$ — период между двумя точками максимального прироста производительности последовательно вводимых новых видов машин

$$\Delta \tau = 10 - 0,5i. \quad (42)$$

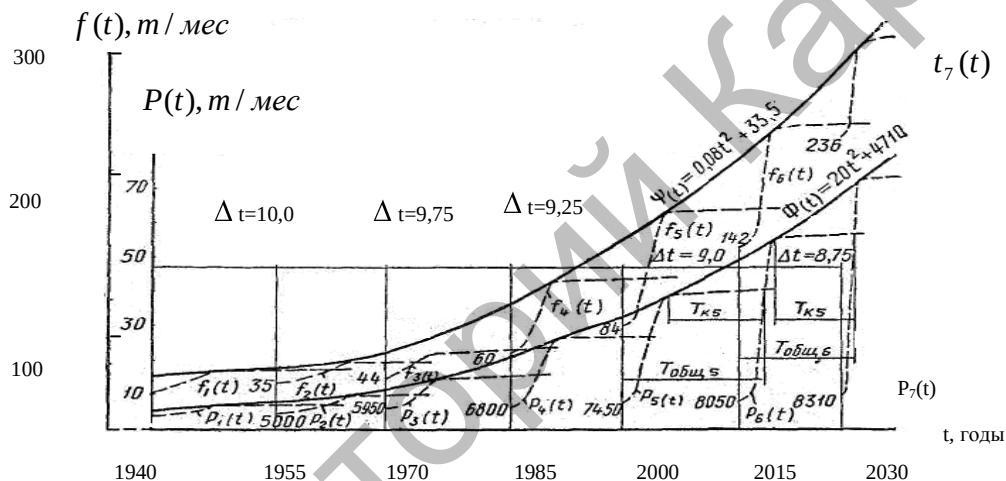


Рис. 52. Закон эволюционного развития технического прогресса и его прогнозирование на примере выемочной техники для подземной добычи угля по Карагандинскому бассейну

$$\left(K = \frac{T_k}{T_{общ}} 0,7 - 0,8 \right)$$

Уравнение огибающей кривой $\Phi(t)$ может быть представлено в виде:

$$\Phi(t) = k_1 t^2 + k_2. \quad (43)$$

После определения k_1 и k_2 уравнение (43) примет вид:

$$\Phi(t) = 20t^2 + 4710. \quad (44)$$

Для экстраполяции использован тот факт, что

$$P_1(t)|_{t=0}, \quad P_2(t)|_{t=0}, \quad P_3(t)|_{t=0}$$

подчиняются следующей закономерности:

$$\begin{aligned} P_2(t)|_{t=0} - P_1(t)|_{t=0} &= \Delta P_1; \\ P_3(t)|_{t=0} - P_2(t)|_{t=0} &= \Delta P_2, \end{aligned} \quad (45)$$

а $\Delta P_i = 800 - 50i$.

Тогда

$$\begin{aligned} P_2(t)|_{t=0} &= P_1(t)|_{t=0} + 800; \\ P_3(t)|_{t=0} &= P_1(t)|_{t=0} + 1550; \\ P_4(t)|_{t=0} &= P_1(t)|_{t=0} + 2250. \end{aligned} \quad (46)$$

Таким образом, для экстраполяции полученных зависимостей на i - кривую имеем систему:

$$\left. \begin{aligned} \frac{L_i}{1+a_i} &= \frac{L_1}{1+a_1} + i \cdot 800 - i \cdot 50 - (i-1) \cdot 50; \\ k_1 t_1^2 + k_2 &= \frac{L_i}{1+a_i e^{-bi(t_i-\tau_i)}}; \\ 2k_1 t_1 &= \frac{L_i a_i b_i e^{-bi(t_i-\tau_i)}}{1+a_i e^{-bi(t_i-\tau_i)^2}}. \end{aligned} \right\} \quad (47)$$

В частности для $i=4$:

$$\left. \begin{aligned} \frac{L_4}{1+a_4} &= \frac{L_i}{1+a_i} + 2250 = 6795; \\ 20 \cdot 31,75^2 + 4710 &= \frac{L_4}{1+a_4 e^{-b_4 \cdot 3,5}}; \\ 2 \cdot 20 &= \frac{L_4 a_4 b_4 e^{-b_4 \cdot 3,5}}{1+a_4 e^{-b_4 \cdot 3,5^2}}. \end{aligned} \right\} \quad (48)$$

Решая систему (48), получим уравнение тенденции роста производительности четвертого вида системы машин:

$$P_4(t) = \frac{25500}{1 + 2,76e^{-7,1t}} \text{ м / мес.} \quad (49)$$

При применении уравнения (49) учитывалось то, что период наиболее эффективного использования четвертой системы машин составляет около четырех лет. Аналогично определяем значения $P_i(t)$ при $i = 5, 6, 7$.

Определяя $i=7$ получаем прогнозируемую производительность системы машин на 2030 год:

$$P(t) = 68300 \text{ м / мес.} \quad (50)$$

Подтверждение достоверности этой производительности выемочной техники на 2030 г. по уравнению (50) является результат расчета этого показателя методом парной корреляции, по которому производительность равна 64,6 тыс. т/мес, т. е. отклонения результатов составляют менее 10%.

Для исследования и прогнозирования производительности труда рабочих по добыче применительно к указанным выше системам машин использованы зависимости:

$$f(t) = \frac{M}{1 + ce^{-dt}}; \quad (51)$$

$$\psi(t) = K_3 t^2 + K_4. \quad (52)$$

Исходя из статистических данных, согласно уравнению (51), получим

$$f_1(t) = \frac{52}{1 + 0,73e^{-0,065t}} \text{ т / мес}; \quad (53)$$

$$f_2(t) = \frac{54,5}{1 + 0,56e^{-0,173t}} \text{ т / мес}; \quad (54)$$

$$f_3(t) = \frac{57,5}{1 + 0,3e^{-0,4t}} \text{ т / мес}. \quad (55)$$

Для определения K_3 и K_4 уравнение (52) примет вид:

$$\psi(t) = 0,08t^2 + 33,5. \quad (56)$$

Уравнения тенденций изменения производительности труда в прогнозируемом периоде применительно к новым системам машин получены по аналогии с расчетом производительности техники и имеют следующий вид:

$$f_4(t) = \frac{125}{1 + 3,076e^{-1,39t}} \text{ т / мес}; \quad (57)$$

$$f_5(t) = \frac{179}{1 + 2,18e^{-0,36t}} \text{ т / мес}; \quad (58)$$

$$f_6(t) = \frac{250}{1 + 0,77e^{-3,36t}} \text{ т / мес}; \quad (59)$$

$$f_7(t) = \frac{315}{1 + 0,33e^{-4,5t}} \text{ т / мес}. \quad (60)$$

Решая уравнение (60), получаем производительность труда 2030 г.:

$$f_7(t) = 314,97 \text{ т / мес}. \quad (61)$$

Результаты исследования показывают, что период между началом ввода двух смежных систем машин равен 10-9,5 лет. При этом период между двумя

точками максимального прироста производительности последовательно вводимых новых видов машин равен 9,5-9,25 лет. Коэффициент консервативного использования техники K составляет 0,6-0,7.

При сохранении сложившихся темпов технического прогресса до 2030 г. потребуются разработка и внедрение по крайней мере 3-4 новых систем машин, что обеспечит повышение производительности труда рабочих по добыче угля до 315 т/мес в 2030 г. (рис.52).

Таким образом, результаты исследования и прогнозирования технического прогресса добычи угля подземным способом с применением логистической кривой позволяют определить перспективные задачи, стоящие перед горным (угольным) машиностроением Казахстана. Прежде всего, проведенный нами анализ состояния заводов горно-шахтного оборудования показывает, что некоторые из них способны восстановить ранее выпускавшуюся номенклатуру, но на совершенно новом качественном уровне. Основной задачей в развитии горного машиностроения должно стать создание образцов горных машин и комплексов высокого технического уровня экспортной направленности с использованием имеющихся заделов по добыче угля во все усложняющихся условиях выемочно-добычных работ и путем привлечения зарубежных технологий по созданию совместных предприятий. В сотрудничестве с ведущими машиностроительными корпорациями, прежде всего с Россией, в республике может быть организован серийный выпуск продукции горного машиностроения.

14.4 Экономическое обоснование приоритетных направлений развития подземной угледобычи на шахтах Карагандинского бассейна

На сегодняшний день в условиях Карагандинского бассейна одним из главных недостатков существующей практики горного дела является чрезмерная ориентация подземной технологии угледобычи на применение в шахтах длинностолбовой системы разработки с использованием механизированных комплексов. Такие альтернативные - традиционная короткозабойная и гидравлическая - технологии не применяются. В то же время объем добычи из коротких забоев в США составляет 63%, Австралии - 50%, ЮАР и Индии - 90% [254, С.33-35].

В сложившихся условиях с учетом предложений отечественных ученых и производителей угольной отрасли могут быть сформулированы следующие приоритетные направления дальнейшего развития подземной угледобычи на шахтах Карагандинского бассейна:

1. Совершенствование традиционных комплексно-механизированных технологий подземной добычи угля.

Как считают отдельные специалисты [255, С.14-17], в будущем годовая добыча из длинного очистного КМЗ (комплексно-механизированный забой) должна составлять 3-5 млн. т, производительность труда рабочих должна быть

не ниже 400-450 т/мес. Этого можно добиться в соответствующих горно-геологических и горнотехнических условиях при инженерно проработанных пространственно-планировочных решениях и применении надежного и высокопроизводительного очистного оборудования.

2. Применение технологий добычи угля камерными, камерно-столбовыми и короткими забоями.

Оптимальное сочетание высокопроизводительных КМЗ с короткозабойной и гидравлической технологиями нового уровня позволит достичь «порога рентабельности» и обеспечить конкурентоспособность шахт с открытыми горными работами. Практическое подтверждение оптимальному сочетанию таких технологий было получено в свое время на шахте им. В.И. Ленина в Кузбассе (Россия). Так, на этой шахте весьма эффективно сочетались длинные комплексно-механизированные забои, камерностолбовая и гидравлическая технологии, а также участок открытых горных работ [74, С.41].

3. Развитие нетрадиционных технологий угледобычи.

На сегодняшний день разработаны и испытаны десяток нетрадиционных технологий добычи угля, прошедших промышленное опробование и которые можно рассматривать перспективными и эффективными при адаптации в конкретных горно-геологических условиях.

Зарубежный опыт показывает, что к настоящему времени один из наиболее эффективных способов отработки тонких пластов – применение струговых установок. Принцип струговой выемки длинными забоями заключается в снятии стружки угля толщиной до 250 мм на всю мощность пласта по всей длине лавы резцовым исполнительным органом - стругом, перемещаемым вдоль забоя с помощью бесконечной струговой цепи по направляющей забойного конвейера. По сравнению с выемочным комбайном скорость движения струга значительно выше (0,59-1,91 м/с) при меньшей глубине резания. Струг движется по лаве до штрека, а затем с помощью концевых переключателей автоматически осуществляется реверс его движения в противоположном направлении [256, С. 9-12].

Сегодня в передовых угледобывающих странах мира (США, Германия, Польша и др.) комбайновая технология выемки тонких пластов допускается только при наличии в пределах выемочного поля факторов, ограничивающих эффективность применения струговой технологии выемки. Так, в Германии в настоящее время практически все угольные пласты мощностью от 0,8 до 1,8 м, включая пласты с крепкими труднострогаемыми углями, обрабатываются струговыми механизированными комплексами.

Современные струговые установки являются высокоэффективными добычными машинами, обладающими высокой энерговооруженностью. Суммарная установленная мощность приводов струга и конвейера струговых установок различного типа может составлять от 640 до 3200 кВт [257, С.14].

Несмотря на существенные преимущества, струговая выемка имеет и ряд ограничений. Например, высокая энерговооруженность установок приводит к возникновению в элементах конструкций больших усилий, которые через рештачный став и тяговые органы струга и конвейера передаются на

приводные станции, и могут вызвать перемещение как самих приводных станций, так и части выемочного оборудования вдоль очистного забоя, что, в свою очередь, может существенно и на длительный период осложнить работу стругового механизированного комплекса и привести к значительному снижению эффективности его работы.

Так, многочисленными шахтными наблюдениями установлено, что своевременно некомпенсированное смещение верхней приводной станции вдоль очистного забоя на 500 мм приводит к ликвидации зазоров между 20-45 рештками стругового конвейера первоначально в верхней части очистного забоя. По мере подвигания очистного забоя под действием сил трения и гравитационных сил происходит перераспределение межрешточных зазоров и участок решточного става с отсутствующими зазорами волнообразно перемещается из верхней части лавы в нижнюю. Это влечет за собой нарушение взаимной ориентации рештаков и агрегатированных с ними секций крепи, снижает эффективность работы системы подачи струговой установки на забой, вызывает «шалашение» решточного става конвейера и, как следствие, дополнительные трудозатраты по управлению струговой установкой в вертикальной плоскости.

Практический опыт показывает, что для ликвидации последствий такого смещения верхней приводной станции и полного восстановления работоспособности стругового механизированного комплекса требуется не только выполнение комплекса специальных мероприятий на протяжении достаточно длительного периода времени, но и высокая квалификация и специальные навыки обслуживающего персонала.

Очевидно, что в этих условиях особое значение приобретает обеспечение продольной устойчивости струговых установок, под которой понимается способность выемочного оборудования сохранять состояние равновесия в плоскости пласта вдоль очистного забоя во всех возможных режимах его работы.

Для размещения приводных станций струговых установок, их направленного перемещения, восприятия возникающих на приводных станциях реактивных усилий обеспечения продольной устойчивости струговых установок в отечественной и зарубежной практике широкое распространение получили специальные удерживающие устройства, размещаемые как на концевых участках, так и рассредоточено по длине струговых установок.

Вместе с тем анализ отечественных и зарубежных литературных источников показывает, что процессы формирования нагрузок на удерживающие устройства струговых установок являются недостаточно изученными. Это предопределяет возникновение различного рода ошибок как при проектировании таких устройств, так и при их выборе для эксплуатации в конкретных горнотехнических условиях [257, С.14].

Одной из нетрадиционных технологий добычи угля является гидродобыча. Сейчас за рубежом (в частности, в США) осуществляется широкая программа работ по созданию способов и средств резания породы и отбойки угля гидравлическим способом. Работы ведутся по двум

направлениям: с использованием струи низкого давления и большим расходом воды и струи высокого давления с малым расходом воды.

По мнению американских специалистов, наиболее рациональным способом гидродобычи угля является бесшахтный способ отбойки угля с помощью высоконапорной струи воды с применением дистанционно управляемых гидромониторов, или так называемый способ скважинной гидродобычи [258, С.38].

В бывшем Советском Союзе гидравлический способ добычи угля успешно применялся на шахтах Кузбасса и Донбасса в 1960-х - 1980-х годах. Область применения этого способа довольно широкая: мощность пластов от 0,9 до 20 м; угол падения от 5 до 80°; крепость угля - от весьма крепких и вязких до весьма слабых; газообильность шахт - от негазовых до сверхкатегорных и опасных по внезапным выбросам угля и газа. К основным преимуществам гидротехнологии относятся: быстрая адаптация очистной выемки к изменению горно-геологических условий залегания пласта; отсутствие людей в очистном забое; поточность и малооперационность; существенное повышение безопасности технологии, по сравнению с механическим способом добычи, за счет увлажнения угольного массива и воздуха в забое. Поэтому данная технология, как показывает современный опыт, также наиболее эффективна при отработке крутых пластов угля.

Вместе с тем способ гидродобычи имеет и ряд недостатков: большие потери и переизмельчение угля, необходимость его последующего обезвоживания, проблемы с очисткой воды и т.п., что также сужает область её использования. Часть отмеченных недостатков (тонкое измельчение, необходимость обезвоживания) может стать несущественной при использовании угля для производства водоугольного топлива [259, С.23-24].

Еще в 60-е годы прошлого столетия была создана технология бурошнековой выемки угля, как один из вариантов выемки без присутствия человека. Как считают специалисты, она, как основная технология для отработки запасов угля месторождения, малоэффективна, но в качестве дополнительной и для отработки «неудобных» запасов вполне перспективна. В настоящее время бурошнековая машина создана для выемки маломощных пластов полезного ископаемого с углом падения до 22° (в перспективе до 45°) бурением скважин диаметра 0,5-2,7 м на глубину 40-70 м (в перспективе - до 200 м), погрузки в транспортные средства. Машина механизировывает процессы добычи, повышает производительность труда и безопасность очистных работ, позволяет выборочно извлекать полезное ископаемое из пластов сложного строения, с меньшим разубоживанием. При отработке пласта между скважинами остаются участки невыбранного полезного ископаемого, шириной до 0,3 м, что приводит к его потерям в недрах, достигающих до 40-50%. Производительность труда на бурошнековом комплексе составляет порядка 100-300 т/мес. в зависимости от мощности пласта. Кроме того, пробуренные при этом скважины можно использовать в технологии утилизации шахтного метана.

4. Создание технологии безлюдной выемки угольных пластов.

Сегодня в среде специалистов горного дела используют чаще всего два понятия, относящиеся к рассматриваемой проблеме: «выемка угля без постоянного присутствия людей в очистном забое» и «выемка без присутствия людей в очистном забое».

