

# ҚАЗАҚСТАННЫҢ ИННОВАЦИЯЛЫҚ ЖӘНЕ ПОСТИНДУСТРИАЛДЫҚ САЯСАТЫН ЖҮЗЕГЕ АСЫРУ ТИІМДІЛІГІ

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ РЕАЛИЗАЦИИ ИННОВАЦИОННОЙ И ПОСТИНДУСТРИАЛЬНОЙ ПОЛИТИКИ В КАЗАХСТАНЕ

### EFFECTIVENESS OF IMPLEMENTATION THE POST-INDUSTRIAL AND INNOVATION POLICY IN KAZAKHSTAN

УДК 669.15–198

Б. Ахметжанов, К.Б. Тажибекова, А.А. Шаметова

*Карагандинский государственный технический университет, Казахстан  
(E-mail: kashamida@mail.ru)*

#### **Анализ и оценка экономического эффекта использования углей для производства ферросплавов и аглопроизводства**

Статья посвящена поиску новых способов использования более дешевого сырья, так как снижение энергетических затрат при производстве ферросплавов и аглопроизводстве становится первоочередной задачей. В связи с недостаточностью исследования особенностей применения альтернативных видов топлива в металлургии, в представленной работе рассмотрены теоретические предпосылки возможности использования каменных углей, направленные на достижение оптимального расхода сырья, электроэнергии и снижение себестоимости продукции, проведены анализ и оценка экономической эффективности их использования в производстве ферросплавов и аглопроизводстве. В работе приведены результаты исследования возможности применения бурых углей Казахстана для металлизации железорудного сырья и железосодержащих отходов. С целью решения вопросов эффективности использования средне- и высокосольных углей в ферросплавном производстве и аглопроизводстве были изучены известные способы спекания агломерационной шихты, проведены оценка и анализ мирового и отечественного рынка ферросплавов и агломератов, осуществлен расчет калькуляционных расходов ферросплавного и аглопроизводства, определена экономическая эффективность использования слабококующихся углей в производстве ферросплавов и агломератов. Обоснована экономическая эффективность перехода к использованию слабококующихся углей в производстве ферросплавов, позволяющая обеспечить снижение себестоимости на 23 %, цены на 11 % и повышение эффективности на 10,6 %. В аглопроизводстве, соответственно, наблюдается снижение себестоимости на 7 %, снижение цены на 5,5 % и повышение эффективности на 10,8 %.

*Ключевые слова:* ферросплавное производство, аглопроизводство, слабококующие угли, использование, анализ, оценка, себестоимость, экономический эффект.

Вопросы, определяющие возможности использования слабококующихся углей в металлургии, остаются еще не достаточно изученными. Существующие результаты исследований дают неоднозначное и, в основном, лишь качественное их толкование, а возможности традиционных научных подходов в значительной степени исчерпаны. В рыночных условиях применение различных видов кокса, полукокса и термоантрацита требует поиска новых альтернативных видов топлива. Подобным альтернативным вариантом замены были предложены каменные угли. Однако исследования их качественных физико-химических свойств, особенностей применения в металлургии изучены мало. Необходимо разработать оптимальные составы восстановительных смесей для выплавки ферросплавов, технологические регламенты с использованием каменных углей. Поэтому возникла необходимость изучить теоретические предпосылки возможности использования

каменных углей при производстве ферросплавов, на их основе разработать технологические процессы, направленные на достижение оптимального расхода сырья, электроэнергии и снижение себестоимости продукции.

Внедрение в производство новых технологий по производству ферросплавов и агломератов с использованием слабококсуемых углей требует определения экономической эффективности и целесообразности данной технологии. Значительный дефицит коксовой мелочи и ее высокая стоимость делают актуальными работы, связанные с изысканием путей сокращения расхода и поиском более дешевых заменителей агломерационного топлива (В.П. Воробьев, В.М. Страхов, Ю.П. Канаев, В.Н. Карнаухов и другие).

Накопленный промышленный опыт производства ферросплавов подтверждает эффективность использования слабококсуемых углей в качестве углеродистого восстановителя. Однако применение слабококсуемых углей нуждается в предварительном исследовании их специфических свойств в части изучения их физико-химических свойств.

Несмотря на некоторый положительный опыт, бурые угли в исходном состоянии редко применяются в металлургии и электротермии неорганических веществ по целому ряду причин. Во-первых, зачастую металлургические предприятия располагаются на значительном удалении от буроугольных месторождений, а транспортировка бурого угля на расстояние свыше 300 км экономически и технологически нецелесообразна (высокая влажность, опасность самовозгорания и т.д.). Во-вторых, исходный бурый уголь имеет высокую влажность (27–38 %) и выход летучих веществ (45–48 %). Такие показатели влажности и выхода летучих веществ зачастую не соответствуют требованиям, предъявляемым к углеродистым восстановителям для металлургических процессов. В частности, при нагреве из исходного бурого угля начинают выделяться летучие вещества, содержащие большое количество смолистых веществ, которые затрудняют ход процесса и могут привести к выходу из строя газоочистки. В-третьих, бурый уголь имеет пониженную механическую и термическую прочность, что может привести к увеличению выхода мелких классов и, соответственно, ухудшению газопроницаемости шихты при использовании в печах шахтного типа.