Под первым понятием подразумевается такая технология, при которой предусматривается нахождение рабочих в очистном пространстве для осмотра, профилактики, ремонтов и ликвидации аварийных ситуаций. К таким технологическим схемам относятся различной конструкции автоматизированные агрегаты с механизированной крепью. Как показывает опыт экспериментальной проверки подобных агрегатов, они требуют посещения рабочими очистного забоя по меньшей мере два-три раза в течение смены. Эти технологические схемы имеют ограниченную область применения и не могут полностью соответствовать идее безлюдной выемки. Характерной особенностью таких агрегатов является невозможность оперативного вывода оборудования из очистного забоя в примыкающие выработки ввиду его металлоемкости и сложности. Многоэлементностью агрегатов объясняется их низкая надежность и, следовательно, необходимость частых посещений рабочими очистного забоя.

Технологические схемы «выемки без присутствия людей в очистном забое» полностью отвечают требованиям идеи безлюдной выемки. Необходимость посещения рабочими очистного забоя может возникнуть лишь в результате возникновения аварийного состояния очистного забоя по причине геологических нарушений. Нормальное же течение производственного процесса в течение длительных промежутков времени (десяти суток) происходит без присутствия рабочих.

Таким образом, под безлюдной технологией угольных пластов понимается такая, при которой производственный процесс выемки в очистном забое нормально осуществляется без рабочих, которые управляют всеми операциями из прилегающих выработок [260, С.25].

С проблемой разработки технологии добычи без постоянного присутствия людей в забоях и технологии безлюдной выемки тесно связано создание автоматизированной технологии подземной добычи угля [261, С.8-11].

С точки зрения создания автоматизированной технологии подземной угледобычи, развитие существующих и предлагаемых технических и технологических решений характеризуется тенденцией к созданию высоконадежной поточной технологии, которую можно было бы полностью и достаточно легко автоматизировать.

Технология добычи угля подземным способом объективно развивается по пути упрощения своей структуры, исключения ряда технологических звеньев, объединения процессов (рис. 53).

Современная технология разработки выемочных полей с помощью автоматизированных комплексов и агрегатов представляет собой первый этап создания автоматизированной технологии, который характеризуется пятью уровнями воспроизводимых горных выработок: 1 — стволы; 2 — бремсберги

(уклоны); 3 — штреки; 4 — выемочные выработки; 5 — очистной забой. Выемка угля может осуществляться без постоянного присутствия людей в очистном забое при дистанционном управлении производственными процессами с вынесенного из лавы пульта управления. Как показывает опыт, основными трудностями в реализации первого этапа являются недостаточная надежность работы очистного оборудования и системы датчиков контроля за положением и взаимодействием машин и механизмов между собой и средой.

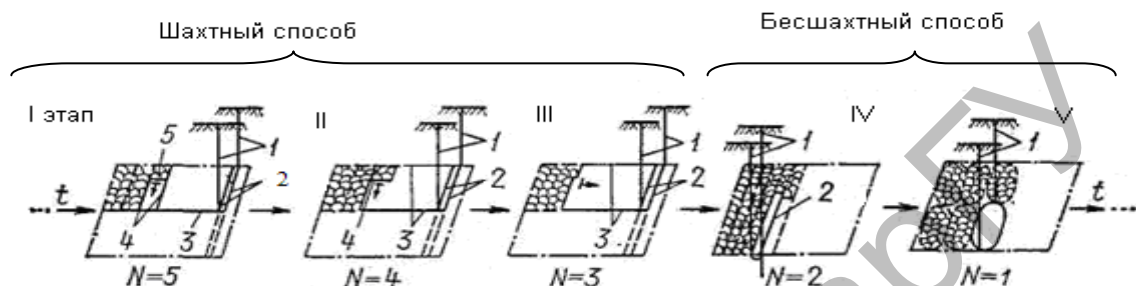


Рис. 53. Этапы развития автоматизированной технологии подземной добычи угля (N — число уровней воспроизводимых горных выработок) (Примечание — данные работы [261, С.9])

Одним из существенных недостатков современной технологии является несоответствие между отработкой и воспроизводством запасов угля. Проходческие работы продолжают оставаться узким местом в создании поточной и надежной технологии угледобычи.

Создание технологии разработки угольных пластов без предварительного проведения подготовительных выработок с комплексами типа ОКС привело к реализации следующего, второго, этапа развития технологии подземной добычи угля. Этот этап характеризуется отсутствием выемочных выработок. Создается основа ведения работ без постоянного присутствия людей как в очистном, так и подготовительном забоях, существенно упрощается технологическая схема шахты.

На третьем этапе развития технологии необходимо обеспечить дальнейшее упрощение технологической схемы шахты путем устранения подготовительных работ в шахтном поле, разрабатываемом блоками без предварительного проведения подготовительных выработок по схеме шахта — лава. Создание этой технологии является дальнейшим развитием идеи совмещенной выемки и заключается в следующем. Выемочный блок, представляющий крупную часть шахтопласта или весь пласт в пределах шахтного поля, оконтуривают магистральными выработками, а подготовленные таким образом запасы вынимают сверх длинными лавами, оборудованными агрегатами энерговооруженностью 1000 кВт, обеспечивающими наряду с выемкой угля передвижку полностью автономных секционных крепей. Доставка отбитого угля вдоль очистного забоя осуществляется одним из поточных видов транспорта (гидравлическим, гравитационным или др.).

Успешная реализация третьего этапа развития технологии является

предельным упрощением технологической схемы шахты, разрабатываемой без постоянного присутствия людей в недрах. В этом случае воспроизводятся лишь три уровня выработок: 1 — стволы; 2 — бремсберги (уклоны) и 3 — штреки главных направлений. В таком варианте шахта может быть автоматизирована с достаточно высокой степенью надежности. Однако полностью исключить присутствие людей под землей не удастся, так как ряд процессов (монтаж — демонтаж оборудования, ремонтно-профилактические работы горнодобывающих средств и систем автоматики и др.) немыслимы в обозримом будущем без присутствия человека, хотя ряд работ может выполняться с помощью роботов-манипуляторов, управляемых с поверхности оператором в супервизорном режиме.

Дальнейшее упрощение технологии подземной добычи угля связано с реализацией идеи бесшахтного способа добычи. В настоящее время разработан способ добычи твердых полезных ископаемых с применением экологически чистой нетрадиционной технологии — скважинной гидродобычи (СГД). Об этом более подробно мы говорили в 12 главе настоящей работы.

Такая и аналогичные технологические схемы могут составить четвертый этап развития технологии подземной добычи угля, в котором упрощение технологической схемы приближается к предельному уровню. Этот этап характеризуется двумя уровнями воспроизводимых горных выработок: 1 — скважины, 2 — выемочные выработки. Поточность предлагаемой технологии создает благоприятные условия для ее полной автоматизации [261, С.10].

Поскольку освоение способа СГД предполагает новый подход к поискам месторождений, к оценке прогнозных ресурсов и общего минерального потенциала территорий, научно-исследовательским институтам предстоит разработать [262, С.47]:

а) требования к изученности месторождений, временные методические рекомендации по разведке и геотехнологическому картированию, по физико-геологическому моделированию месторождений; систему геофизического мониторинга с аппаратурно-методическим комплексом сопровождения СГД;

б) методику оценки влияния отработки месторождений способом СГД на экологическую обстановку района ведения работ, разработать рекомендации по предупреждению отрицательных последствий горных работ на окружающую среду;

в) технологию обезвоживания гидросмеси, осветления шламовых вод, установить зависимость изменения химического состава вод при многократном их прохождении через зоны обрушения горного массива, разработать рекомендации по противокоррозийной защите оборудования и трубопроводов;

г) технологию принудительного воздействия на продуктивный пласт с целью приведения его в разрушенное состояние с аппаратурно-методическим комплексом ведения работ (импульснo-волновое, взрывное воздействие на массив);

д) временные методические рекомендации геолого-экономической оценки оптимальной глубины разработки твердых полезных ископаемых способом СГД;

е) технологию скважинной гидродобычи твердых полезных ископаемых для различных условий залегания месторождения, физико-механических свойств горных пород, гидродинамического и гидрохимического состояния массива;

ж) исходные требования и технические заявки на создание измерительной, контролирующей и регулирующей аппаратуры, нестандартного оборудования и оборудования для обслуживания и эксплуатации добычных скважин (самоходные агрегаты); а также требования и исходные данные для создания АСУТП с аппаратурно-методическим комплексом;

з) выдать исходные данные на проектирование опытно-промышленного производства, предприятий по разработке месторождений твердых полезных ископаемых способом скважинной гидродобычи.

Как показывает зарубежный опыт, значительный экономический эффект от использования скважинной гидродобычи в металлургической, электротехнической, электронной и других отраслях народного хозяйства, безотходность производства, сохранность подземных вод и минимум воздействия разработок на окружающую среду ставят указанную технологию в ряд перспективных направлений в области подземной добычи твердых полезных ископаемых, в том числе и угля.

И, наконец, предельного упрощения топологии выработок подземное угледобывающее предприятие может достичь на пятом этапе, когда воспроизводится только один уровень горных выработок – 1 – скважины. На этом этапе реализуются идеи геотехнологических методов добычи угля: подземной газификации, подземной экстракции и гидрогенизации и др.

Вообще автоматизация подземной добычи угля в полной мере возможна лишь при бесшахтном способе.

По данным исследований [263, С.227], использование возможностей, открываемых безлюдной выемкой, позволит согласно прогнозным оценкам значительно (в два-три раза) повысить нагрузку на забой и тем самым снизить или даже во многом исключить отрицательное влияние малой мощности пласта и высокой газоносности на производительность труда, фондоемкость и производственную мощность шахты.

Для целенаправленного эффективного решения проблемы безлюдной выемки прогнозирование в этой области необходимо вести на основе:

- отбора лучших из существующих (предложенных) решений безлюдной выемки;

- разработки новых технико-технологических решений, основывающихся на традиционной технологии;

- поиска принципиально новых и создания нетрадиционных решений безлюдной выемки;

- экономического обоснования области реализации различных решений безлюдной выемки;

- составления с учетом решения этих задач научно-технической

программы работ по данной проблеме, включающей необходимые научные исследования.

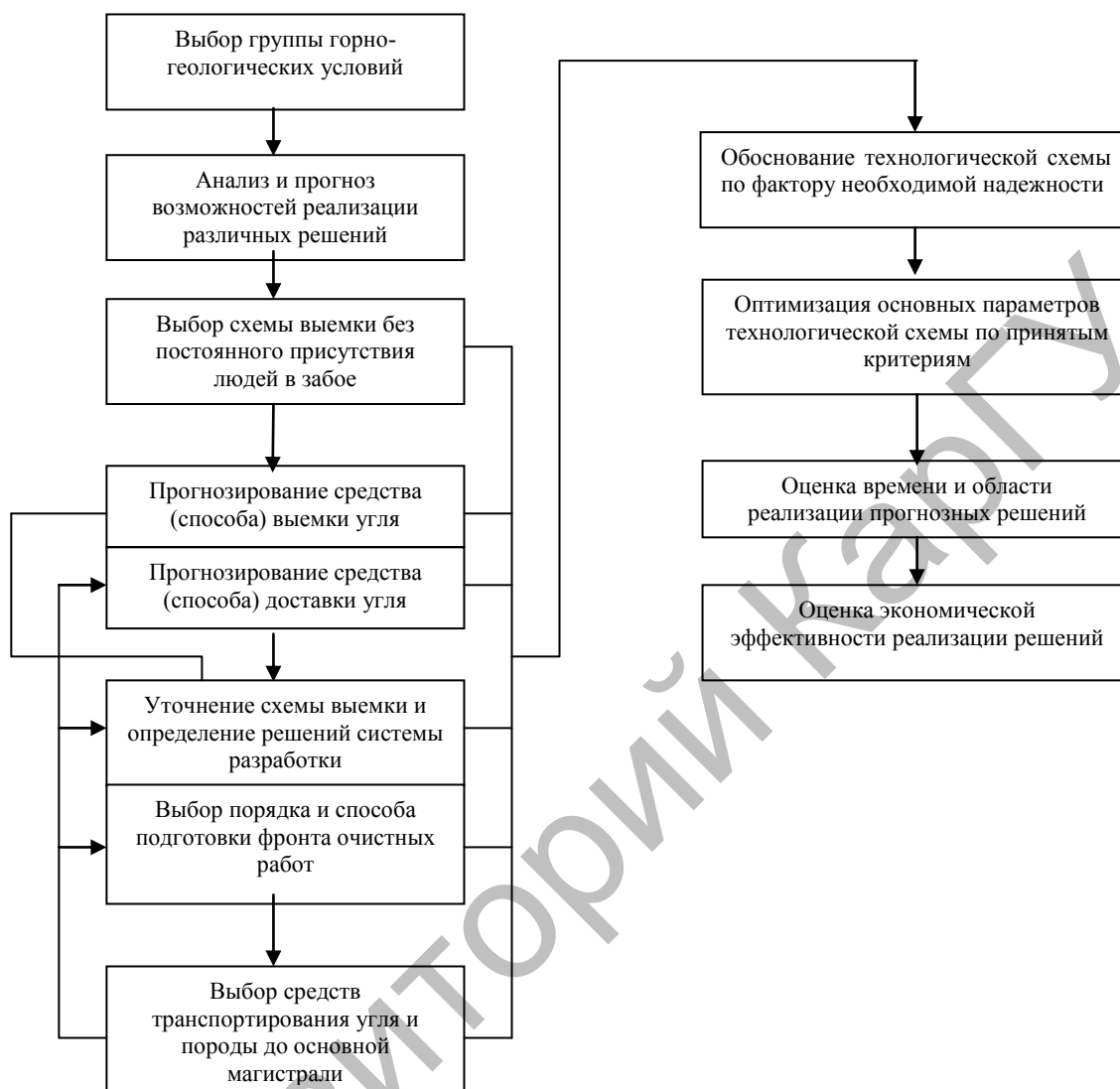


Рис. 54. Логическая последовательность прогнозирования технико-технологических решений безлюдной выемки (Примечание – данные работы [263, С.240])

В законченном виде логическая последовательность разработки конкретных прогнозных решений безлюдной выемки, выполняемая с использованием различных методов прогнозирования, включает в себя (рис.54):

- выбор группы горно-геологических условий (соответственно предполагаемой области применения);
- анализ и прогноз возможностей реализации различных решений, открываемых развитием науки и техники, для разработки основных подсистем и элементов структурно-функциональной модели безлюдной выемки;
- выбор схемы безлюдной выемки соответственно способу управления горным давлением;
- прогнозирование средства (способа) выемки с установлением основных его параметров, набор которых определяется видом технического

средства (способа) и возможностями прогнозирования, зависящими от степени новизны (разработанности) объекта и периода упреждения;

- прогнозирование средства (способа) доставки;
- уточнение схемы выемки и определение пространственно-планировочных решений системы разработки и их линейных параметров; в том числе выбор порядка и способов подготовки (воспроизводства) фронта очистных работ;
- выбор средств транспортирования угля и породы до основной транспортной магистрали;
- обоснование режима функционирования технологической схемы по фактору обеспечения максимального полезного времени ее функционирования (по добыче) при необходимой надежности;
- оптимизацию основных параметров технологической схемы по принятым критериям;
- оценку возможного времени и области практической реализации спрогнозированных решений в границах принимаемых периодов упреждения (2010-2014 гг.; 2015-2020 гг.; 2021-2030 гг.);
- оценку экономической эффективности реализации отдельных спрогнозированных решений в границах («единичный» эффект) и целесообразной области их реализации во времени.

Обеспечение единой технической политики в разработке технологии и средств безлюдной выемки, направленной на улучшение условий труда, более полное извлечение запасов угля и продление срока службы шахт при снижении за счет этого удельных капитальных вложений на поддержание мощности и развитие шахтного фонда, позволит при ее успешном осуществлении практически решить главные вопросы научно-технического прогресса в подземной добыче угля на длительную перспективу.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В феврале 2010 г. в Казахстане был принят Стратегический план развития страны до 2020 г., определивший пять ключевых направлений. Были обоснованы принципы и приоритеты развития, призванные обеспечить стабильную базу для роста, процветания и безопасности Республики Казахстан (РК) на предстоящее десятилетие.

Одно из ключевых направлений – ускорение диверсификации экономики. В его реализацию Правительством РК при активном участии общественности и бизнес-сообщества была разработана и принята Государственная Программа форсированного индустриально-инновационного развития (ГП ФИИР) страны в 2010-2014 гг. В рамках ГП ФИИР разработаны Республиканская Карта индустриализации, в которую вошло свыше 100 крупных индустриальных проектов общей стоимостью более 45 млрд. долл. США, а также Схема рационального размещения производственных мощностей.

В настоящее время ведется разработка Региональных Карт индустриализации, ряда отраслевых программ, которые заменят существовавшие до этого многочисленные стратегии, планы и концепции республиканского, отраслевого и регионального уровня. До сих пор их реализация зачастую была нескоординирована по целям и задачам, местами носила декларативный характер без указания конечных результатов и ответственных за их достижение лиц.

В новых условиях хозяйствования делается попытка создать практическую институциональную базу модернизации экономики, нацеленную на конечный результат. Одним из эффективных механизмов осуществления ускоренной индустриализации и диверсификации экономики призвана стать система технологического развития страны.

В ходе разработки ГП ФИИР был изучен международный опыт технологического развития государств с рыночной экономикой - Норвегии, Южной Кореи, США, Финляндии, Малайзии, Сингапура, а также приняты во внимание отдельные успешные элементы систем плановой экономики - СССР и Китая. Несмотря на то что в этих странах применялись разные подходы и механизмы, их объединяет результативная система управления технологическим развитием, что, по нашему мнению, и есть неперемненное условие успешной инновационной индустриализации.