Исследованиям и разработке теории тепломассообменных процессов при агломерации железорудного сырья посвящено большое количество теоретических и экспериментальных исследований. Наибольший вклад в развитие теории и технологии агломерационного процесса внесли работы А.С. Телегина, Ю.А. Фролова, А.А. Авдеенко, Б.А. Боковикова и других.

Ежегодно в мире производится около 35 млн т ферросплавов. Основным сегментом среди производимых ферросплавов является феррохром, доля в объемах производства которого в мире составляет 24 %. На втором месте по объемам — силикомарганец, доля которого составляет 21 % в мировом производстве. Третье место занимает ферросилиций, с долей 20 % в мировом производстве, а на четвертом месте ферромарганец с долей 13 %. Вместе перечисленные выше ферросплавы занимают более 78 % мирового производства. Среди стран, основных производителей ферросплавов, необходимо отметить Китай, с долей в мировых объемах 46 %, ЮАР, занимающую 14,2 %. Заметными экспортерами также являются Украина, Казахстан, Бразилия, Индия, Япония, Норвегия и Франция [1].

Из таблицы 1 видно, что лидером среди стран СНГ по производству ферросплавов является Казахстан, который представлен группой компаний ERG, являющейся одним из основных производителей железной руды и глинозема в мире.

В СНГ основными производителями ферросплавов являются Казахстан, Россия и Украина.

Таблица 1

## Производство ферросплавов в СНГ, тыс. т

Ферросплав	ERG (Казахстан)	ЧЭМП (Россия)	ПРИВАТ (Украина)
Феррохром высокоуглеродистый	1500	100	
Феррохром	90	210	
Силикомарганец	150	150	690
Ферромарганец		36	180
Ферросилиций	24	530	80
Итого	1 764	1050	950

Динамика производства ферросплавов в Казахстане преставлена на рисунке 1.

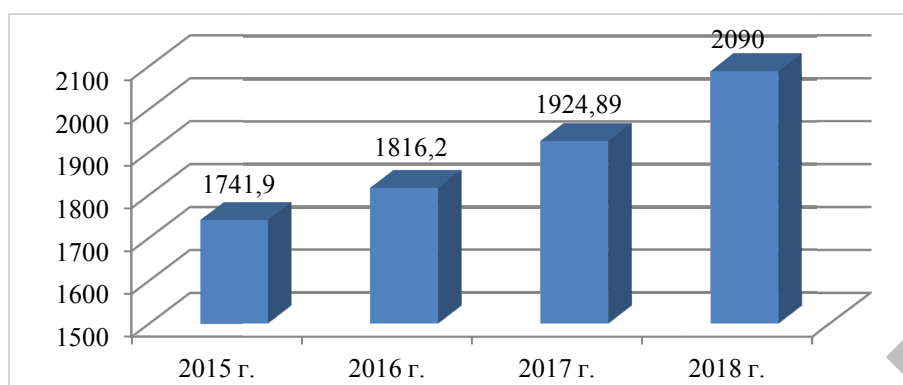


Рисунок 1. Динамика производства ферросплавов, тыс. т

Из рисунка следует, что объем производства ферросплавов в стране ежегодно растет. В 2016 г. рост составил 75 тыс. т (4,2 %) по сравнению с прошлым годом, в 2017 г. на 108,69 тыс т (5,98 %), а в 2018 г. на 165,11 тыс. т (8,9 %).

Среди всех ферросплавов большой удельный вес (около 40 %) занимает высокоуглеродистый феррохром (рис. 2).

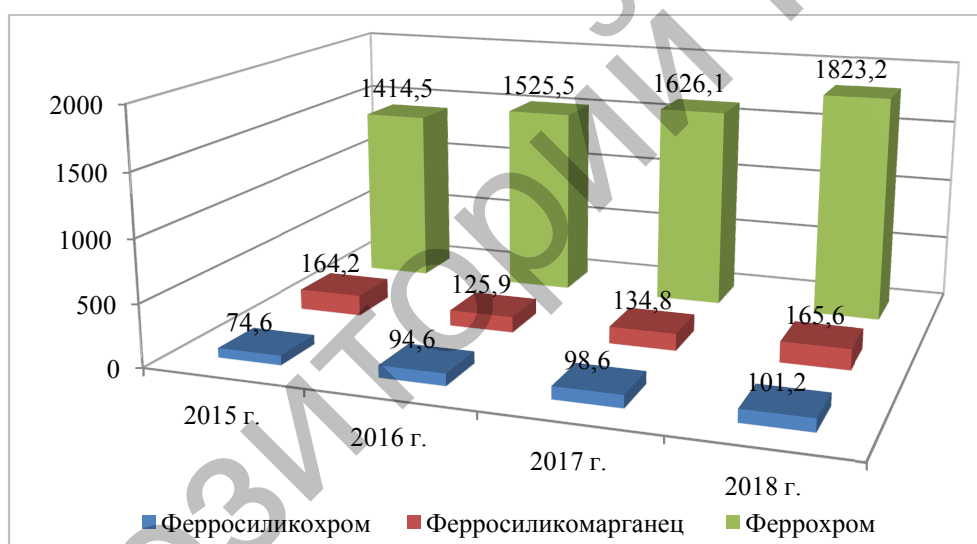


Рисунок 2. Динамика производства основных видов ферросплавов, тыс. т

Производство ферросплавов в стране имеет положительную динамику, ежегодный рост составляет от 4 до 8 %, большой удельный вес в структуре производства ферросплавов занимает феррохром от 81 до 87 %, и с каждым годом объем производства растет. Объемы ферросиликохрома и ферросиликомарганца также растут, но их удельный вес меньше 20 % от объема производства ферросплавов. Удельный вес ферросиликомарганца составляет от 7 до 9 %, а ферросиликохрома от 4 до 5 % от объема ферросплавов (рис. 3) [2].

В соответствии с рисунком 2, за последние три года в структуре производства ферросплавов значительных изменений не было, удельный вес феррохрома увеличился на 1 %, а ферросиликохрома на 1 %, только удельный вес ферросиликомарганца сократился на 2 %.

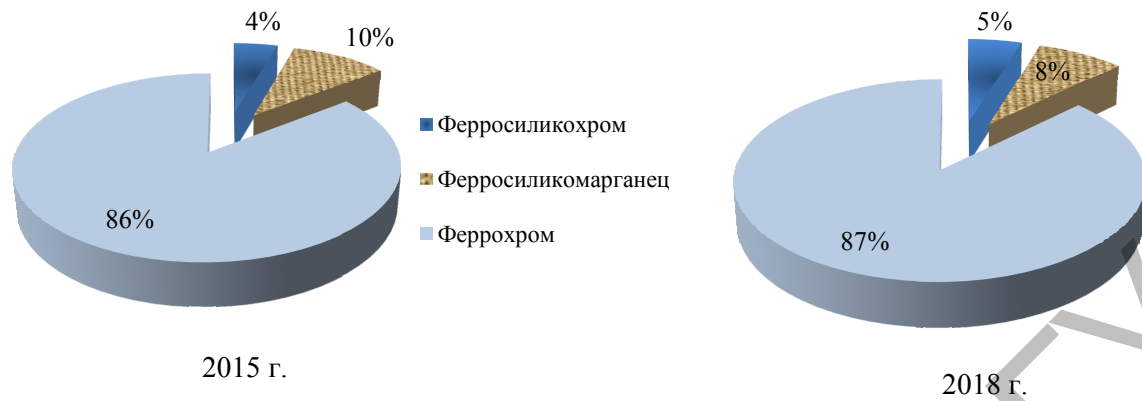


Рисунок 3. Структура производства ферросплавов в Казахстане

Основными заводами, производящими ферросплавы, являются Аксуский завод ферросплавов, Актюбинский завод ферросплавов, Темиртауский электрометаллургический комбинат, Таразский металлургический завод.

Ферросплавы Казахстана пользуются спросом и на мировом рынке. Казахстан является одним из основных экспортеров ферросплавов (рис. 4).

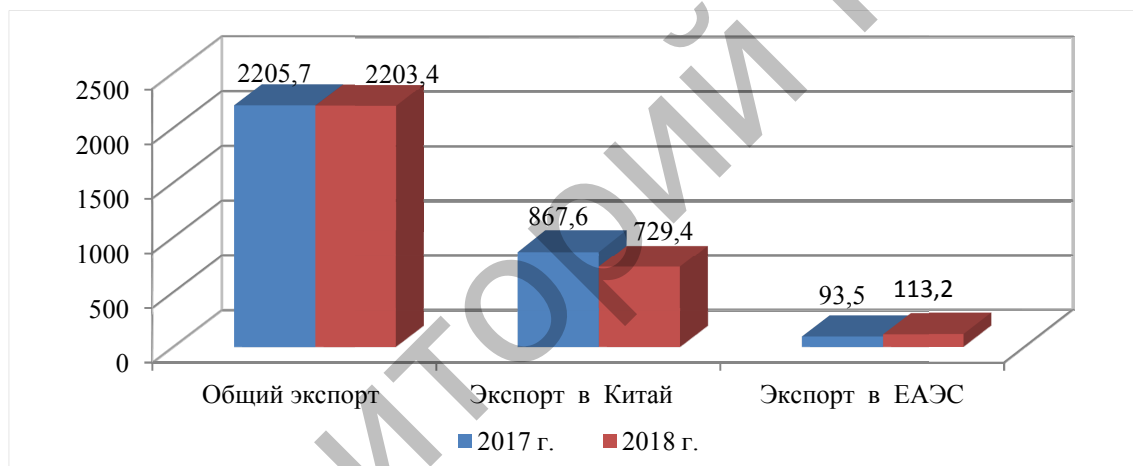


Рисунок 4. Динамика экспорта ферросплавов, млн долл. США

В соответствии с рисунком 3, в 2018 г. объем экспорта ферросплавов сократился на 0,1 % и составил 17 % доли экспорта промежуточных товаров.