Опыт этих государств также показывает, что такая система строится на единой координации госорганов, институтов развития, науки и частных компаний, а также на едином технологическом, экономическом и ресурсном планировании, в рамках которого ставятся конкретные задачи и осуществляется контроль.

Не секрет, что с распадом СССР отраслевая прикладная наука Казахстана переживала не самые лучшие времена. Были разрушены имевшиеся технологические связи с предприятиями России и других стран, в то время как экономика суверенной республики еще не была в состоянии обеспечить спрос

на отечественные разработки. Только что появившийся отечественный бизнес волновали совсем другие проблемы, а у государства денег зачастую не хватало и на решение самых насущных социальных вопросов. Иностранные инвесторы, пришедшие в Казахстан, также опирались в основном на имевшиеся западные технологии и разработки, продавая их при этом за большие деньги.

Таким образом, причиной слабого взаимодействия науки и экономики в Казахстане стало то, что эта сфера фактически осталась без государственного регулирования. Между тем в науке видят сегодня спасение гегемоны мировой экономики – США, Япония, Германия, Великобритания и другие. Там резко увеличивают объемы финансирования науки, опытно-конструкторских разработок. В этом же русле действует и Китай – основной импортер технологий. Он приступил к собственным научным исследованиям в разработке технологии по многим направлениям, повысив в 2009 г. расходы на науку на 25,9% [264, С.25].

С учетом опыта передовых стран мира в Казахстане одобрена новая модель научной системы. Она предусматривает крупные изменения в структуре управления и стимулирования науки, обеспечение ее связи с производством. Это означает, что в дальнейшем основой всей работы Правительства РК по инновационной индустриализации Казахстана должно стать создание системы управления технологическим развитием с учетом лучшего мирового опыта и при тесном взаимодействии с частными отечественными и иностранными инвесторами.

Для этого необходимо обеспечить наличие четко обозначенных государством долгосрочных технологических задач по приоритетным направлениям развития экономики, координации и регулятивной базы, позволяющей консолидировать усилия всех субъектов отрасли для их реализации, отраслевых НИИ и проектных компаний (с соответствующими лабораториями, экспериментальными площадками и полигонами), осуществляющих разработку и внедрение технологий.

Чрезвычайно актуальной представляется в этой связи разработка специализированных программ по переводу экономики на новые источники энергии и внедрение геотехнологий в добычу полезных ископаемых [265-267].

В целом представленные в данной монографии результаты исследований позволяют нам сделать следующие выводы фундаментального характера, сформулировать теоретические и научно-практические рекомендации и предложения, касающихся геотехнологических методов добычи полезных ископаемых как основы интенсивного и рационального освоения минерально-сырьевой базы Республики Казахстан:

1. Сегодня экономическое благосостояние Казахстана в значительной степени определяются уровнем развития горнодобывающей промышленности. Поэтому освоение природных ресурсов является одним из главных элементов стратегии развития республики на ближайшую перспективу.

На современном этапе горная наука рассматривает недра земли не только как источник минерального сырья с точки зрения их изъятия и утилизации, но и как целостный природный многофункциональный ресурс жизнеобеспечения

общества, находящийся в процессе постоянного преобразования. Решение задач использования и сохранения недр, обеспечения экологической безопасности и повышения уровня безопасности горных работ составляет современное идейное содержание комплексного освоения недр и одновременно современную идеологию горных наук.

К сожалению, в настоящее время отсутствуют кардинальные позитивные сдвиги в таких важных сферах функционирования горнодобывающего комплекса, как управление, экономика, безопасность труда и охрана окружающей среды, которые во многом обеспечивают рациональное и эффективное освоение и эксплуатацию ресурсов недр. На сегодня в Казахстане, по данным Министерства охраны окружающей среды, экономический ущерб от загрязнения окружающей среды составляет 15-20 % ВВП [268, С.28].

В последние годы для горнопромышленного комплекса страны были характерны значительные потери полезных компонентов, обусловленные низким уровнем комплексной добычи и переработки минерального сырья, имеет место несоответствие между интересами по наращиванию производственных мощностей горной промышленности и темпами развития ее минерально-сырьевой базы.

Во многом причиной такого положения является отсутствие средств механизации горных работ для поточных и циклично-поточных технологий, ухудшение горно-геологических и горнотехнических условий при разработке месторождений полезных ископаемых на больших глубинах, отсутствие единой и обоснованной системы качественного управления недропользованием.

Важные сдвиги в решении этих проблем намечены в Государственной программе форсированного индустриально-инновационного развития Республики Казахстан на 2010-2014 гг., в которой предусмотрен курс на обновление устаревших технологий, техники и оборудования с учетом последних научных и инженерных достижений. Не зря в своем выступлении на внеочередном XII съезде партии «Нур Отан» Президент страны отметил: «Самым эффективным компаниям, привлекающим передовые технологии, инвестирующим в инновации и человеческий капитал, государство должно оказать беспрецедентную поддержку вплоть до долгосрочного гарантирования закупок» [4, С.9].

Такой подход в развитии промышленности и, в частности, горнодобывающей отрасли, резко повышает необходимость и актуальность проведения целого комплекса теоретических и экспериментальных исследований, направленных на изыскание эффективных и экологически безопасных способов и средств добычи и переработки полезных ископаемых.

2. Известно, что к наиболее востребованной сфере горнопромышленной деятельности относится разработка месторождений, главной целью которой является изъятие из недр полезной для общества части вещества недр — минеральных образований. В этом случае недрам наносится геологический ущерб (ГУ), возникающий на различных стадиях и этапах разработки

месторождений полезных ископаемых.

При этом возможные воздействия на ГС (геологическая среда) можно подразделить на четыре группы по объективному классификационному признаку, отражающему характер (отличительное свойство, особенность) производимого воздействия на недра [269, С.26].

I группа. Отделение (изъятие) вещества недр, ведущее к уменьшению его количества.

II группа. Преобразование или нарушение геологической среды. Оно может проявляться в виде создания подземных полостей, карьеров, котлованов, выемок, траншей, углублений; перераспределения полей напряжений в горном массиве в зоне ведения горных разработок; нарушения циркулирующих в недрах водоносных, газовых, флюидных, энергетических и иных потоков; изменения горно-геологических, структурных характеристик и свойств геологической среды, вмещающей минеральные образования; изменения ландшафта территории, занятой под геологическими и горными отводами, и т.д.

III группа. Загрязнение геологической среды (геомеханическое, гидрогеологическое, геохимическое, радиационное, геотермическое, геобактериологическое).

IV группа. Комплексное (синэнергетическое) воздействие на недра, проявляющееся при различном сочетании воздействий трех вышеприведенных групп.

В соответствии с существующей практикой эксплуатации месторождений полезных ископаемых возможные воздействия на ГС целесообразно рассматривать по трем основным стадиям.

Первая стадия: Изучение геологической среды, в том числе их составной части – минеральных образований (месторождений полезных ископаемых).

Вторая стадия: Освоение (эксплуатация) месторождений полезных ископаемых.

Третья стадия: Завершение освоения (разработки) месторождений полезных ископаемых – ликвидация (консервация) горнодобывающих объектов.

На стадии изучения недр, проводимых с целью обнаружения (поиска) минеральных образований, воздействия на геологическую среду, с некоторой долей условности, можно разделить по объективному признаку - степени физической целостности ГС - на две группы: воздействия без существенного нарушения целостности ГС (1-я группа) и воздействия с нарушением целостности и свойств ГС (2-я группа).

К 1-й группе воздействий можно отнести поисковые и сейсморазведочные работы, которые практически не влияют на состояние горного массива.

2-я группа воздействий обусловлена геолого-разведочными работами (ГРР), осуществляемыми с помощью скважин, горных выработок и иных работ, ведущих к изменению физической целостности ГС. В этом случае возможны все четыре вышеуказанных вида воздействий на ГС - изъятие

вещества недр (при проходке геологоразведочных выработок и в меньшей степени - при выбуривании скважин); нарушение геологической среды (при проходке горных выработок с использованием взрывчатых веществ); загрязнение (имеет место лишь в отдельных случаях - при бурении нефтяных, газовых и иных разведочных скважин, при пересечении подземных термальных, минерализованных вод) и комплексное воздействие (встречается редко - например, при пересечении геологоразведочной выработкой минерализованного водного, газоносного горизонтов, флюидных потоков).

Таким образом, можно констатировать, что на стадии изучения недр воздействия на ГС проявляются незначительно, главным образом при разведке и доразведке месторождений полезных ископаемых, производимых с использованием горных выработок и, частично, при бурении разведочных скважин на жидкие и газообразные углеводороды.

На завершающей стадии разработки месторождения, т.е. при ликвидации или консервации горнодобывающего предприятия когда, процесс добычи (изъятия из недр) полезного ископаемого закончен, прямых, непосредственных воздействий на ГС не происходит. Однако в этот период более активно и широко могут проявиться последствия предыдущих стадий освоения месторождения, причем, не сразу, а по истечении времени - порой значительному (месяцы, годы).

3. Обобщение опыта работы горных предприятий по добыче угля, нефти и газа, железной руды и других полезных ископаемых показывает, что в число наиболее важных факторов, формирующих уровень и динамику основных технико-экономических показателей, можно отнести, с одной стороны, природные, а с другой – противостоящие им технические, технологические и организационные. Выбор технологии, техники и организации добычи полезных ископаемых в настоящее время зависит главным образом от природных условий. Степень активного изменения природных условий хотя и увеличивается по мере технического прогресса, но еще недостаточна. Пассивно приспосабливаясь к природным условиям, мы отбираем для эксплуатации те месторождения полезных ископаемых или их участки, где эти условия соответствуют наилучшим возможностям апробированных технологических схем разработки месторождений. Но отличительная черта природных ресурсов - их невозобновляемость. Поэтому отработка лучших участков месторождений вызывает неизбежный переход к эксплуатации все более и более худших, требующих повышенных и эксплуатационных, и капитальных затрат. Ухудшению природных условий противостоит совершенствование технологии, техники и организации производства.

Безусловно, на стадии освоения разведанного месторождения полезного ископаемого определяющую роль в воздействиях на ГС играет применяемый способ (технология) его разработки, точнее метод (техническое средство) изъятия из геологической среды ее части - минерального образования, который принимается в качестве главного классификационного признака систематизации возможных воздействий.

В соответствии с этим признаком воздействия можно подразделить на

следующие четыре группы:

1 группа - Механический способ. Характерен при добыче преимущественно твердых полезных ископаемых и осуществляется известными техническими средствами (угольные комбайны, драги, отбойные молотки, пилы, экскаваторы-мехлопаты и драглайны, и т.д.).

2 группа - Взрывной способ. Наиболее типичен для разработки твердых полезных ископаемых в случае наличия пород, не поддающихся механическому воздействию.

Взрывание массива горных пород на больших глубинах, куда перемещается эпицентр подземных и открытых горных работ, требует нового подхода к ведению буровзрывных работ в этих условиях.

Повышение эффективности и безопасности производства взрывных работ необходимо осуществлять за счет изыскания новых невзрывчатых компонентов и создания оборудования для изготовления взрывчатых веществ на месте их применения, а также создания мини-заводов для приготовления взрывчатых веществ с максимальным приближением к местам заряжания шпуров и скважин как на подземных, так и на открытых горных работах.

Применение таких мини-заводов позволит на 80 % обеспечить взрывчатыми веществами горные предприятия, при этом стоимость их будет на 30-90 % ниже импортных [268, С.30].

3 группа - Гидродинамический способ, когда в качестве технического средства отделения полезного ископаемого от массива используются гидромониторы. Так, в угольной промышленности конструктивное объединение операций своим развитием привело к технологическому объединению, реализуемому технологией подземной гидравлической добычи угля. Многочисленные операции по забою (зарубка, отбойка, навалка, крепление, перестановка оборудования) заменяются одной операцией отбойки угля высоконапорной струей воды, а многочисленные операции подземного транспортирования — передачей смеси угля с водой по желобам и трубам с помощью самотечного безнапорного транспорта, углесосов и других аппаратов.

На гидрошахте «Юбилейная - II» в Кузбассе (Россия), где впервые была применена эта технология, достигнут очень высокий уровень производительности труда – 290-300 т на рабочего в месяц.

4 группа – Геотехнологические способы добычи полезных ископаемых, которые являются наиболее эффективными методами повышения полноты использования богатств недр, вовлечения в эксплуатацию некондиционных или потерянных руд; рациональными способами извлечения из недр жидких, газообразных полезных ископаемых, их смесей.

В каждой из перечисленных выше групп выделяются подгруппы, классы, виды, подвиды и другие более мелкие подразделения.

Анализируя указанные методы изъятия из ГС минеральных образований с позиции определения возможных воздействий, следует отметить, что помимо главной цели, ради которой они созданы и постоянно совершенствуются, т.е. добычи полезного ископаемого, этим способам присущи все другие виды

воздействий, проявляющиеся в разных масштабах мощности и интенсивности. Они имеют свои специфические особенности, в соответствии с которыми целесообразно осуществлять дифференциацию групп.

4. Задаче интенсификации горного производства и дальнейшего повышения эффективности разработки месторождений полностью отвечают развивающиеся в последние годы новые, так называемые геотехнологические способы добычи минерального сырья, основанные на переводе полезных ископаемых на месте их залегания посредством осуществления тепловых, массообменных, химических и гидродинамических процессов в подвижное состояние (жидкое или газообразное), удобное для транспортирования и дальнейшей переработки. Добыча полезных ископаемых геотехнологическими методами производится, как правило, через скважины, буримые с поверхности до месторождения [231, С.124].

Геотехнологические методы возможны при подземной газификации углей, кислотном и бактериальном выщелачивании металлов, расплавлении серы, извлечении минеральных продуктов из термальных вод и вулканических выделений, добыче калийных солей растворением с последующим выкачиванием раствора и выпариванием его на поверхности. Например, при гидравлической добыче серы все операции по проходке стволов, развитию сети горных выработок, систем выемки и транспорта заменяются двумя операциями: бурения скважин и нагнетания горячей воды в пласт с последующей откачкой расплавленной серы на поверхность. При этом ликвидируется вообще постоянное присутствие людей под землей, за исключением производства ремонтных работ.

Геотехнологические методы позволяют вовлечь в эксплуатацию месторождения, залегающие в особо сложных условиях, с непромышленным содержанием руд, расширить добычу рассеянных элементов. В связи с этим в мировой практике прослеживается тенденция перехода от классической горной технологии к геотехнологическим методам добычи полезных ископаемых.

Сейчас в этом направлении наиболее продвинутыми и освоенными являются следующие принципиально различные геотехнологии:

- а) скважинной гидродобычи твердых полезных ископаемых;
- б) подземного скважинного выщелачивания металлов, в частности, урана;
- в) наземного кучного выщелачивания металлов (например, золота);
- г) подземной газификации углей;
- д) подземного сжигания угольных пластов;
- е) получения синтетических жидких топлив из углей.

Совершенно очевидно, что бесшахтные способы добычи полезных ископаемых исключают присутствие людей в подземных условиях или в открытых горных выработках.

При подземном скважинном выщелачивании металлов, кроме того, появляется возможность извлекать их из очень бедных руд и не выдавать на поверхность какие-либо отходы.

В технологиях скважинной гидродобычи люди также не присутствуют в

подземных выработках, но на поверхность выдаются только полезные для переработки руды или другие ископаемые, что существенно снижает объемы складированных отходов.

Понятно также, что невозможно сразу быстро перейти на геотехнологические методы бесшахтной добычи полезных ископаемых. Этот переход будет эволюционным, постепенным, но неотвратимым, так как в противном случае не будут обеспечены основные экономические требования к горнодобывающим предприятиям - их рентабельность и прибыльность.

5. Достижения науки и техники предлагают для производства горных работ геотехнологические методы скважинной добычи полезных ископаемых. Они предусматривают качественный перевод процесса добычи от машинной технологии на уровень технологии атомов, молекул и ионов, без применения средств взрывания и проходки, исключая присутствие человека под землей. Такая технология признана учеными мира гуманной по отношению к природе [270, С.8].

Скважинная гидродобыча полезных ископаемых — добыча твердых полезных ископаемых подземным способом, основанная на их гидравлическом или комбинированном разрушении, смешении с водой и выдаче гидросмеси на поверхность. С этой целью бурятся до подстилающих пород скважины диаметром 200-500 мм, через которые опускается добычное оборудование, которое обычно размещается в двух рядом расположенных скважинах. В одной из них помещается водовод с гидромонитором, струей которого производится размыв полезного ископаемого и его подгон к всасывающему устройству. В другой скважине находится подъемное оборудование (гидроэлеватор, эрлифт или погружной грунтовый насос), с помощью которого полезное ископаемое выдается на поверхность [231, С.560].

Особенностью способа СГД (скважинной гидродобычи), как нового развивающегося направления, является большое разнообразие систем и способов выемки полезного ископаемого. Анализ данных показывает, что наиболее эффективна отработка месторождений камерными системами с поддержанием открытой необводненной камеры, позволяющими управлять сдвижением и горным давлением путем оставления целиков, закладкой выработанного пространства, плавным опусканием кровли и обрушением налегающих пород.