В структуре экспорта большую долю — 40 % занимает экспорт в Китай, объем которого в 2018 г., по сравнению с прошлым годом, сократился на 16 %, экспорт в страны ЕАЭС, наоборот, увеличился на 21 %, основными странами-экспортерами стали Россия и Беларусь.

В таблице 2 и на рисунке 5 представлены химические составы и удельные расходы шихтовых материалов для получения ферросиликоалюминия марки ФС55А20.

Таблица 2

**Химический состав шихтовых материалов для выплавки ферросиликоалюминия марки ФС55А20**

Материал	A <sup>c</sup>	V <sup>c</sup>	W	S	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	TiO <sub>2</sub>
Углистая порода	56,67	16,00	2,50	0,20	57,82	31,37	1,77	2,00	0,21	0,02	1,10
Кварцит	-	-	0,50	-	96,8	0,62	0,35	0,29	0,15	0,011	-



Рисунок 5. Удельный расход материалов на получение 1 т ферросиликоалюминия марки FC55A20

В соответствии с таблицей 2 и рисунком 5, в структуре шихтовых материалов для выплавки ферросиликоалюминия большой удельный вес занимают углистая порода и кварцит.

Для анализа и оценки экономической эффективности использования слабоокисляющихся углей в ферросплавном производстве проведем анализ себестоимости ферросплавов (табл. 3). Из таблицы 3 видно, что удельный вес восстановителя в структуре себестоимости ферросплава, в зависимости от вида ферросплава, различный, самый большой удельный вес восстановителя у среднеуглеродистого ферромарганца, что составляет 47,4 %, у ферросилиция — 14,9 %.

В рамках научно-исследовательской темы «Научно-технологическое обоснование расширения сырьевой базы ферросплавной отрасли за счет вовлечения в технологический процесс слабоокисляющихся углей и техногенных отходов» был рассмотрен вариант использования слабоокисляющихся углей при производстве FC55A20.

Т а б л и ц а 3

**Структура себестоимости ферросплавов**

Материал	Структура себестоимости, %						
	Сырье	Восстановитель	Электро-энергия	Электроды	Расходы по переделу	Общие заводские расходы	Непроизводственные расходы
Ферросилиций	3,8	14,9	49,6	2,2	22,6	4,9	2,0
Феррохром углеродистый	33,4	10,7	33,0	2,4	15,9	3,3	1,7
Ферромарганец углеродистый	52,4	12,0	9,8	2,3	18,0	4,2	1,3
Ферромарганец среднеуглеродистый	27,3	47,4	2,7	1,3	16,5	3,4	1,4

В рамках выполнения поставленных задач исследования был проведен расчет калькуляции себестоимости и экономии производства ферросплава (табл. 4). Расход сырья, материалов, электроэнергии и цены на них приняты на основе данных Комитета статистики РК [3].

Расчет калькуляции себестоимости и экономии производства ферросплава

Наименование статей затрат	Базовый вариант			Предлагаемый вариант			Экономия (-) /перерасход (+)
	Цена, тг	ФС 65		Цена, тг	ФС55A20		
		Кол-во	Сумма, тг		Кол-во	Сумма, тг	
1 Сырье и основные материалы:							
– кварцит, т	175000	1,1	192500	175000	0,615	107625	-84875
– кокс (сухой), т (углистая порода для нового варианта)	55 000	0,47	26250	14000	3,08	43120	16870
– железная стружка, т	75 000	0,22	16500	75 000	0,123	9225	-7275
Всего задано, тг			235250			159970	-75280
2 Расходы по производству:							
– электроэнергия технологическая, тыс. кВт·ч/т	17500	14	245000	17500	12	210000	-35000
– самообжигающиеся электроды, т	560000	0,027	15120	56000	0,027	1512	
– прямые расходы на оплату труда, тг			33600			33600	
– вспомогательные материалы			11760			11760	
общие по производству, тг			305480			256872	
<b>Всего себестоимость, тг</b>			540730			416842	-123888

В соответствии с таблицей 3, разработанный вариант технологии производства ФС55A20 экономически выгоден (экономия составляет на 1 т 123 888 тг) по сравнению с базовым вариантом (ФС 65).

Также при разработанном варианте было выявлено, что снижается расход электроэнергии на 2 тыс кВт, материалов на 75 280 тг/т за счет усовершенствования технологии производства ферросплава марки ФС55A20 по сравнению с базовым вариантом (ФС 65), следовательно, разработанная технология экономически целесообразна.