В целом предприятия СГД менее энерго- и капиталоемки, сооружаются в более короткие сроки. Следовательно, являются более конкурентоспособными в удаленных и экономически слабо освоенных районах по сравнению с предприятиями, применяющими традиционную технологию. Применение способа СГД позволяет избежать многих негативных экологических последствий. Эта технология добычи практически безотходна, экологически безвредна, не требует значительного отвода земель под промышленное строительство. К настоящему моменту созданы необходимые предпосылки для обеспечения рационального природопользования при СГД с точки зрения мониторинга, и, несомненно, в ближайшее время мы будем свидетелями появления новых разработок в этой быстроразвивающейся области горной

технологии.

В России геотехнологический метод скважинной добычи железных руд используется на Курской магнитной аномалии (КМА). Российские экономисты, сравнивая результаты внедрения геотехнологии на этом месторождении с шахтным и карьерным способами разработки, пришли к выводу, что рыночный спрос на карьерный метод – 20%, шахтный – 3%, а на геотехнологию – около 80% [270, С.8]. Оказалось, что добыча природно богатых руд КМА новым способом в несколько раз дешевле, чем традиционными подземным и открытым способами. Не требуется много времени для строительства и освоения рудников.

Рассмотренный зарубежный опыт применения СГД (скважинная геотехнология) на титано-циркониевых месторождениях также позволяет сделать вывод о том, что благодаря малым капитальным затратам, ограниченному набору технологического оборудования, мобильности, небольшим срокам освоения, минимальным воздействиям на экологическую обстановку, данная технология значительно ускоряет и удешевляет разработку месторождений.

В Казахстане технология СГД пока делает только первые пробные шаги на стадиях опытно-методических и опытно-промышленных работ. Дело в том, что в республике есть ряд промышленно-генетических типов месторождений, в первую очередь остродефицитных видов минерального сырья, освоение которых способами СГД не только экономически целесообразно, но и необходимо.

Так, в нашей стране есть множество разведанных месторождений железа, марганца, богатых по содержанию и запасам, однако залегающих на значительной глубине порядка 1400-1500 метров и потому нерентабельных для шахтной добычи. Но, по предварительным прикидкам, экономически выгодных при отработке скважинной геотехнологией. Она позволит в два раза повысить извлекаемость руды. Это значит, что наши глубоко залегающие месторождения железа и марганца могут стать довольно привлекательными для вложения инвестиций.

Видимо, в перспективе целесообразно сосредоточить внимание на отработке способами скважинной геотехнологии месторождений дорогих и дефицитных полезных ископаемых: платиноидов, золота, урана, тантала, ниобия, иттрия, скандия, титана, циркония, флюорита, алмазов, белых бокситов и некоторых других.

Таким образом, с учетом того, что новая перспективная технология может найти применение при добыче многих твердых полезных ископаемых, ее следует рассматривать как важнейшее приоритетное направление государственной инвестиционной политики, позволяющее в короткие сроки обеспечить прогрессивные структурные преобразования в промышленности Казахстана и обеспечить дальнейший экономический рост без ущерба экологическим системам. Важно помнить о том, что СГД – это горная технология будущего, но не далекого, а близкого, что будет зависеть от принятия правильных решений и их реализации в свете установок

Стратегического плана развития Республики Казахстан до 2020 года.

6. Республика Казахстан располагает одной из крупнейших в мире сырьевых баз урановой промышленности. Разведенные балансовые запасы урана оцениваются в 1 млн. 200 тыс. т.

Основу сырьевой базы отечественного урана составляют гидрогенные месторождения региональных зон пластового окисления с неблагоприятными для традиционных горных способов добычи условиями залегания — высокой обводненностью рудовмещающих пород, слабой литификацией, низким содержанием урана и концентрацией на значительных площадях.

Освоение гидрогенных урановых месторождений было начато в Казахстане с 70-х годов прошлого столетия. К середине 80-х годов Казахстан уже обеспечивал около 40% потребностей бывшего СССР в уране. Для отработки месторождений был применен новый для того времени способ добычи урана — метод подземного выщелачивания через систему скважин, пробуренных с поверхности, заключающийся в переводе урана в раствор на месте естественного залегания руд [235, С.6].

За последние 10-15 лет (особенно начиная с 1999 г.) в Казахстане весьма быстрыми темпами наращивались объемы подземного скважинного выщелачивания (ПСВ) урана и сопутствующих ему редких элементов (рений, осмий и др.). В этой связи был придан мощный импульс развитию горных наук в Казахстане в области геотехнологии металлов. К настоящему времени в республике создается самостоятельная школа ученых-геотехнологов ПСВ металлов. Был проведен ряд международных научных конференций по проблемам геотехнологии урана с участием ведущих стран по его добыче (Франция, Австралия, Канада, Россия, Узбекистан и др.).

Как следствие, основой разработки и внедрения в практику уранодобычи метода подземного скважинного выщелачивания явились достижения в области геологоразведки и промышленной оценки, эпигенетических месторождений региональных зон пластового и грунтового окисления, достижения в области гидродинамики, геохимии, гидрометаллургии.

Успешное решение комплекса технических проблем первых этапов освоения метода подземного выщелачивания урана было связано с разработкой и внедрением специальных технических средств и технологий сооружений и эксплуатации скважин, контрольно-измерительной аппаратуры, а также с разработкой и промышленным освоением в гидрометаллургии урана сорбционной технологии с использованием сильноосновных анионитов.

За прошедшие годы коллективами казахстанских уранодобывающих предприятий была проделана большая работа по совершенствованию технологии добычи урана, повышению производительности труда, снижению себестоимости продукции, автоматизации производственных процессов. Значительная работа проделана в области бурения и оборудования скважин, совершенствования средств подъема продуктивных растворов, аппаратов сорбционного их передела.

В результате вышеуказанных целенаправленных мер доля Казахстана в объемах мировой добычи урана сегодня достигла 19%. В 2009 г. республика

вышла на первое место по объемам добычи урана. К настоящему времени объем добычи приблизился вплотную к отметке в 14 тыс. т (для сравнения: показатель 2008 г. – 8,6 тыс. т). Если говорить о реализации добытого урана, то вся отечественная продукция законтрактована.

7. По данным Всемирной ядерной ассоциации [271, С.5], на начало марта 2009 г. в мире работало 436 ядерных реакторов. И количество станций год от года растет. Уже сейчас на долю урана приходится выработка 15% электроэнергии в мире и ожидается, что до 2030 г. в мире будет построено около 500 новых реакторов.

Факторы, обуславливающие высокие темпы развития атомной энергетики, — рост численности населения планеты и дефицит традиционной энергетики, поскольку углеводородные источники сырья иссякают. Таким образом, уран превращается в стратегический продукт глобальной экономики. Поэтому в стратегиях многих уранодобывающих компаний важная позиция отводится наращиванию объемов производства урана. Это и одна из стратегических задач АО «НАК «Казатомпром». Предполагается к 2025-2030 гг. выйти на уровень годовой добычи в 25 тыс. т и занять по этому показателю 32% мирового объема добычи урана [271, С.5].

В перспективе АО «НАК «Казатомпром» будет иметь преимущества в технологии – речь о методе ПСВ, который применяется сейчас на подавляющем большинстве рудников отечественной горнорудной компании. Это объясняется следующими основными преимуществами метода подземного выщелачивания по сравнению с традиционными горными способами разработки урановых месторождений:

- возможность вовлечения в эксплуатацию бедных и забалансовых руд месторождений со сложными геолого-гидрогеологическими условиями залегания, но имеющими крупные запасы урана;
- значительное сокращение капитальных вложений и сроков ввода месторождений в эксплуатацию;
- улучшение условий труда, сокращение численности горнорабочих и повышение производительности труда в 2,5-3,5 раза;
- уменьшение отрицательного воздействия уранодобычи на окружающую среду.

Ожидается, что в промышленную эксплуатацию будут вовлекаться новые месторождения и залежи, в том числе со сложными геолого-гидрогеологическими условиями, характеризующимися слабопроницаемыми участками, фильтрационной неоднородностью, невыдержанным пространственным расположением рудных тел в рудоносных горизонтах и большими глубинами их залегания, отсутствием надежных водоупоров и т.д. Расширение границ применения метода подземного скважинного выщелачивания урана требует дальнейшего совершенствования этого прогрессивного метода добычи и определяет его высокую наукоемкость.

По мнению специалистов [145, С.8], развитие получат следующие крупные блоки приоритетных прикладных исследований ПСВ металлов на перспективу:

1. Разработка автоматизированной системы гидродинамических расчетов сети скважин ПСВ металлов для несовершенных скважин (отсутствие водоупоров, растекание продуктивных растворов).

2. Разработка автоматизированной системы проектирования оптимальных схем вскрытия глубоких продуктивных горизонтов пластово-инфильтрационных месторождений урана для сложных условий.

3. Разработка критериев и методов оценки устойчивости стенок технологических скважин при ПСВ металлов с учетом прочности труб и горного давления.

4. Разработка автоматизированной системы расчета оптимальных напоров на закачных скважинах с учетом гидродинамики напорных вод и прочности трубоставов в скважинах.

5. Разработка блочной структуры систем автоматизированного проектирования ПСВ в режиме постоянной адаптации к изменяющимся условиям горной среды.

6. Создание автоматизированной системы оптимального управления процессами ПСВ урана в реальном масштабе времени по векторному критерию адаптации.

Безусловно, реализация перечисленных мер в практику уранодобычи позволит существенно поднять эффективность и снизить себестоимость добычи урана, значительно улучшить условия труда персонала работающего на полигонах подземного выщелачивания, повысить экологическую безопасность производства и, в конечном итоге, поднять конкурентоспособность выпускаемой продукции на мировом рынке урана.

8. В условиях рыночной экономики, когда наблюдается острый дефицит денежных средств, естественно, что в первую очередь в эксплуатацию будут вовлекаться месторождения, на освоение которых требуются сравнительно небольшие капиталовложения. Добыча золота на таких объектах должна быть организована с применением простых и высокорентабельных технологий, обеспечивающих быстрый возврат вложенных средств.

Такой прогрессивной технологией является кучное выщелачивание (КВ), прекрасно зарекомендовавшее себя во всем мире. Предприятия КВ характеризуются относительной простотой аппаратного оформления. При сравнительно небольших капитальных вложениях, возможно за 1-2 года завершить полный комплекс строительства такого предприятия. Все это с учетом низких эксплуатационных затрат позволяет с высокой эффективностью вовлекать в переработку низкосортные руды.

Принимая во внимание положительный опыт работы зарубежных предприятий по добыче золота методом КВ, высокую эффективность технологии, сравнительно небольшие капитальные затраты на создание предприятий, высокий уровень рентабельности и короткий срок окупаемости

(1-2 года), рекомендуется широко использовать КВ в практике добычи золота в Республике Казахстан.

Видимо, в республике быстрый рост добычи золота в будущем может быть обеспечен при условии проведения государством политики, стимулирующей развитие производства, и в первую очередь, на основе снижения уровня налогов в золотодобыче.

Можно предположить, что бурное развитие новых способов ПСВ урана, КВ золота и других металлов в перспективе потребует быстрого решения целого комплекса научных проблем, которые следует считать наиболее приоритетными в сфере развития горных наук в Республике Казахстан, а также форсированного и качественного решения задач в области подготовки инженерных кадров в области геотехнологии металлов.

9. Анализируя ситуацию в мировой энергетике, специалисты оценивают ресурсные запасы энергоносителей по срокам их исчерпания при сегодняшних темпах потребления: для нефти - 50 лет, природного газа - 70 лет, каменного угля - 100 лет, бурого угля - 170 лет, сланца – 200 лет [272, С.62].

В настоящее время в Казахстане и передовых Западных странах получает развитие направление использования твердых топлив, базирующееся на внедрении технологий их глубокой переработки. Суть этих технологий заключается в реализации процессов пиролиза, газификации и гидрогенизации с целью получения из угля и сланцев синтетической «искусственной нефти», высококалорийного газа, угольного полукокса, активных углей, а также химического сырья, из которого можно извлекать тиофеновые соединения, фенолы и другую продукцию.

В связи с вышеизложенным создание предприятий по производству газа, бензина, газотурбинного топлива из твердых горючих ископаемых, т.е. по замещению вышеперечисленных топливных ресурсов, является одной из актуальных стратегических задач страны.

Одним словом, в будущем роль угля в топливно-энергетическом балансе (ТЭБ) Казахстана может быть повышена не только за счет его прямой добычи, сопровождающейся неизбежными экологическими ущербами. Заслуживает внимания возможность превращения угля на месте его залегания (под землей) в более экологически чистые газообразные энергоносители. К такой нетрадиционной технологии разработки угольных пластов следует отнести подземную их газификацию, обеспечивающую осуществление реакций неполного окисления угля в подземных условиях непосредственно на месте залегания угольных пластов - в подземном газогенераторе, с получением после соответствующей обработки на поверхности газа, сходного по своим характеристикам с природным. При этом газ ПГУ может являться сырьем для получения синтез-газа, метанола, аммиака, карбамида и других ценных химических продуктов.

Известны многочисленные попытки освоения подземной газификации углей (ПГУ), принципиальные преимущества которой были отмечены еще великим русским химиком Д.И. Менделеевым. ПГУ, с одной стороны, предотвращает экологические ущербы на стадиях добычи, хранения и

транспорта угля и, с другой стороны, резко уменьшает выбросы на стадии сжигания газа ПГУ у потребителя (вместо угля).

Подземная газификация углей (ПГУ) с применением кислородного дутья вместо воздушного позволяет получать газ, который может быть переработан на химическую продукцию. Очистив газ ПГУ от углекислоты, можно получить синтез-газ, состоящий из оксида углерода и водорода. При кислородном дутье повышается температура горения угля, что обеспечивает устойчивое горение тонких и влажных угольных пластов. Кроме того, высокая температура горения бурых углей, богатых оксидом кальция или магния, позволит практически полностью связать серу и оставить ее под землей - в результате сократится концентрация сероводорода в газе ПГУ. Сокращение объема выходящего газа позволит уменьшить капиталовложения на создание реакторов его очистки от сероводорода и углекислоты, а также реакторов переработки синтез-газа в метанол.

Получение дешевого водорода из газа ПГУ на кислородном дутье позволяет организовать производство по прямому восстановлению железа водородом в кипящем слое. Вместо водорода можно использовать и синтез-газ. В этом случае возможно отказаться от доменного процесса и производства кокса. Прямое восстановление железа требует вдвое меньше топлива и дает высококачественный металл, а не чугун.

В цветной металлургии применение синтез-газа ПГУ для восстановления силикатных никелевых руд позволило бы решить проблему дефицита никеля [273, С.48].

10. На сегодняшний день способ подземной газификации промышленно апробирован. Зарубежный опыт использования данной технологии подтверждает ее экономическую эффективность и возможность создания экологически чистого предприятия.

В странах СНГ принципиальные недостатки известных способов газификации, к которым, прежде всего, следует отнести низкую теплотворную способность синтеза газа (СГ), получаемого на воздушном или на паровоздушном дутье ($1000-1400$ ккал/м³), значительные расходы на амортизацию и эксплуатацию, а также высокую загрязненность летучих продуктов пылью, соединениями серы и другими вредными примесями, привели к практически полной ликвидации этого направления, особенно после появления более дешевого и экологически более чистого природного газа.

Между прочим на территории бывшего Советского Союза действовало несколько станций ПГУ, до настоящего момента работает Ангренская станция в Узбекистане. За рубежом исследовательские, опытные и промышленные работы по подземной газификации угля и использованию полученного газа ведутся в США, странах Евросоюза, КНР, КНДР, Австралии, Монголии, Японии. В целом опыт применения технологии подземной газификации показал, что эта технология позволяет получать энергетический газ и газ для химического синтеза в промышленных масштабах, заменяя собой природный газ.

Интересно отметить, что еще в 1975 г. одна из фирм США купила в

бывшем Советском Союзе лицензию на технологию подземной газификации угольных пластов и уже имеет проекты заводов по переработке твердого топлива на газ. Было бы хорошо, если бы пример иностранных предпринимателей побудил наших ученых, руководителей, специалистов к быстрейшему созданию собственных высокоэффективных технологий ПГУ, тем более что в ближайшие 15-20 лет спрос на газ повысится.

В связи с актуальностью проблемы ПГУ возникает необходимость коренного пересмотра позиций и отношения Правительства Казахстана к проблеме более эффективного использования энергоресурсов за счет подземной газификации угля в республике. Конечно, проблема ПГУ, известная еще с 1930-х годов, должна быть рассмотрена с современных позиций, тем более за рубежом уже разработаны новые технологические схемы подземной газификации. Новая технология ПГУ отличается от ранее освоенной, прежде всего, повышенной управляемостью, существенно меньшим количеством эксплуатационных скважин и высокой стабильностью технологического процесса. Это обеспечивает экономическую эффективность разработки угольного месторождения методом ПГУ, в расчете на условное топливо газ ПГУ на 25-35% дешевле шахтного угля.

Поскольку технология ПГУ откроет новые возможности в разработке угольных пластов со сложными горно-геологическими условиями залегания, целесообразно расширить объем научно-исследовательских и опытных работ по разработке и совершенствованию технологии ПГУ применительно к горно-геологическим и экологическим условиям Карагандинского бассейна, других угольных месторождений страны. Научно-исследовательским и проектным институтам республики, геологическим и эксплуатационным службам надо отобрать участки для подземной газификации угля и определить места заложения станций Подземгаз, подготовить технико-экономические обоснования их строительства, рассчитать затраты на научно-исследовательские работы и капиталовложения на развитие ПГУ.

Принимая во внимание важность проблемы перехода к ресурсосберегающим и безотходным технологиям, следует подумать над созданием в Казахстане на базе одного из ведущего НИИ (например, ИГД им. Д.А. Кунаева или ИПКОН НАН РК) координационного центра, который занимался бы вопросами, требующими решения для успешного внедрения ПГУ. Применение данного метода нужно рассматривать как технологию, которая пока неконкурентоспособна со сравнительно дешевыми нефтью и газом, но которая через определенный период обязательно будет востребована.

11. Несмотря на глобальное лидерство нефти и газа как первичных источников энергии, уголь по-прежнему занимает очень прочные позиции. В XXI веке роль угля в энергетическом балансе большинства стран будет возрастать. Это обусловлено как ростом издержек на добычу нефти и газа, так и неизбежной перспективой их исчерпания в текущем столетии. Запасы угля на порядок и более превышают запасы углеводородов, и на третье тысячелетие угля в мире точно хватит.

Для угольной промышленности Казахстана специальный аспект имеет

вопрос разработки тонких пластов на шахтах Шерубай-Нуринского и Тентекского районов Карагандинского бассейна.

Известно, что промышленная угленосность бассейна связана с ашлярикской, карагандинской, долинской и тентекской свитами, которые содержат до 80 угольных пластов и пропластков. Из них 65 пластов имеют рабочую мощность. Суммарная мощность всех угольных пластов составляет в среднем 110 м.

Мощность угольных пластов, как и угленосность свиты, в целом по бассейну уменьшается с востока на запад, а в пределах каждого угленосного района — с юга на север. Половина рабочих пластов бассейна (33 из 65) относится к тонким (мощностью 0,7-1,2 м), до 29 пластов имеют среднюю мощность 1,3-3,5 м и лишь три пласта (k_{10} , k_{12} , ∂_6) мощность более 3,5 м. Обычно угольные пласты имеют сложное строение [274, С.21].

Следует сказать о том, что тонкие пласты стали отрабатываться в бассейне сравнительно недавно. Начало их отработки связано главным образом с вводом в действие новых шахт в Тентекском районе, разрабатывающих пласты долинской и тентекской свит.

Слабая устойчивость непосредственной кровли тонких пластов обуславливает необходимость в оставлении при очистной выемке подкровельной пачки угля мощностью до 0,4 м, а низкая несущая способность почвы - снятии ее верхнего слоя толщиной до 0,2 м комбайном. Вследствие этого около 84 % очистных забоев на тонких пластах отрабатываются с присечкой породы, что приводит к ухудшению качества угля, т. е. к увеличению его зольности в среднем на 10,3% (на шахте «Тентекская» до 25 %) [274, С.102].

К этому следует добавить то, что в бассейне развитие подземного способа разработки тонких пологих пластов сопровождается постоянно растущей энерго- и материалоемкостью добычи угля, увеличением расходов на его транспортирование. Наконец, в связи с углублением горных работ и выемкой пластов малой мощности престиж шахтерского труда снижается.

12. Даже краткий анализ современного состояния разработки тонких пластов в Карагандинском бассейне показывает необходимость промышленных испытаний нетрадиционных способов их разработки, в частности, принципиальной проверки в промышленных условиях технологии подземного сжигания угля (ПСУ), в приеме и распределении тепловой энергии на поверхности.

Сейчас в Карагандинском бассейне запасы угля, оставленные на площадях отработанных и действующих шахт, исчисляются многими миллионами. Аналогичные проблемы характерны для разработки тонких пластов. В сложившихся условиях только технология ПСУ позволит вовлечь в топливно-энергетический баланс страны брошенные и непригодные к разработке традиционными способами запасы угля и преобразовать энергию сторевавшего угля в тепловую энергию воды непосредственно на промплощадке опытного участка.

Как показывает исследование [185, С.5], теоретической основой технологии подземного сжигания угольных пластов (ПСУ) в отличие от технологии подземной газификации (ПГУ) являются следующие положения:

а) подготовка участка ПСУ блоками с размерами, обеспечивающими наибольшую полноту сгорания угля при использовании существующей топологии горных выработок;

б) всасывающий способ подачи свежего воздуха в инициированный очаг горения с достижением минимально возможных температур газовой смеси на выходе из продуктивной скважины;

в) скважинная подготовка пласта и подземное сжигание небольшого по площади блока с применением способов управления состоянием массива;

г) прямое использование физического тепла продуктов горения угольного пласта непосредственно на поверхности обрабатываемого участка;

д) подача свежего воздуха в очаг горения на большие (100 м и более) расстояния через обрушенные породы выработанного пространства;

е) схема направленной подачи свежего воздуха в очаг горения и отвода горючих газов на поверхность.

Безусловно, подготовка будущих блоков угольного пласта и процесса ПСУ должна быть обоснована специальными технологическими решениями применительно к конкретным условиям шахт Карагандинского бассейна.

13. В связи с интенсивным развитием видов транспорта огромное практическое значение приобретает проблема увеличения ресурсов жидкого топлива. Решать ее в первую очередь необходимо за счет повышения коэффициента извлечения светлых нефтепродуктов из перерабатываемой нефти.

В соответствии со «Стратегическим планом развития Республики Казахстан до 2020 года» в ближайшее десятилетие богатые минеральные ресурсы страны будут способствовать не только росту экспорта нефти и газа. Наряду со строительством новых трубопроводов будет развиваться сектор переработки нефти и газа, в том числе за счет создания интегрированного нефтегазохимического комплекса.

В свете реализации Государственной программы форсированного индустриально-инновационного развития Казахстана в 2010-2014 гг. будут реконструированы все три НПЗ (нефтеперерабатывающие заводы) страны. Тем самым мы «сможем полностью обеспечивать нашу внутреннюю потребность по всему спектру нефтепродуктов» [2, С.5].

Однако известно, что ресурсы жидкого топлива можно увеличить также на основе вовлечения в переработку нетрадиционных источников сырья. В условиях Республики Казахстан в качестве таких источников могут быть использованы горючие сланцы, битуминозные пески и угли различных марок. При этом наиболее перспективным сырьем для производства синтетического жидкого топлива признается уголь как широко распространенный вид твердых горючих ископаемых. На базе углей было организовано производство синтетического топлива в прошлом, на его основе работают промышленные

предприятия сейчас и на него ориентируются в будущем. В зависимости от конкретных условий в качестве сырья рекомендуются бурые или каменные угли некоторых марок. Применительно к ним проверяются технологические схемы производства синтетического топлива. К числу таких схем, разрабатываемых в ряде передовых зарубежных государствах и некоторых странах СНГ (прежде всего в России), следует отнести гидрогенизацию и полукоксование. В первом случае рассматриваемое сырье под давлением водорода превращается в жидкую массу - гидрогенизат, перерабатываемый на следующих стадиях процесса в моторные виды топлива и химические продукты; во втором - в полукокс, газ и смолу, являющуюся сырьем для производства бензина и дизельного топлива.

Вместе с тем жидкое топливо из угля можно получить и по другому принципу. Сначала уголь газифицируют, а затем газ сжижают в присутствии катализаторов. Такой способ получения моторного топлива из продуктов газификации угля был впервые разработан в лабораторном масштабе в Германии в 1923-1926 гг. известными химиками Ф. Фишером и Г. Тропшем (впоследствии лауреатом Нобелевской премии). Преимущество данного метода — возможность переработки углей с низкой теплотой сгорания и высоким содержанием серы. Кроме того, получение бензина и других видов жидкого топлива обходится гораздо дешевле, чем при непосредственном ожигении угля. Не нужны дорогостоящие аппараты для создания высокого давления. К тому же синтез производится при значительно более низких температурах, чем при гидрогенизации угля. Недостатки данного метода обусловлены трудностями, связанными с транспортированием получаемого топлива: его доставка должна осуществляться обособленно от обычных видов нефтяных топлив.

Применение технологии «Фишера-Тропша» для получения жидких видов топлива из угля с предварительной его газификацией является единственной технологией, используемой сегодня в промышленных масштабах. В ЮАР с 1955 г. находится в эксплуатации завод производственной мощностью 240 тыс. т жидкого топлива в год. Сейчас здесь на трех заводах фирмы «Сасол» ежегодно производится несколько миллионов тонн «угольной нефти».

14. На сегодняшний день в мировом энергетическом балансе доля синтетического жидкого топлива (СЖТ) еще невелика. Это связано не столько с технологическими трудностями, сколько с рядом экономических проблем. До настоящего времени внедрение проектов прямой (ожигение) и косвенной (газификация + синтез Фишера-Тропша) гидрогенизации угля сдерживалось Правительством ряда стран пока отмечалось снижение цен на нефть и нефтепродукты.

Тормозом к внедрению технологий гидрогенизации угля в промышленность также является: высокое потребление водорода; многоступенчатость технологии и сложность аппаратного оформления; отсутствие собственной машиностроительной базы; невозможность использования в регионах с жесткими требованиями по экологической чистоте продуктов и производства.

Нельзя сбрасывать со счетов и то, что сложность технологии получения синтетических жидких топлив из угля определяется глубокими различиями в исходном сырье (нефть и уголь), в их химической природе.

Однако в последние годы в связи с ростом цен на нефть проявляется стремление многих стран осваивать свои природные ресурсы с тем, чтобы в будущем не зависеть от импорта нефти, что создает благоприятные условия для развития промышленного производства СЖТ. Надо иметь в виду и то, что уже подготовлена реальная основа для внедрения новых технологий гидрогенизации угля в промышленность.

В Казахстане существующие тенденции в изменении цен и структуры энергоресурсов делают прогноз производства СЖТ достаточно оптимистичным. Намечаемые тенденции в изменении структуры энергоресурсов могут привести к тому, что процессы гидрогенизации угля будут играть не последнюю роль в энергобалансах ряда регионов республики в будущем. Правда, из-за отсутствия собственной машиностроительной базы отечественная технология гидрогенизации может развиваться по пути изучения опыта зарубежных разработок и создания совместных предприятий.

15. Анализ динамики производительности горных машин и механизмов показывает, что в первые годы применения новой модели происходит значительной ежегодный прирост производительности новой машины и зачастую превышение расчетной технической производительности. По мере использования всех организационно-технических возможностей и повышения квалификации обслуживающего персонала рост производительности машины уменьшается и постепенно практически прекращается. Такая тенденция развития известна под названием кривой насыщения или логистической (S - образной) кривой. Имея в виду такую тенденцию развития на уровне руководства горнодобывающим предприятием рекомендуется подход к оценке применяемой технологии и определения момента, когда необходимо вкладывать средства на разработки и внедрение новой. Он основан на построении зависимости между затратами на улучшение технологического процесса и полученными при этом результатами, изображаемой в виде логистической (S - образной) кривой. Когда появляется в отрасли новая горная технология, она замещает устаревшую и имеет свою S-образную кривую. Промежуток времени между двумя S-образными кривыми представляет собой технологический разрыв, где одна горная технология замещает другую.

Произведенные в работе расчеты по данным шахт Карагандинского бассейна показали, что использование логистической кривой как тенденции развития отдельных моделей горного оборудования целесообразно при определении этапа технического перевооружения горных предприятий и замене данной горной машины (устаревшей технологии) более совершенной. Причем, как только на смену одной горной технологии в отрасли приходит другая, проблема их соотношения становится для горнодобывающего предприятия делом важнейшего стратегического выбора: сохранять (и как долго?) традиционную технологию, из-за которой часть выпускаемой продукции оказывается затратной и морально устаревшей, или переходить на новую.

16. Подытоживая все вышесказанное, хотелось бы сконцентрировать внимание на двух важных положениях.

Во-первых, на сегодняшний день представляющие более или менее промышленный интерес месторождения всех видов полезных ископаемых на территории Республики Казахстан до рентабельной глубины 1000 метров известны, разведаны и оценены. Новых крупных открытий ждать не приходится. Так что в области недропользования крайне желателен перевод геологии в плоскость геотехнологии. Внедрение такой методики позволит вовлечь в оборот перспективные по запасам и содержанию полезного компонента, но нерентабельные при шахтной добыче глубокозалегающие месторождения.

Во-вторых, в республике конечной целью стратегии развития горных наук должно стать создание основ теории горных технологий (ОТГТ) при разработке полезных ископаемых. Со временем она должна постоянно развиваться и пополняться новыми фундаментальными знаниями о поведении породного массива в процессе взаимодействия его с технологическими подсистемами ГДП (горнодобывающее предприятие) на внешнюю среду. К тому же нужно создавать новейшие компьютерные системы с целью оптимального адаптивного управления подсистемами ГДП, стабилизации из работы.

По мнению авторов работы [145, С.8], необходимо выделить следующие крупные блоки основ теории технологии добычи полезных ископаемых подземным способом как самым сложным в теории:

- а) теория взаимодействия технологических подсистем с внешней средой;
- б) катастрофические отказы (КО) и прогноз вероятности их проявления;
- в) управление вероятностью проявления КО;
- г) техническая надежность и адаптивность технологических систем (ТС);
- д) техническая и фактическая нагрузки на добычные участки (ДУ);
- е) блок геомеханики, устойчивость и надежность подземных конструкций;
- ж) блок экологической надежности.

В отдельном блоке оптимизации должны находиться компьютерные технологии оптимального проектирования и управления подсистемами горнодобывающего комплекса.

Следует особо отметить, что указанные приоритеты в области развития горных наук полностью соответствуют инновационной программе развития отраслей горнодобывающей промышленности страны в свете реализации Госпрограммы форсированного индустриально-инновационного развития в течение 2010-2014 гг.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Калабаева А. Стратегический план 2020: перспективы реализации // «Казахстанская правда», 6 апреля 2010 г., С.4.
2. Стратегический план развития Республики Казахстан до 2020 года: Утвержден Указом Президента Республики Казахстан от 1 февраля 2010 года № 922 // Мысль. – 2010. – №3. – С. 15-42.
3. Новое десятилетие - новый экономический подъем - новые возможности Казахстана: Послание Президента Республики Казахстан Нурсултана Назарбаева народу Казахстана // Мысль. - 2010. - №3. - С.2-14.
4. Индустриально-технологическое развитие Казахстана ради нашего будущего: Выступление Президента Республики Казахстан, Председателя НДП «Нур Отан» Нурсултана Назарбаева на внеочередном XII съезде партии // Мысль. - 2009. - №6. - С.2-11.
5. Указ Президента Республики Казахстан «О Стратегии - индустриально-инновационного развития Республики Казахстан на 2003-2015 годы» от 17 мая 2003 г.
6. Кучукова Н. Финансовое обеспечение индустриально-инновационного развития Казахстана // «Казахстанская правда», 19 марта 2010 г., С.24-25.
7. Сакенов М. Форсированное индустриально-инновационное развитие экономики Казахстана / //Промышленность Казахстана. – 2009.- №6(57). - С. 10-13.
8. Карта индустриализации Казахстана на 2010-2014 годы: Утверждена постановлением Правительства Республики Казахстан от 14 апреля 2010 года №303 // «Казахстанская правда», 6 мая 2010 г., С.7.
9. Турежанова М. Тактика индустриального прорыва // «Казахстанская правда», 16 апреля 2010 г., С.7-8.
10. Алибекова Р. Первый индустриальный план: цели и подходы // «Казахстанская правда», 5 февраля 2010 г., С.9.
11. Акмаева Р.И. Инновационный менеджмент: Учебное пособие. – Ростов н/Д: Феникс, 2009. – 347 с.
12. Freeman C. The National Systems of Innovation in historical perspective. In Cambridge journal of economics. - London, 1995, 5-24 pp.
13. Батпенов Т., Мейрманова А., Кокетаев А., Дзекунов В. Национальная инновационная система: мировой опыт и казахстанские реалии // Промышленность Казахстана. - 2009. - №6(57). - С. 10-13.
14. Волкова С.К. Современные подходы к определению понятия «национальная инновационная система» // Сервис в России и за рубежом. - 2007.-Выпуск 2.-С.45-48.
15. Голиченко О.Г. Национальная инновационная система России: состояние и пути развития. - М.: Наука, 2006. - 236с.
16. Моргунов Е.В., Снегирев Г.В. Национальная (государственная) инновационная система: сущность и содержание // Собственность и рынок. - 2004. - №7.-С. 10-21.