Значимым достоинством применения ФСА для обработки стали является его цена. Представленный на рисунке 6 график отражает динамику сравнительных цен на ФСА в ведущих стран производителей стали.

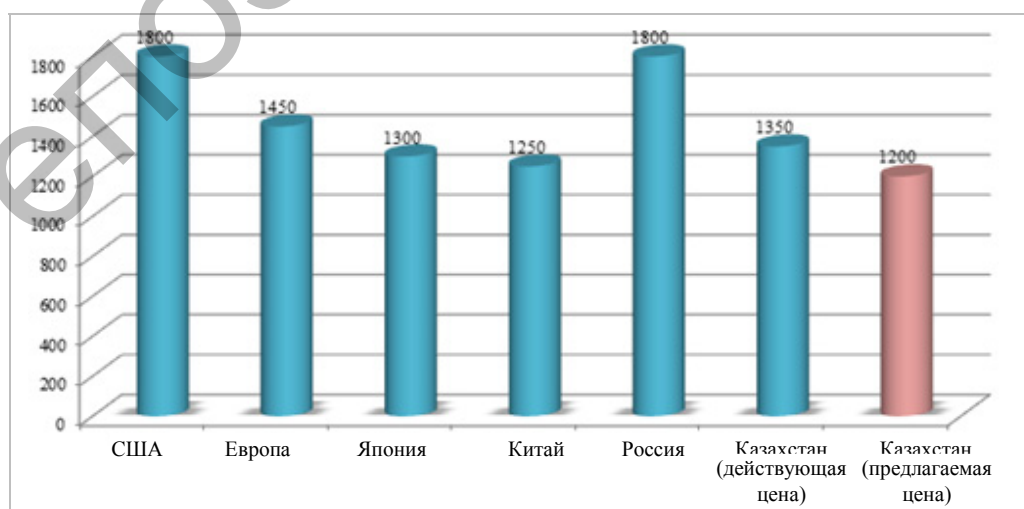


Рисунок 6. Сравнительный анализ цен на ферросиликоалюминий за ноябрь 2018 г., долл./т

В соответствии с рисунком 6 производство ферросиликоалюминия с использованием слабококующих углей является более дешевой по цене и соответственно выгодной для покупателей и продавцов на мировом рынке и может конкурировать с основным производителем данной продукции – Китаем [4; 6].

Проведенные расчеты, представленные в таблице 5, позволяют определить экономическую эффективность производства ферросплава с использованием слабококующихся углей [5; 624].

Т а б л и ц а 5

## Расчет экономической эффективности ферросплава ФС55А20

Показатели	Формула расчета	Результат, тг	Результат, %
Снижение себестоимости ферросплава	$C_c = C_p - C_b$ $C_c = (1 - C_p / C_b) \times 100 \%$	123888	22,91
Снижение цены ферросплава	$C_c = C_p - C_b$ $C_c = (1 - C_p / C_b) \times 100 \%$	57600	11,11
Экономический эффект	$Ээ = C_p - C_p$ $Ээ = (1 - C_p / C_p) \times 100 \%$	43958	10,6

В соответствии с таблицей 3 экономическая эффективность перехода к использованию слабококующихся углей в производстве ферросплавов позволит обеспечить снижение себестоимости на 23 %, снижение цены на 11 % и повысить эффективность на 10,6 %.

Интенсификация производства черных металлов требует повышения объема производства агломерата и окатышей, необходимых для получения чугуна и стали. Несмотря на то, что агломерация железных руд является хорошо изученным процессом, увеличение выпуска продукции, повышение удельной производительности установок, вовлечение в производство руд различного генезиса и другие факторы способствуют выпуску агломерата невысокого качества [6; 213]. Вклад в снижение качества агломерата вносит и агломерационное топливо, которым традиционно является коксовая мелочь. Вследствие незначительного выхода косовой мелочи от валового кокса (5–7 %) отмечается постоянная нехватка ее для аглопроизводства. Это приводит к тому, что на фабрики поставляется кокс класса 10–25 мм, 20–40 мм и более 40 мм, который позже дробится до технологической крупности. Это определяет явную экономическую нецелесообразность крупных классов кокса и перспективность внедрения технологий использования новых видов агломерационного топлива, в частности, слабококующихся углей [7; 20].

В результате исследования были определены основные элементы, формирующие себестоимость агломерата (табл. 6).

Т а б л и ц а 6

## Анализ структуры себестоимости единицы общего агломерата

Наименование показателя	Удельный вес, %
Себестоимость всего, в т. ч.	100
1. Сырье и основные материалы: металлосодержащее сырье, флюсы, топливо в шихту (коксовая мелочь)	87,10
2. Расходы по переделу	11,5
3. Общепроизводственные расходы	1,40

В соответствии с таблицей 5 агломерационное производство является ресурсоемким производством, так как доля, приходящаяся на статью «Сырье и основные материалы», может занимать в среднем до 80–85 % от общего значения себестоимости производства. Следовательно, основным резервом снижения себестоимости и повышения экономической эффективности производства являются изменения в структуре используемого сырья и топлива; в структуре цен сырьевых материалов [8; 152].