- 17.Барлыбаева Н. Национальная инновационная система США // Промышленность Казахстана. - 2006. - №5(38). - С.36-39.
- 18.Муқанов Д. Индустриально-инновационное развитие Казахстана: потенциал и механизмы реализации. - Алматы: Дайк-Пресс, 2004. - 274с.
- 19.Ефимушкин С.Н., Овсянникова А.Б. Совершенствование национальной инновационной системы как основы экономического роста (опыт Финляндии) // Российское предпринимательство. Часть 1. — 2004. - №5. -С.24-31.
- 20.Ивасенко А.Г., Никонова Я.И., Сизова А.О. Инновационный менеджмент: Учебное пособие. - М.: КНОРУС, 2009. - 416с.
- 21.Назарбаев Н.А. Казахстан в посткризисном мире: интеллектуальный прорыв в будущее // Мысль. - 2009. - №11. - С.2-10.
- 22.Dosi G. Technological paradigms and technological trajectories. Research policy. - Amsterdam, 1982, p.147-162.
- 23.Гумилев Л.Н. Древняя Русь и Великая степь. - М.: АСТ ХРАНИТЕЛЬ, 2007. - 655с.
- 24.Кондратьев Н.Д. Проблемы экономической динамики. - М.: Экономика, 1989. - 450с.
- 25.Маркс К. Капитал. Критика политической экономии. Т.2. Кн.2. Процесс обращения капитала. - М.: Политиздат, 1978. - 648с.
- 26.Монахов А.В. Математические методы анализа экономики. - СПб.: Питер, 2002. - 176с.
- 27.Шумпетер Й. Теория экономического развития (Исследование предпринимательской прибыли, капитала, кредита, процента и цикла конъюнктуры): Пер. с нем. - М.: Издательство «Прогресс», 1982. - 456с.
- 28.Ермасов С.В., Ермасова Н.Б. Инновационный менеджмент: Учебник. - М.: Высшее образование, 2007. - 505с.
- 29.Нуреев Р.М. Экономика развития: модели становления рыночной экономики: Учебное пособие. - М.: ИНФРА-М, 2001. - 240с.
- 30.Глазьев С.Ю. Теория долгосрочного технико-экономического развития. - М.: ВлаДар, 1993. - 310с.
- 31.Басовская Л.Е. Прогнозирование и планирование в условиях рынка: Учебное пособие. - М.: ИНФРА-М, 2001. - 260с.
- 32.Барлыбаева Н.А. Национальная инновационная система Казахстана: перспективы и механизм развития. - Алматы: Институт экономики, 2006. - 199с.
- 33.Коробейников О.П., Трифилова А.А. Интеграция стратегического и инновационного менеджмента // Менеджмент в России и за рубежом. - 2001. - №4. - С. 30-33.
- 34.Коноплев С. П. Инновационный менеджмент: Учебное пособие. - М.: ТК Велби, Издательство Проспект, 2008. - 128 с.
- 35.Васильева И.Н. Экономические основы технологического развития: Учебное пособие. - М.: Банки и биржи, ЮНИТИ, 1995. - 160 с.
- 36.Бовин А.А., Чередникова Л.Е., Якимович В.А. Управление инновациями в организациях. - М: Издательство «Омега-Л», 2009. - 415 с.

37. Сассон А. Биотехнология: свершения и надежды: Пер. с англ. - М.: Мир, 1987. - 411 с.
38. Мартынов Л.М. Инфоком-менеджмент: Учебное пособие. - М.: Университетская книга, Логос, 2007. - 400 с.
39. Костров А.В. Основы информационного менеджмента: Учебное пособие. - М.: Финансы и статистика, 2001. - 336 с.
40. Бажин И.И. Информационные системы менеджмента. - М.: ГУ-ВШЭ, 2000. - 688 с.
41. Гринберг А.С., Король И.А. Информационный менеджмент: Учебное пособие. - М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2003. - 415 с.
42. Бралиев А. Информационные технологии как неотъемлемый фактор повышения конкурентоспособности // Промышленность Казахстана. - 2008 (№6). - 2009 (№1). - С. 70-71.
43. Кокурин Д.И. Инновационная деятельность. - М.: Экзамен, 2001. - 576 с.
44. Гибкие производственные комплексы / Под ред. П.И. Беянина и В.А. Лещенко. - М.: Машиностроение, 1984. - 384 с.
45. Соломенцев Ю.М., Сосонкин В.Л. Управление гибкими производственными системами. - М.: Машиностроение, 1988. - 352 с.
46. Хартли Дж. ГПС в действии: Пер. с англ. - М.: Машиностроение, 1987. - 328 с.
47. Асфаль Р. Роботы и автоматизация производства: Пер. с англ. - М.: Машиностроение, 1989. - 448 с.
48. Накано Э. Введение в робототехнику: Пер. с япон. - М.: Мир, 1988. - 334 с.
49. Скотт П. Промышленные роботы - переворот в производстве: Сокр. пер. с англ. - М.: Экономика, 1987. - 304 с.
50. Пелих А.С., Баранников М.М. Экономика машиностроения. - Ростов н/Д: «Феникс», 2004. - 416 с.
51. Гугелев А.В. Инновационный менеджмент: Учебник. - М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К⁰», 2007. - 336 с.
52. Управление организацией: Учебник / Под ред. А.Г. Поршнева, З.П. Румянцевой, Н.А. Саломатина. - М.: ИНФРА-М, 1999. - 669 с.
53. Питер Ф. Друкер. Рынок: как выйти в лидеры. Практика и принципы: Пер. с англ. - М.: СП «Бук Чембэр Интернэшнл», 1992. - 351 с.
54. Жарменов А., Галиев С. Необходимость разработки стратегии устойчивого развития горной промышленности // Промышленность Казахстана. - 2007. - №4(43). - С.6-7.
55. Чантурия В.А. Перспективы устойчивого развития горно-перерабатывающей индустрии России // Горный журнал. - 2007. - №2. - С.2-9.
56. Бурцев И. Проблемы достижения устойчивого развития в горной промышленности // Вестник. - 2005. - №6. - С.12-16.
57. Приоритеты концепции перехода Республики Казахстан к устойчивому развитию. - Алматы: Материалы МООС РК, 2006. - 40 с.
58. Каренов Р.С. Формирование рынка минерально-сырьевых ресурсов

Казахстана. – Караганда: ИПЦ «Профобразование», 2008. – 276 с.

59.Каренов Р.С. Приоритеты стратегии индустриально-инновационного развития горнодобывающей промышленности Казахстана. – Астана: Издательство КазУЭФМТ, 2010. – 539 с.

60.Бренд нефтяных возможностей: К 2020 году Республика Казахстан войдет в мировую пятерку производителей «черного золота» // «Казахстанская правда», 26 мая 2010 г., С.5.

61.Шакуликова Г. Вопросы потенциала нефтегазового комплекса Казахстана // Қаржы-Қаражат-Финансы Казахстана. – 2005. - №4. – С.42-47.

62. Модернизация – путь к качеству и конкурентоспособности: 8 сентября 2010 г. Атыраускому нефтеперерабатывающему заводу исполняется 65 лет // «Казахстанская правда», 5 июня 2010 г., С.8.

63.Спицын А. Россия и Казахстан в энерго-экологической интеграции // Экономист. – 2009. - №5. – С.29-38.

64.Нова А. Ядерная энергетика в XXI веке // Промышленность Казахстана. – 2005. - №6 (33). – С.25-26.

65.Смирнова Е. Настоящее и будущее казахстанского атома // Промышленность Казахстана. – 2006. - №4(37). – С.42-46.

66.Антончева С. Есть все ресурсы для рывка // «Казахстанская правда», 1 июля 2010 г., С.1-2.

67.Бутырина Е. ENRC запустил в эксплуатацию вторую очередь КЭЗ // «Панорама», №26, 9 июля 2010 г., С.6.

68.Бернд Тённес. Уголь – ключевой элемент системы надежного снабжения энергией и сырьем // Глюкауф. – 2005. – декабрь №2(4). – С.54-58.

69.Бутырина Е. Несмотря на резкое снижение объемов добычи и потребления угля, произошедшее в результате спада мировой экономики, отрасль все же остается небезынтесной для инвесторов // «Панорама», №46, 27 ноября 2009 г., С.10.

70.Пучков Л.А., Михеев О.В., Атрушкевич В.А., Атрушкевич О.А. Интегрированные технологии добычи угля на основе гидромеханизации. – М.: МГГУ, 2000. – 296 с.

71.Атрушкевич В.А. Разработка интенсивной технологии подземной гидромеханизированной добычи угля на основе гидромеханизации // Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук. – М.: МГГУ, 1997. – 423 с.

72.Пучков Л.А., Михеев О.В., Атрушкевич В.А., Атрушкевич О.А. Создание высокопроизводительных угледобывающих предприятий на основе механо-гидравлической технологии // Горная промышленность. – 2000. - №6. – С.2-5.

73.Мельник В.В. Разработка технологических решений скважинной гидравлической добычи угля / Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук. – М.: МГГУ, 2005. – 327 с.

74.Мельник В.В., Пальчевский А.Ю. Приоритетные направления развития подземной угледобычи на шахтах Кузбасса // Уголь. – 2007. - №4. – С.40-41.

75. Ахметжанов Б.А., Жданкин А.А., Шохор М.М. О возможностях новых систем стимулирования труда на горных предприятиях // Уголь. – 2006. - №1. – С.51-53.
76. Уманец В., Степанова Е., Алдерзин М. Комплексное управление отходами // Промышленность Казахстана. – 2004. - №3(24). – С.60-65.
77. Карибаев Е. Модель взаимодействия человека с природой // Промышленность Казахстана. – 2008. - №5(50). – С.32-34.
78. Трояновский В.М. Математическое моделирование в менеджменте: Учебное пособие. – М.: Русская Деловая Литература, 1999. – 240с.
79. Оуэн Г. Теория игр: Пер. с англ. – М.: Издательство «Мир», 1971. – 232с.
80. Партхасаратхи Т., Рагхаван Т. Некоторые вопросы теории игр двух лиц: Пер. с англ. – М.: Издательство «Мир», 1971. – 232с.
81. Федосеев В.В., Гармаш А.Н., Дайитбеков Д.М. и др. Экономико-математические методы и прикладные модели: Учебное пособие. – М.: ЮНИТИ, 1999. – 391с.
82. Холод Н.И., Кузнецов А.В., Жихар Я.Н. и др. Экономико-математические методы и модели: Учебное пособие. – Минск: БГЭУ, 1999. – 413с.
83. Дюбин Г.Н., Суздаль В.Г. Введение в прикладную теорию игр. – М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1981. – 336с.
84. Дж. Фон Нейман, О. Моргенштерн. Теория игр и экономическое поведение: Пер. с англ. – М.: Главная редакция физико-математической литературы издательства «Наука», 1970. – 708с.
85. Замков О.О., Толстопятенко А.В., Черемных Ю.Н. Математические методы в экономике: Учебник. – М.: МГУ им. М.В. Ломоносова, Издательство «ДИС», 1997. – 368с.
86. Гермейер Ю.Б. Игры с непротивоположными интересами. – М.: Главная редакция физико-математической литературы издательства «Наука», 1976. – 328с.
87. Льюс Р.Д., Райфа Х. Игры и решения. Введение и критический обзор: Пер. с англ. – М.: Издательство Иностранной Литературы, 1961. – 643с.
88. Грень Е. Статистические игры и их применение: Пер. с польск. – М.: «Статистика», 1975. – 176с.
89. Макар С.В. Основы экономики природопользования: Учебное пособие. – М.: Институт международного права и экономики имени А.С. Грибоедова, 1998. – 192с.
90. Каренов Р.С. Эколого-экономические проблемы в условиях рынка: (на материалах горной промышленности). – Алматы: Ғылым, 1998. – 304с.
91. Тонкопий М.С. Экономика природопользования: Учебное пособие. – Алматы: Экономика, 1998. – 475с.
92. Тлеуберген М. Экономическая оценка минеральных ресурсов. – Кокшетау: Кокшетауский университет, 2004. – 382с.
93. Голуб А.А., Струкова Е.Б. Экономика природных ресурсов: Учебник. – М.: Аспект-Пресс, 1998. – 319с.

94. Папенков К.В. Экономика и природопользование: Учебное пособие. – М.: Издательство МГУ, 1997. – 240с.
95. Нестеров П.М., Нестеров А.П. Экономика природопользования и рынок: Учебник. – М.: Закон и право, ЮНИТИ, 1997. – 413с.
96. Социально-экономические проблемы эффективного использования минеральных ресурсов / Под. ред. А.С. Астахова, М. Тота. – М.: Недра, 1985. – 272с.
97. Шимова О.С., Соколовский Н.К. Основы экологии и экономика природопользования: Учебник. – Минск: БГЭУ, 2001. – 368с.
98. Рамазанов Т. Новые подходы к обращению с отходами // Промышленность Казахстана. – 2007. - №1(40). – С.52-55.
99. Нурпеисов Е. Состав бурового шлама, отобранный из разрезов скважин месторождений Западного Казахстана // Промышленность Казахстана. – 2010. - №4(61). – С.30-31.
100. Закон Республики Казахстан «О недрах и недропользовании» // «Казахстанская правда», 25 июня 2010 г., С.22-25 и «Казахстанская правда», 26 июня 2010 г., С.9-13.
101. Салимгерей А., Панасенко Д. Нефтяное загрязнение акватории Каспийского моря // Промышленность Казахстана. – 2004. - №4(25). – С.20-25.
102. Джуламанов Т. Решение проблемы захоронения накопленных радиоактивных отходов // Промышленность Казахстана. – 2008. - №2(47). – С.38-39.
103. Котенко Е.А., Мосинец В.Н. Радиационно-экологические проблемы добычи и переработки урановых руд // Горный журнал. – 1995. - №7. – С.32-36.
104. Певзнер М.Е., Костовецкий В.П. Экология горного производства. – М.: Недра, 1990. – 235с.
105. Каренов Р.С. Перспективы снижения негативного воздействия угольной промышленности на экологию Карагандинской области // Вестник Карагандинского университета: Серия Экономика. – 2006. - №2(42). - С.23-32.
106. Исмагулова Г. Эколого-экономическая эффективность предприятий угольной промышленности // Промышленность Казахстана. – 2004. - №6(27). – С.40-46.
107. Кизильштейн Л. Уголь. Следы в атмосфере // Наука и жизнь. – 2009. - №10. – С.75-78.
108. Терентьев Б.Д., Чмыхалова С.В., Ступко Е.С., Лисай О.Н. Проблема отходов при подземной разработке углей Восточного Донбасса и пути ее решения // Известия вузов. Горный журнал. – 2008. - №6. – С.15-22.
109. Архипов Н.А., Ельчанинов Е.А., Горбачев Д.Т. Добыча угля и рациональное природопользование. – М.: Недра, 1987. – 285с.
110. Сметанин В.И. Рекультивация и обустройство нарушенных земель. – М.: КолосС, 2003. – 94с.
111. Зеньков И.В. Эколого-экономические аспекты использования стандартов ISO 9000 в проектировании и корректировке работ по рекультивации земель // Уголь. – 2007. - №4. – С.60-63.
112. Уманец В.Н., Бугаева Г.Г., Завалишин В.С. и др. Перспективы

освоения техногенных месторождений Казахстана // Научно-техническое обеспечение горного производства: Сборник научных трудов ИГД им. Д.А. Кунаева. Том 63. – Алматы: ИГД им. Д.А. Кунаева, 2002. – С.153-160.

113. Айсаутова С. Снижение накопления отходов ГМК // Промышленность Казахстана. – 2005. - №5(32). – С.62-64.

114. Досмухамедов Н., Меркулова В., Сатимова Е., Даулетбаков Т., Калмукамбетов А. Переработка промышленных отходов и повышение экологической безопасности производства // Промышленность Казахстана. – 2009. - №6(57). – С.30-33.

115. Сейдалы А.С. Кадастровая оценка техногенных образований Казахстана // Горный журнал Казахстана. – 2004. - №3. – С.2-4.

116. Тусупова Б.Х., Ержигитова Ж.Т., Байгурин Ж.Д. К вопросу техногенной нагрузки на окружающую среду при разработке золоторудных месторождений // Горный журнал Казахстана. – 2006. - №7(27). – С.36-37.

117. Муканов Д. Металлургия Казахстана: состояние, инновационный потенциал, тренд развития. – Алматы: РГП «НЦ КПМС РК», 2005. – 290с.

118. Муканов Д., Айсаутов М.А., Батпенев Т.Ж. и др. Траектория технологического развития металлургии Казахстана. – Алматы: РГП «НЦ КПМС РК», 2006. – 296с.

119. Сычев А.П. Кивцэтный способ переработки полиметаллических сульфидных концентратов. – М.: ЦНИИЭЦветмет, 1978. – 48с.

120. Богатырев М.Ф. К новой системе нормирования выброса загрязняющих веществ в атмосферу // Материалы V Международной конференции в 2-х томах «Инновационной разработки и совершенствование технологий в горно-металлургическом производстве». Том 2. Металлургия и экология. – Усть-Каменогорск: ВНИИЦветмет, 2009. – С.333-340.

121. Калыбеков Т., Сулейменова Д. Рациональные пути обеспечения экологической безопасности при разработке месторождений полезных ископаемых // Горный журнал Казахстана. – 2007. - №6. – С.19-21.

122. Зберовский А.В. Актуальные проблемы аэрологии и экологии карьеров Украины // Горный журнал. – 1999. - №6. – С.51-55.

123. Астахов А.С., Бакшеева О.Л., Арбатов А.А. и др. Минеральное сырье и экономия материальных и энергетических ресурсов. – М.: Недра, 1986. – 335с.

124. Крупник Л.А., Шапошник Ю.Н., Шапошник С.Н. Диверсификация производства горнорудных предприятий // Горный журнал Казахстана. – 2006. - №4(24). – С.7-10.

125. Антоненко Л.К., Зотеев В.Г. Проблемы переработки и захоронения отходов горно-металлургического производства // Горный журнал. – 1999. - №2. – С.70-73.

126. Крейнин Е.В. Комплексная дегазация углеметанового месторождения как вариант взрывобезопасной и эффективной его разработки // Уголь. – 2006. - №12. – С.45-47.

127. Кубайчук Ю. Энергию метана – на службу экономике // «Казахстанская правда», 27 ноября 2009г., С.5.