В рамках научно-исследовательской темы был рассмотрен вариант применения слабококующихся углей в качестве агломерационного топлива и проведен расчет себестоимости и экономии

производства агломерата. Расход сырья, материалов, электроэнергии и цены на них приняты на основе данных Комитета статистики РК.

С целью сравнения экономической эффективности аглопроизводства, основанного на использовании коксовой мелочи и слабококующихся углей, было проведено сопоставление цен на топливо, входящих в состав аглошихты, как основного материала для производства агломерата, а также цены 1 т углерода в этих материалах. Результаты сравнения приведены в таблице 7.

Т а б л и ц а 7

## Средняя цена шихтовых материалов

Материалы	Цена 1 т, тг	Среднее содержание углерода, %	Цена 1 т, тг
Коксовая мелочь	37815	80	47268,75
Углистая порода для нового варианта	14000	80	47268,75

В соответствии с таблицей 6 стоимость коксовой мелочи как агломерационного топлива более чем в 2,5 раза превышает стоимость слабококующихся углей. При этом среднее содержание углерода в обоих вариантах совпадает. По показателю теплоты сгорания слабококующиеся угли достаточно высоки и не уступают коксовой мелочи.

Рассмотрим влияние изменения элементов себестоимости на сумму общих затрат при производстве единицы агломерата, по каждому виду агломерата в разрезе основных статей материальных затрат (табл. 8).

Результаты аналитических расчетов, представленных в таблице 7, показывают, что материальные затраты в целом по всем видам агломерата увеличились в основном за счет роста цен на ресурсы (базовый вариант).

По предлагаемому варианту использование слабококующихся углей в качестве топлива в шихту позволяет снизить материальные затраты на сырье и основные материалы до 6 %.

Т а б л и ц а 8

## Влияние факторов на сумму прямых материальных затрат на единицу продукции

Вид агломерата и материала	Изменение материальных затрат, тг/т (базовый вариант)			Изменение материальных затрат, тг/т (предлагаемый вариант)		
	общее	в т.ч. за счет		общее	в т.ч. за счет	
		норм расхода	цены		норм расхода	цены
1	2	3	4	5	6	7
Агломерат офлюсованный доломитизированный						
Металлосодержащее сырье	18760	-1130,44	19899,44	18760	-1130,44	17999,44
Флюсы	-2150,6	25,88	-2175,2	-2150,6	25,88	-2175,2
Топливо в шихту (коксовая мелочь/ углистая порода)	798,4	-66,4	843,8			
				166,7	-3,2	169,8
<b>Итого</b>	17407,8	-1171,44	18568,04	16776,1	-1110,62	17694,04
Агломерат высокоосновной						
Металлосодержащее сырье	16830,88	-114,8	18920,7	16830,88	-114,8	17820,7
Флюсы	1226,4	-27,4	1264	1226,4	-17,4	1233
Топливо в шихту (коксовая мелочь/ углистая порода)	723,16	0	723,16			
				134,18	0	134,18
<b>Итого</b>	18780,44	-142,68	20907,86	18191,46	-135,06	19887,88
Агломерат шламовый						
Металлосодержащее сырье	-					
	16820,52	933,24	18001,1	-16820,52	933,24	18001,1
Флюсы	893,68	442,68	1205,3	893,68	442,68	1005,3
Топливо в шихту (коксовая мелочь/ углистая порода)	-863,84	-64,44	928,24			
				-252,87	-10,9	263,1

1	2	3	4	5	6	7
<b>Итого</b>	-16790,68	1311	20134,64	-16179,71	1362,16	19269,5
Агломерат промывочный						
Металлосодержащее сырье	16891,36	-149,68	17041,68	16891,36	-149,68	17041,68
Флюсы	-1110,68	130,24	-1209,56	-1110,68	130,24	-1189,56
Топливо в шихту (коксовая мелочь/ углистая порода)	840,8	-25,88	1004,92			
				233,8	-11,02	223,7

Таким образом, замена коксовой мелочи в агломерационной шихте для производства стали на более дешевые слабококующиеся угли позволит снизить затраты по статье «Сырье и основные материалы» (табл. 9) и, в целом, по себестоимости производства.

Таблица 9

**Затраты на сырьё и материалы (средние показатели по видам агломератов)**

Элемент затрат	Затраты с использованием коксовой мелочи, тг/т	Затраты с использованием слабококующихся углей, тг/т	Отклонение, тг/т
Сырьё и основные материалы	19111,9	17876,8	-1235,1

Тогда себестоимость производства 1 т агломерата снизится на 1476,9 тг (табл. 10).