128. Астахова С.А. Утилизация шахтного газа: Перспективы развития // Уголь. – 2006. - №8. – С.63-65.
129. Турежанова М. Когда сложности превращаются в возможности // «Казахстанская правда», 19 июня 2010г., С.2.
130. Арбатов А.А., Мухин А.В., Смирнов В.С. и др. Стратегии сырьевого обеспечения в народнохозяйственном развитии. – М.: Наука, 1989. – 280с.
131. Довгопол В.И., Медведев А.А., Потанина А.Н., Урявин Г.А. Экономика комплексного использования железорудного сырья. – М.: Metallurgy, 1992. – 176с.
132. Шпирт М.Я. Безотходная технология. Утилизация отходов добычи и переработки твердых горючих ископаемых. – М.: Недра, 1986. – 255с.
133. Стамкулова К.У. Эколого-экономическая оценка эффективности природоохранной деятельности: теория, методология, практика (на материалах химической промышленности Казахстана) / Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора экономических наук. – Алматы: Казахский экономический университет имени Т.Рыскулова, 2010. – 38с.
134. Ласкорин Б.А., Барский Л.А., Перчиц В.З. Безотходная технология. Переработка минерального сырья. – М.: Недра, 1984. – 333с.
135. Красавин А.П. Защита окружающей среды в угольной промышленности. – М.: Недра, 1991. – 221с.
136. Закиров Д.Г. Приоритетные направления решения основных экологических и энергетических проблем в угольной промышленности // Уголь. - 2006. - №9. – С.61-65.
137. Досмухамедов Н., Меркулова В. Переработка сульфидных промпродуктов совместно с окисленными материалами // Промышленность Казахстана. – 2009. - №2(53). - №3(54). – С.26-29.
138. Беркалиев Б.Т., Аллилуев В.Н., Усков А.Х. Оценка целесообразности формирования подземных техногенных месторождений // Комплексное использование минерального сырья. – 1994. - №6. – С.7-10.
139. Трубецкой К.Н. , Воробьев А.Е. Классификация методов воспроизводства минерального сырья // Горный журнал. – 1998. - №1. – С.30-34.
140. Аренс В.Ж. Геотехнологические методы разработки месторождений полезных ископаемых. – М.: Недра, 1975. – 263с.
141. Аренс В.Ж., Гайдин А.М. Геологогидрогеологические основы геотехнологии. – М.: Недра, 1978. – 214с.
142. Мельников Н.В. Геотехнология // Знание – Сила. – 1976. - №9. – С.5-7.
143. Аренс В.Ж. Геотехнология и геотехнологические методы добычи полезных ископаемых / В книге «Горная наука и рациональное использование минерально-сырьевых ресурсов». – М.: Издательство «Наука», 1978, С.258-273.
144. Байконуров О.А. Наука и горная промышленность. – Алма-Ата: КазНИИНТИ, 1979. – 45с.
145. Рогов Е.И., Рогов А.Е. Перспективы развития теории и практического применения горных технологий // Горный журнал Казахстана. –

2007. - №2. – С.6-9.

146. Рогов Е.И., Рогов С.Е., Рогов А.Е. Начала основ теории технологии добычи полезных ископаемых. – Алматы: Гылым, 2001. – 224с.

147. Аренс В.Ж. Физико-химическая геотехнология. – М.: Издательство МГГУ, 2001. – 655с.

148. Мендебаев Т. Энергетика без углеводородов и урана // Горный журнал Казахстана. – 2007. - №7. – С.24-25.

149. Рубан А.Д., Кузнецов А.А., Капралов В.К. Переработка угля на месте добычи с получением электрической энергии // Уголь. – 1999. - №5. – С.45-55.

150. Крейнин Е.В. Еще раз о реанимации подземной газификации угля в России // Уголь. – 2006. - №7. – С.58-59.

151. Исламов С.Р., Кочетков В.Н., Степанов С.Г. Газификация угля: прошлое и будущее // Уголь. – 2006. - №8. – С.69-71.

152. Колоколов О.В., Табаченко Н.М. Состояние и перспективы подземной газификации угля// Уголь Украины. – 1988. – № 2. – С.2 – 4.

153. Аренс В.Ж., Вертман А.А., Щадов М.И. Использование системы мини –ТЭС для газификации твердого топлива//Горная промышленность . – 2009. –№3 (85). – С.10-13.

154. Колоколов О.В.,Табаченко Н.М. Экологизация технологии добычи, переработки и использования угля// Уголь. – 1992. –№3. – С.40- 42.

155. Крейнин Е.В. Подземная газификация угольных пластов и требуемые инвестиции на ее реализацию// Уголь. –2003. –№10. –С. 52-53.

156. Каренов Р.С. Подземная газификация как нетрадиционная технология разработки угольных пластов // Вестник НАН РК. – 2006. –№2. – С.27-32.

157. Петренко Е.В., Саптыков И.М. Подземная газификация как прогрессивная технология использования угля// Уголь. – 1988. – №2. – С. 15-17.

158. Крейнин Е.В. Уголь – основное органическое топливо XXI века: экологически чистые угольные технологии // Уголь. –2003. – №5. – С. 45-48.

159. Крейнин Е.В. Экологические преимущества подземной газификации угля// Уголь. – 2007. – №2. –С. 61-63.

160. Мясников А.А., Лазаренко С.Н. Перспективы развития подземной газификации углей в Кузнецком бассейне. – Новосибирск: Наука. Сибирское отделение, 1991. – 87 с.

161. Кричко А.А., Черненко И.И., Агеева Т.В. Газификация угля – эффективный метод защиты окружающей среды// Уголь. – 1990. – №2. –С. 7 – 10.

162. Крейнин Е.В. Состояние и перспективы подземной газификации углей// Уголь. – 1991. – № 6. – С.11-14.

163. Колоколов О.В., Табаченко Н.М. Потенциал угольной промышленности Украины // Уголь Украины. – 1991. – №12. – С. 3-7.

164. Альтшулер В.С. Новые процессы газификации топлива. – М.: Недра, 1976. –280 с.

165. Слепцов Е.И., Козлов Б.К. Подземная газификация угольных пластов: Обзор. – М.: ЦНИЭИуголь, 1987. – 58 с.
166. Казак В.Н. О работах в области подземной газификации углей // Уголь. – 1993. – №11. – С.43–44.
167. Шиллинг Г. – Д., Бонн Б., Краус У. Газификация угля: Пер. с нем. – М.: Недра, 1986. – 175 с.
168. Глушков А.И., Кондырев Б.И., Приemenко С.Б. К вопросу разработки угольных месторождений на глубине 600-1200 м геотехнологическими способами // Уголь. – 1991. – №9. – С. 14-15.
169. Чурсин Н.И. О перспективе подземной газификации угля // Уголь Украины. – 1990. – №1. – С. 4-5.
170. Кулешов В.М., Корчемагин А.В., Панасенко В.М. Повышение эффективности подземной газификации угля // Уголь Украины. – 1990. – №2. – С. 18–20.
171. Крейнин Е.В. О сырьевой базе для подземной газификации угля // Уголь. – 1992. – №8. – С. 42-43.
172. Игнатов Е.В., Дегтяров А.П. Концепция строительства участка модуля подземной газификации угля на шахтном поле шахты «Ягуновская» // ТЭК и ресурсы Кузбасса. – 2001. – №2. – С. 139-141.
173. Петренко Е.В. Развитие инновационной деятельности в угольной отрасли России // Уголь. – 2006. – №1. – С. 30-34.
174. Крейнин Е.В. Проблемы и перспективы замещения природного газа в ТЭБе страны углем // Уголь. – 2000. – №7. – С. 50-53.
175. Щадов М.И., Блохин А.И., Кенеман Ф.Е. Ноосферное развитие ТЭКа – энерготехнология // Уголь. – 2005. – №10. – С.48-51.
176. Выскубенко Ю. Состояние зарубежных программ НИОКР в области экологически чистых угольных технологий // Известия РАН. Энергетика. – 1996. – №5. – С. 4-5.
177. Гринько Н.К. Использование чистых угольных технологий в России // Уголь. – 2006. – №1. – С. 6-8.
178. Степанов С.Г. Тенденции развития и новые инженерные решения в газификации угля // Уголь. – 2002. – №11. – С.53-57.
179. Лазаренко С.Н., Тризно С.К., Шахматов В.Я. Техничко-экономическое обоснование комбинированной технологии разработки газоносных угольных месторождений «ПГУ-метан» // Уголь. – 2007. – №4. – С. 68-71.
180. Лазаренко С.Н., Мазикин В.П., Тризно С.К., Кравцов П.В. Подземная газификация углей в Кузбассе: новые возможности. – Кемерово: Институт угля и углехимии СО РАН, 2006. – 164 с.
181. Пучков Л.А., Воровьев Б.М., Васючков Ю.Ф. Углегазо-энергетический комплекс на базе газификации, добычи метана и получения водорода // Уголь. – 2007. – №2. – С. 23-25.
182. Васючков Ю.Ф. Развитие нетрадиционных технологий разработки угольных месторождений // Уголь. – 1999. – №1. – С.16-19.
183. Ржевский В.В., Бурчаков А.С. Вскрытие и отработка месторождений или шахтного поля блок-ствола. – М.: МГИ, 1984. – 48с.

184. Васючков Ю.Ф., Янко С.В. Оработка скважинного участка на шахте №1 «Острый». – М.: МГИ, 1986. – 20 с.
185. Васючков Ю.Ф., Селиванов Г.И., Янко С.В. Технология использования энергии подземного сжигания угольных пластов// Уголь Украины. – 1989. – №12. – С.5-8.
186. Прокопенко С.А. Угольной энергетике – передовые технологии// Уголь. – 2005. – №7. – С. 55-57.
187. Ярунин С.А., Закоршменный И.М., Савельев В.М. Технологическая схема подземного сжигания тонких угольных пластов// Уголь. – 2000. – №11. – С.58-59.
188. Семенов Л.В. Уголь на рубеже третьего тысячелетия// Уголь. – 1985. – №9. – С. 19-23.
189. Каренов Р.С. Эффективность использования угольных ресурсов в качестве химико- технологического сырья// Материалы Международной научно-практической конференции «Современные проблемы комплексного освоения недр и пути их решения» Алматы, ДГП «ИГД им. Д.А. Кунаева», 26 января 2007 г. – Алматы: Труды Института горного дела им. Д.А. Кунаева «Научно-техническое обеспечение горного производства» (Том 73), 2007. – С. 157 – 166.
190. Еремин И.В., Жарова М.Н. Угли как сырье для производства обогащенных жидких и газообразных топлив // Химия твердого топлива. – 1985. – №5. – С.3-9.
191. Химические вещества из угля: Пер. с нем. / Под ред. Ю. Фальбе. – М.: Химия, 1980. – 616с.
192. Кричко А.А. Перспективы производства синтетического топлива из угля // Уголь. – 1982. – №11. – С.35-36.
193. Семенов Л.В., Таразанов И.Г. Уголь как технологическое сырье // Уголь. – 1989. – №7. – С.13-16.
194. Хорькова Н.Н. Проблемы химической переработки углей. Гидрогенизация // Уголь. – 1992. – №4. – С.40-42.
195. Крапчин И.П. Экономика переработки углей. – М.: Недрa, 1989. – 214с.
196. Калечиц И.В., Асланян Г.С. Синтетическое жидкое топливо из углей: виды на будущее // ЭКО. – 1985. – №8. – С.124-130.
197. Чикин А.А. Производство и использование нефтяного топлива из каменного угля в ЮАР // Уголь. – 1988. – №12. – С.50-52.
198. Розен Б.Я. Соперники нефти и бензина. – М.: Недрa, 1985. – 112с.
199. Исследования в области технологии переработки угля в Великобритании // Мир науки. – 1982. – №4. – С.35-37.
200. Кричко А.А., Макарьев С.В. К вопросу получения жидких продуктов из угля // Уголь. – 1977. – №2. – С.44-47.
201. Derbyshire F., Davis A., Epstein M., Stausberry P. Temperatur – staged catalytic coal liquefaction. Fuel. – 1986. – 65. – №9. – p.1233-1239.
202. Coal Ziquefaction technology Jap. Jud and Fechuol. Bull. – 1986. – 14. – №1. – p.9-14.

203. Братченко Б.Ф. Энергия угля. – Недра, 1981. – 48с.
204. Семенов Л.В. О развитии производства синтетического жидкого топлива // Уголь. – 1981. - №9. – С.20-22.
205. Семенов Л.В., Утенкова Г.Н. Перспективы производства в США синтетических топлив из угля // Уголь. – 1983. - №2. – С.56-58.
206. Белов А.В., Гребенюк И.В. Перспективы химической переработки газа подземной газификации угля с получением энергетического газа и синтетического жидкого топлива // Горная промышленность. – 2009. - №3(85). – С.36-38.
207. Осипов А.М., Чернышова М.И., Гвоздь Я.Ф. Угли Петровского месторождения как сырье для получения синтетического топлива // Уголь Украины. – 1989. - №5. – С.41.
208. Байкенов М.И., Ермагамбетов Б.Т., Хрупов В.А. и др. Оптимизация гидрогенизации угля месторождения Каражыра в среде синтез-газа // Комплексное использование минерального сырья. – 1995. - №4. – С.81-84.
209. Семенов Л.В. Экономические аспекты рационального использования угольных ресурсов и охраны природы: Обзор. – М.: ЦНИЭИуголь, 1982. – 34с.
210. Байдильдина Ш.Б. Оценка возможности физико-химического диспергирования углей Карагандинского бассейна // Комплексное использование минерального сырья. – 1989. - №7. – С.3-6.
211. Шакуликова Г. К анализу альтернативных источников получения топлива // Қаржы-Қаражат-Финансы Казахстана. – 2005. - №6. – С.72-77.
212. Ильюша А.В. Основные направления и принципиальные особенности технологической интеграции энергоугольных производств // Уголь. – 2002. - №7. – С.35-37.
213. Аренс В.Ж., Хчеян Г.Х. Скважинная гидродобыча угля // Уголь. – 1996. - №3. – С.16-18.
214. Колибаба В.Л. Технология скважинной гидродобычи с обрушением руды и налегающих пород // Горный журнал. – 1995. - №1. – С.19-22.
215. Бабичев Н.И., Николаев А.Н. Скважинная гидравлическая технология – основа высокоэкономичных малых предприятий по добыче твердых полезных ископаемых // Горный журнал. – 1996. - №4. – С.5-9.
216. Тигунов Л.П., Панков А.В., Бабичев Н.И. Скважинная технология добычи в условиях рыночной экономики // Горный журнал. – 1996. - №4. – С.10-12.
217. Семенова М.П., Голубев А.А. Система геофизического обеспечения гидроскважинной технологии добычи полезных ископаемых // Горный журнал. – 1995. - №1. – С.32-35.
218. Журин С.Н., Сыромяцкий И.Л. Контроль смещений массива в рудной толще при скважинной гидродобыче // Горный журнал. – 1995. - №1. – С.35-38.
219. Аренс В.Ж., Панков А.В., Балашов А.Г. и др. Опыт скважинной гидродобычи руд на Шамраевском участке КМА // Горный журнал. – 1995. - №1. – С.23-26.

220. Журин С.Н., Стрельцов В.И., Колесников В.И. Мониторинг компонентов окружающей среды при скважинной гидродобыче // Горный журнал. – 2000. - №11-12. – С.86-89.

221. Каренов Р.С. Перспективы скважинной технологии добычи угля и руды // Материалы Международной научно-практической конференции «Современные проблемы комплексного освоения недр и пути их решения» / Алматы, ДГП «ИГД им. Д.А. Кунаева», 26 января 2007 г. – Алматы: Труды Института горного дела им. Д.А. Кунаева «Научно-техническое обеспечение горного производства» (Том 73), 2007. – С.157-166.

222. Либер Ю.В., Кройтор Р.В. Разработка циркон-титановых песков Торского месторождения // Горный журнал. – 1996. - №4. – С.12-17.

223. Бабичев Н.И. Скважинная гидротехнология – новый способ освоения земных недр // Горный журнал. – 1995. - №1. – С.14-18.

224. Аренс В.Ж., Хчеян Г.Х. Скважинная гидродобыча угля // Уголь. – 1996. - №5. – С.18-22.

225. Ананин А.И., Борцов В.Д., Наумов В.П. и др. Перспективы использования методов скважинной гидродобычи в Восточном Казахстане // Горный журнал Казахстана. – 2004. - №1. – С.6-8.

226. Алтаев Ш.А., Тумаков В.А., Черний Г.М., Муртазин С.Б. Скважинная гидравлическая технология добычи битуминозных пород в Казахстане // Комплексное использование минерального сырья. – 1992. - №11. – С.75-77.

227. Михеев О.В., Мельник В.В. Разработка комплексов скважинной гидравлической отработки угольных пластов // Уголь. – 1999. - №10. – С.54-56.

228. Тигунов Л.П., Бабичев Н.И. Расширение области применения скважинной гидродобычи // Горный журнал. – 1995. - №1. – С.27-29.

229. Оспанова Г.Ш. Геотехнологическая переработка бедных золотосодержащих руд // Комплексное использование минерального сырья. – 1997. - №2. - С.94-96.

230. Попов В.Н. Ресурсосберегающая технология добычи и переработки руд // Комплексное использование минерального сырья. – 1996. - №4. – С.16-22.

231. Лидин Г.Д., Воронина Л.Д., Каплунов Д.Р. и др. Горное дело: Терминологический словарь. – М.: Недра, 1990. – 694с.

232. Мосинец В.Н. Геотехнологические методы добычи цветных и редких металлов // Цветная металлургия. – 1992. - №2. – С.24-30.