Таблица 10

**Изменение себестоимости агломерата**

Себестоимость агломерата с использованием железорудного концентрата и железной руды	Себестоимость агломерата с использованием железосодержащих материалов вторичного происхождения	Отклонение
21967,8	20490,9	-1476,9

Проведенные расчеты в таблице 10 позволяют определить экономическую эффективность производства 1 т агломерата с использованием слабококующихся углей.

Таблица 11

**Расчет экономической эффективности производства 1 т агломерата**

Показатели	Формула расчета	Результат, тг	Результат, %
Снижение себестоимости производства 1 т агломерата	$S_{сa} = C_p - C_b$ $S_{сo} = (1 - C_p / C_b) \times 100 \%$ , где $S_{сa}$ — абсолютное снижение себестоимости, тг; $S_{сo}$ — относительное снижение себестоимости, тг; $C_p$ — себестоимость предлагаемого варианта, тг; $C_b$ — себестоимость базового варианта, тг	1476,9	7
Снижение цены производства 1 т агломерата	$S_{цa} = Ц_p - Ц_b$ $S_{цо} = (1 - Ц_p / Ц_b) \times 100 \%$ , где $S_{цa}$ — абсолютное снижение цены, тг; $S_{цо}$ — относительное снижение цены, тг; $Ц_p$ — цена предлагаемого варианта, тг; $Ц_b$ — цена базового варианта, тг	1302,9	5,5
Экономический эффект	$Э_{эa} = Ц_p - C_p$ $Э_{эo} = (1 - Ц_p / C_p) \times 100 \%$	2206,2	10,8

В соответствии с таблицей 10 экономическая эффективность перехода к использованию слабококующихся углей в производстве агломератов позволит обеспечить снижение себестоимости на 7 %, снижение цены на 5,5 % и повысить эффективность на 10,8 %.

Таким образом, можно сделать вывод, что любое изменение в структуре цен сырьевых материалов или в их расходе оказывают существенное влияние на технико-экономические показатели и эффективность работы предприятий, в частности, использование слабококующихся углей в составе шихты позволяет значительно снизить себестоимость агломерата.

*Статья выполнена в рамках реализации проекта, согласно договора № 209 на программно-целевое финансирование от 19 марта 2018 года по подпрограмме 1, на тему «Оценка технико-экономической эффективности и технологической возможности использования слабококующихся углей Казахстана в ферросплавном производстве и в качестве бездымного топлива для бытовых нужд». Регистрационная карта № 01.01–22/161 от 13.04.2018 г. Номер госрегистрации № 0118РК00698.*

### Список литературы

- 1 Информационно-аналитический сайт [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.metaltorg.ru/>
- 2 Сайт ТОО «Энергосервис» [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://energyservice.kz/>
- 3 Комитет по статистике Министерства национальной экономики РК [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.stat.gov.kz/>
- 4 Ахметжанов Б. Обоснование необходимости использования высокозольных углей для производства стали / Б. Ахметжанов, К.Б. Тажибекова, А.А. Шаметова // Вопросы экономических наук. — 2019. — № 2. — С. 6–13.
- 5 Akhmetzhanov B. Coalsupplychainmanagementandeconomic efficiency of using high-ash coking coal in ferroalloy manufacturing / B. Akhmetzhanov, K. Tazhibekova, A. Shametova, A. Urazbekov // International Journal of Supply Chain Management. — 2019. — Vol. 8, No. 5. — P. 624–632.
- 6 Коротич В.И. Агломерация рудных материалов / В.И. Коротич, Ю.А. Фролов, Г.Н. Бездежский. — Екатеринбург: ГОУ ВПО «УГТУ-УПИ», 2003. — 400 с.
- 7 Страхов В.М. Буроугольный полукокс. Возможности его использования как топлива в агломерации железных руд / В.М. Страхов // Кокс и химия. — 2007. — № 8. — С. 20–26.
- 8 Зельберг Б.И. Шихта для электротермического производства кремния / Б.И. Зельберг. — Челябинск: Металл, 1994. — 320 с.