233. Кравцов В.А. О некоторых путях снижения экологической нагрузки на окружающую среду // Комплексное использование минерального сырья. – 1992. - №5. – С.86-89.

234. Аренс В.Ж. Состояние и задачи геотехнологии // Горный журнал. – 1987. - №12. – С.32-35.

235. Алтаев Ш.А., Чернецов Г.Е., Орынгожин Е.С. Технология разработки гидрогенных урановых месторождений Казахстана. – Алматы: FORTRESS, 2003. – 294с.

236. Айтуганов Б.Е. Технология доизвлечения металлов из недр // Горный журнал Казахстана. – 2007. - №8(36). – С.5-6.
237. Спивак А.А. Физические основы применения крупномасштабных взрывов в геотехнологии // Комплексное использование минерального сырья. – 1987. - №5. – С.11-15.
238. Седельникова Г.В., Крылова Г.С. Кучное выщелачивание - перспективный способ переработки золотосодержащих кор выветривания // Горный журнал. – 1999. - №5. – С.53-55.
239. Забельский В.К., Воробьев А.Е. Проектирование предприятий для разработки золоторудных месторождений геотехнологическими методами // Горный журнал. – 1996. - №1-2. – С.114-118.
240. Воробьев А.Е., Чекушкина Т.В. Классификация штабелей кучного выщелачивания металлов // Горный журнал. – 1997. - №3. – С.36-42.
241. Седельникова Г.В. Практика кучного выщелачивания золотосодержащих пород // Горный журнал. – 1996. - №1-2. – С.122-124.
242. Строганов Г.А., Цитлидзе К.М., Чечкин В.И., Борисков Ф.Ф. Промышленные испытания технологии кучного выщелачивания золота из окисленных руд Майского месторождения // Горный журнал. – 1996. - №4. – С.39-41.
243. Клец А., Якунин А., Якунин И. Добыча и переработка золотосодержащих руд // Промышленность Казахстана. - №6(51) 2008. - №1(52) 2009. – С.16-20.
244. Лузин Б.С. Поиск эффективной технологии добычи золота из отходов обогащения руд // Комплексное использование минерального сырья. – 2003. - №1. – С.79-86.
245. Лузин Б.С. О кучном выщелачивании золота // Комплексное использование минерального сырья. – 2003. - №3. – С.10-14.
246. Аникин Б.А. Высший менеджмент для руководителя: Учебное пособие. – М.: ИНФРА-М, 2000. – 136с.
247. Сахал Д. Технический прогресс: концепции, модели, оценки: Пер. с англ. – М.: Финансы и статистика, 1985. – 366с.
248. Менеджмент (Современный российский менеджмент): Учебник / Под ред. Ф.М. Русинова и М.Л. Разу. – М.: ФБК-ПРЕСС, 1998. – 504с.
249. Каренов Р.С. Экономическое прогнозирование: Учебник. – Караганда: Издательство КарГУ, 2003. – 377с.
250. Каренов Р.С., Каренов А.Р. Менеджмент технологий: Учебное пособие. – Астана: Издательство КазУЭФМТ, 2009. – 363с.
251. Фостер Р. Обновление производства: атакующие выигрывают: Пер. с англ. – М.: Прогресс, 1987. – 272с.
252. Эконометрика: Учебник / Под ред. И.И. Елисеевой. – М.: Финансы и статистика, 2001. – 344с.
253. Янч Э. Прогнозирование научно-технического прогресса: Пер с англ. – М.: Издательство «Прогресс», 1970. – 568с.
254. Пугачев Е.В., Фрянов В.Н. Проблемы развития угольной промышленности Кузбасса // Уголь. – 1999. - №4. – С.33-35.

255. Мазикин В.П., Вылегжанин В.Н. Перспективы развития горнодобывающей промышленности // Уголь. – 1999. - №6. – С.14-17.
256. Артемьев В.Б. Перспективы струговой выемки угля // Уголь. – 2004. - №3. – С.9-12.
257. Аверкин А.Н. К вопросу расчета продольной устойчивости струговых установок в режиме блокирования // Уголь. – 2006. - №2. – С.14-15.
258. Кузьмич И.А., Кузнецов Г.И. Опыт гидравлической добычи угля за рубежом. – М.: ЦНИЭИуголь, 1982. – 39с.
259. Шаклеин С.В., Писаренко М.В. Нетрадиционные технологии добычи угля – основа интенсивного освоения минерально-сырьевой базы Кузбасса // Горная промышленность. – 2010. - №4(92). – С.22-25.
260. Сапицкий К.Ф., Бондаренко Ю.В., Ворхлик И. Г., Гомаль И.И. Перспективы создания технологии безлюдной выемки угольных пластов // Известия вузов. Горный журнал. – 1991. - №3. – С.24-29.
261. Ковальчук А.Б., Пономарев В.П. О тенденциях развития автоматизированной технологии подземной добычи угля // Известия вузов. Горный журнал. – 1980. - №7. – С.8-11.
262. Колибаба В.Л. Скважинная добыча твердых полезных ископаемых // Горный журнал. – 1992. - №1. – С.45-47.
263. Докукин А.В., Архипов Н.А. Прогнозирование научно-технического прогресса в угольной промышленности: Проблемы, теория, методы. – М.: Недра, 1981. – 280с.
264. Мендебаев Т. Наука просится в упряжку (Глобальный экономический кризис – сигнал к технологической модернизации) // «Казахстанская правда», 8 октября 2010 г., С.25.
265. Каренов Р.С. Технологический прогресс – магистральное направление реализации программы форсированного индустриально-инновационного развития Казахстана // Вестник Карагандинского университета: Серия Экономика. – 2010. - №3(59). – С.4-18.
266. Каренов Р.С. Разработка концепций технологических укладов как крупный вклад в развитие инновационной теории // Вестник Карагандинского университета: Серия Экономика. – 2010. - №3(59). – С.19-30.
267. Каренов Р.С. Геотехнологические методы добычи полезных ископаемых как основа интенсивного освоения минерально-сырьевой базы Казахстана // Материалы VI Международной научно-практической конференции «Новости научной мысли - 2010». – Чехия, Прага: Publishing House «Education and Science» s.r.o., 2010, С.93-37.
268. Галиев С., Едыгенов Е. Приоритетные направления горной науки и горнодобывающей промышленности // Промышленность Казахстана. – 2005. – № 5 (32). – С.28-31.
269. Панфилов Е.И. Оценка воздействий на недра и возможных последствий при разработке месторождений полезных ископаемых // Горная промышленность. – 2008. – №2 (78). – С. 26-32.
270. Мендебаев Т. Геотехнология взамен горняков // «Казахстанская правда», 16 декабря 2005 г., С.8.

271. Донских А. Казатомпром выходит на лидирующую позицию по добыче урана// «Казахстанская правда», 31 декабря 2009 г., С.5.

272. Щадов М.И., Лapidус А.Л. Книга для специалистов , работающих в области энерготехнологии твердых топлив// Уголь. –2005. –№12. –С.62-63.

273. Чернегов Ю.А., Аверченков А.А., Гумилевский А.С. Научно-технический прогресс и эффективность минерально- сырьевого комплекса. – М.:Недра, 1990. – 221с.

274. Дрижд Н.А., Баймухаметов С.К., Тоблер В.А. и др. Карагандинский угольный бассейн:Справочник. – М.: Недра, 1990. –299с.

Репозиторий КАРГУ

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	3
ЧАСТЬ I. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОГРЕСС КАК МАГИСТРАЛЬНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ РЕАЛИЗАЦИИ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПРОГРАММЫ ФОРСИРОВАННОГО ИНДУСТРИАЛЬНО-ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН.....	6
Глава 1. Госпрограмма форсированной индустриализации – первый индуст- риальный план десятилетней стратегии развития республики.....	6
1.1. Необходимость изменения экономической модели Казахстана и перехода от экстенсивной направленности к индустриально- инновационному развитию.....	6
1.2. Главные инструменты активного проведения форсированной индустриально-инновационной политики в стране.....	11
1.3. Состояние и приоритеты дальнейшего развития национальных инновационных систем в мире и Казахстане.....	15
Глава 2. Разработка концепции технологических укладов – крупный вклад в развитие современной инновационной теории.....	23
2.1. Экономика знаний как этап развития постиндустриального общес- тва.....	23
2.2. Создание теории инноватики российским экономистом Н.Д. Конд- ратьевым.....	26
2.3. Исследование основных понятий теории инновационных процессов Й. Шумпетером и С. Кузнецом.....	29
2.4. Изучение экономической сущности инноваций и инновационных процессов в рамках современных теорий экономического развития.....	32
2.5. Разработка российскими учеными концепции технологических укладов.....	37
2.6. Характеристика технологических укладов экономики стран СНГ....	41
Глава 3. Особая экономическая роль современной технологии как важнейшего фактора производства.....	44
3.1. Долгосрочное взаимодействие между технологией и обществом как вариант инновационной политики государства.....	44
3.2. Два подхода к определению понятия «технология».....	48
3.3. Актуальность разработки и реализации технологий «прорывного характера».....	50
3.4. Этапы жизненного цикла товара, спроса, технологии.....	59
ЧАСТЬ II. ПРИОРИТЕТНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РЕШЕНИЯ ОСНОВНЫХ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ И ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ В ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ КАЗАХСТАНА.....	64
Глава 4. Проблемы и пути устойчивого технико-экономического развития отраслей горной промышленности.....	64
4.1. Недра как ключ к высоким технологиям.....	64
4.2. Вклад нефтегазовой отрасли в поступательное развитие экономики Казахстана.....	68
4.3. Направления обеспечения развития ядерной энергетики в XXI веке.	75
4.4. Эффективность развития горно-металлургического комплекса как одной из базовых отраслей промышленности.....	79
4.5. Роль угля в мировом наборе энергоносителей.....	82
4.6. Приоритетные направления развития угольной промышленности в области открытых работ.....	85
4.7. Возможности развития диверсификации на угледобывающих	90

предприятиях страны.....	
Глава 5. Эколого-экономические аспекты использования минерально-сырьевых и топливно-энергетических ресурсов.....	92
5.1. Последовательность взаимодействий человека с природной средой в ходе горнопромышленной деятельности.....	92
5.2. Подходы к классификации загрязнений природной среды.....	103
5.3. Масштабы и конкретные формы проявления вредного влияния горного производства на окружающую среду.....	106
5.4. Направления природоохранной деятельности горнодобывающих отраслей промышленности и методы оценки ее эффективности.....	112
Глава 6. Рациональные пути обеспечения экологической безопасности при разработке месторождений полезных ископаемых в отдельных горнодобывающих отраслях промышленности.....	118
6.1. Направления снижения отрицательного воздействия нефтегазодобывающей промышленности на окружающую среду.....	118
6.2. Возможности решения радиационно-экологических проблем добычи и переработки урановых руд.....	121
6.3. Основные направления реализации принципов экологизации предприятий угольной отрасли.....	125
6.4. Пути улучшения экологической обстановки в области добычи и переработки руд черных и цветных металлов.....	137
Глава 7. Социально-экономическая эффективность использования попутных продуктов, отходов и вторичных ресурсов горного производства.....	148
7.1. Эколого-экономический эффект, приносимый полезным использованием попутных продуктов в горнодобывающей промышленности.....	148
7.2. Проблема сжигания попутного газа и его утилизации в нефтегазовой отрасли.....	156
7.3. Предпосылки решения проблемы перевода горно-промышленных отходов во вторичные ресурсы, потребляемые в расширяющихся масштабах.....	159
7.4. Основные направления в использовании отходов черной и цветной металлургии.....	163
7.5. Экономически обоснованное направление утилизации отходов угледобычи и угольной энергетики.....	169
7.6. Эколого-экономическая оценка эффективности природоохранной деятельности в горно-химической отрасли.....	172
7.7. Экологизация сферы природопользования и окружающей среды на базе концепции более чистого горного производства.....	176
ЧАСТЬ III. ЭФФЕКТИВНОСТЬ СОЗДАНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГЕОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ДОБЫЧИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ В ОТДЕЛЬНЫХ ОТРАСЛЯХ ГОРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ.....	182
Глава 8. Формирование научной базы для развития и внедрения геотехнологических способов добычи полезных ископаемых.....	182
8.1. Геотехнология как наука о геотехнологических методах добычи полезных ископаемых и средствах их осуществления.....	182
8.2. Классификация геотехнологических процессов и горной геотехнологии.....	185
8.3. Основные требования к конкретным месторождениям полезных ископаемых, обрабатываемым геотехнологическими методами.....	190
8.4. Обобщенный технико-экономический анализ современного состояния развития геотехнологических методов добычи полезных	196

ископаемых.....	
Глава 9. Состояние и перспективы подземной газификации углей для экологически безопасной и экономически рентабельной разработки угольных пластов.....	202
9.1. Прошлое и настоящее подземной газификации углей.....	202
9.2. Социально-экономические и экологические преимущества наземной и подземной газификации угля.....	205
9.3. Техничко-экономическая оценка перспектив развития подземной газификации углей в Казахстане.....	209
9.4. Перспективы развития метода подземной газификации углей за рубежом.....	212
9.5. Новые технологические элементы, обуславливающие расширение сырьевой базы подземной газификации угольных пластов.....	216
9.6. Возможности практической реализации проектов комплексных электроэнергетических предприятий «ПГУ-ТЭС».....	219
9.7. Внутрицикловая газификация угля.....	220
9.8. Задачи программы «Видение - 21».....	223
9.9. Достоинства новой симбиозной технологии освоения газоносных угольных месторождений «ПГУ - метан».....	224
9.10. Создание «сверхчистой угольно-водородной энергетики» - новое научно-техническое направление использования угля в электроэнергетике республики в перспективе.....	228
9.11. Слоевая газификация угля как новый процесс газификации (технология «Термококс»).....	230
Глава 10. Теоретические и практические результаты создания и внедрения новой технологии получения тепловой энергии при подземном сжигании угля.....	234
10.1. Теоретические основы технологии подземного сжигания угольных пластов.....	234
10.2. Проведение комплекса работ по созданию и опытно-промышленному внедрению технологии использования энергии подземного сжигания пластов.....	237
10.3. Принципы осуществления технологии энергопроизводства при подземном углесжигании в Карагандинском бассейне.....	238
Глава 11. Становление и развитие технологий глубокой переработки угля с получением синтетического жидкого топлива.....	242
11.1. Целесообразность расширения сырьевой базы производства синтетических жидких топлив из углей.....	242
11.2. Производство жидкого топлива на основе процесса пиролиза.....	242
11.3. Производство жидкого топлива на основе гидрогенизации углей...	244
11.4. Производство жидкого топлива на основе газификации углей и синтез газа по методу Фишера-Тропша.....	246
11.5. Развитие и современное состояние техники и технологии производства синтетического жидкого топлива.....	247
11.6. Характерные особенности новых технологий и процессов получения синтетических жидких топлив из угля.....	250
11.7. Эффективность развития производства синтетического жидкого топлива на базе добываемых углей за рубежом.....	256
11.8. Состояние развития глубокой химической переработки углей отдельных месторождений Республики Казахстан.....	259
11.9. Оценка эффективности переработки природного газа и угля в ценные виды высокоэффективных и экологически чистых синтетических	263

моторных топлив.....	
Глава 12. Теоретические основы скважинной геотехнологии добычи твердых полезных ископаемых и практические рекомендации по ее использованию.....	265
12.1. Значимость расширения области применения скважинной геотехнологии добычи полезных ископаемых.....	265
12.2. Основные операции, составляющие сущность скважинной гидродобычи.....	266
12.3. Область применения различных технологических схем скважинной гидродобычи.....	268
12.4. Требования к объекту (полигону), предназначенному для проведения опытно-экспериментальных работ по СГД.....	270
12.5. Классификация способов разрушения руд и горных пород различной крепости для перевода их в состояние гидросмеси.....	271
12.6. Преимущества способов скважинной геотехнологии добычи полезных ископаемых.....	273
12.7. Становление и применение скважинной гидротехнологии в разных сферах народного хозяйства за рубежом.....	274
12.8. Эффективность освоения отдельных месторождений полезных ископаемых методом скважинной гидродобычи в Казахстане.....	278
12.9. Перспективность способа СГД как горной технологии будущего.....	283
Глава 13. Пути решения проблем широкого индустриального применения подземного и кучного выщелачивания при добыче урана и металлов.....	285
13.1. Эффективность использования выщелачивания как одного из освоенных геотехнологических методов добычи полезных ископаемых...	285
13.2. Преимущества способа подземного выщелачивания по сравнению с традиционным горным способом добычи урана.....	289
13.3. Необходимость широкомасштабного внедрения технологии кучного выщелачивания, обеспечивающей рентабельную переработку низкосортных руд.....	295
13.4. Распространение способа кучного выщелачивания благородных металлов из низкосортных руд за рубежом.....	297
13.5. Ускорение внедрения кучного выщелачивания в отечественную практику золотодобычи.....	299
Глава 14. Применение логистических функций для фундаментальных исследований в области освоения новых горных технологий (на примере угольной отрасли).....	305
14.1. Использование логистической кривой в деятельности предприятия..	305
14.2. Параметризация логистической функции.....	307
14.3. Прогнозирование темпов технического прогресса в угольной промышленности с применением логистической кривой.....	310
14.4. Экономическое обоснование приоритетных направлений развития подземной угледобычи на шахтах Карагандинского бассейна.....	316
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	326
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	346