Б. Ахметжанов, К.Б. Тажибекова, А.А. Шаметова

### **Феррокорытпа және аглоендіріс үшін көмірді пайдаланудың экономикалық тиімділігін талдау және бағалау**

Мақала арзан шикізатты пайдаланудың жаңа тәсілдерін іздеуге арналған, себебі феррокорытпа және аглоендірістегі энергетикалық шығындарды азайту бірінші кезектегі міндет болып табылады. Металлургияда отынның баламалы түрлерін қолдану ерекшеліктерін зерттеудің жеткіліксіздігіне байланысты ұсынылған жұмыста шикізаттың, электр энергиясының онтайлы шығынына қолжеткізуге және өнімнің өзіндік құнын төмендетуге бағытталған тас көмірді пайдалану мүмкіндігінің теориялық алғышарттары қарастырылды, феррокорытпа өндірісі мен аглоендірісте оларды пайдаланудың экономикалық тиімділігін талдау және бағалау жүргізілді. Жұмыста темір кен шикізаты мен құрамында темір бар қалдықтарды металдандыру үшін Қазақстанның қоңыр көмірін қолдану мүмкіндігін зерттеу нәтижелері келтірілген. Феррокорытпа өндірісі мен агроендірістегі орташа және жоғары көмірді пайдаланудың тиімділігі мәселелерін шешу мақсатында агломерациялық шихтаны күйдірудің белгілі тәсілдері зерделенді, феррокорытпалар мен агломераттардың әлемдік және отандық нарығын бағалау және талдау жүргізілді, феррокорытпа мен аглоендірістің калькуляциялық шығыстарын есептеу жүзеге асырылды, феррокорытпалар мен агломераттар өндірісінде әлсіз кокстелетін көмірді пайдаланудың экономикалық тиімділігі анықталды. Феррокорытпа өндірісінде әлсіз көмірді пайдалануға көшудің экономикалық тиімділігі өзіндік құнды 23 %-ға төмендетуді, бағаны 11 %-ға төмендетуді және тиімділікті 10,6 %-ға арттыруды қамтамасыз етуге мүмкіндік береді. Ауыл шаруашылығы өндірісі үшін — өзіндік құнның 7 %-ға төмендеуі, бағаның 5,5 %-ға төмендеуі және тиімділіктің 10,8 %-ға артуы байқалды.

*Кілт сөздер:* феррокорытпа өндірісі, аглоендіріс, әлсіз уытты көмірлер, пайдалану, талдау, бағалау, өзіндік құн, экономикалық тиімділік.

B. Akhmetzhanov, K.B. Tazhibekova, A.A. Shametova

## **Analysis and evaluation of the economic effect of coal use for Ferroalloy and sinter production**

The article is devoted to the search for new ways of using cheaper raw materials, as the reduction of energy costs in Ferroalloy and sinter production becomes a priority. Due to the insufficiency of the study of the features of the use of alternative fuels in metallurgy, the paper considers the theoretical background of the possibility of using coal, aimed at achieving optimal consumption of raw materials, electricity and reducing the cost of production, the analysis and evaluation of the economic efficiency of their use in Ferroalloy production and sintering. The paper presents the results of the study of the possibility of using brown coal in Kazakhstan for the metallization of iron ore and iron-containing waste. To address issues of efficiency of use of medium and high-ash coal in Ferroalloy production and agricultural production were investigated, the known methods of sintering of sinter charge, the estimation and analysis of world and domestic market of ferroalloys and agglomerates, calculation of imputed costs in the Ferroalloy and agroproduktse, the economic efficiency subconsumers coal in the production of ferroalloys and agglomerates. The economic efficiency of the transition to the use of low-coking coal in the production of ferroalloys is justified, which allows to reduce the cost by 23 %, reduce the price by 11 % and increase the efficiency by 10.6 %. For sinter production, respectively-cost reduction by 7 %, price reduction by 5.5 % and efficiency increase by 10.8 %.

*Keywords:* Ferroalloy production, sintering production, low-toxic coals, use, analysis, evaluation, cost, economic effect.

### References

- 1 Informatsionno-analiticheskii sait [Information and analytical website] *metaltorg.ru*. Retrieved from <https://www.metaltorg.ru>. [in Russian]
- 2 Sait TOO «Enerhoservis» [Limited liability Partnership website]. *energoservice.kz*. Retrieved from <http://energoservice.kz> [in Russian].
- 3 Komitet po statistike Ministerstva natsionalnoi ehkonomiki RK [Committee on Statistics of the Ministry of National Economy of the Republic of Kazakhstan]. *stat.gov.kz*. Retrieved from: <http://www.stat.gov.kz> [in Russian].
- 4 Ahmetzhanov, B., Tazhibekova, K.B., & Shametova, A.A. (2019). Obosnovanie neobhodimosti ispolzovania visokozolnykh uhlei dlia proizvodstva stali [Rationale for the use of high-ash coal for steel production]. *Voprosi ekonomicheskikh nauk – Questions of economic Sciences*, 2, 6–13 [in Russian].
- 5 Akhmetzhanov, B., Tazhibekova, K., Shametova, A., & Urazbekov, A. (2019). Coal supply chain management and economic efficiency of using high-ash coking coal in ferroalloy manufacturing. *International Journal of Supply Chain Management*, 8, 5, 624–632.
- 6 Korotich, V.I., Frolov, Yu.A., & Bezdezhskii, H.N. (2003). *Ahlomeratsia rudnykh materialov [Agglomeration of ore materials]*. Ekaterinburg: HOU VPO «UHTU-UPI» [in Russian].
- 7 Strakhov, V. M. (2007). Burouholnyi polukoks. Vozmozhnosti eho ispolzovania kak topliva v ahlomeratsii zheleznykh rud [Brown coal semi-coke. Possibilities of its use as fuel in agglomeration of iron ores]. *Koks i khimia – Coke and chemistry*, 8, 20–26 [in Russian].
- 8 Zelberh, B.I. (1994). *Shikhta dlia elektrotermicheskoho proizvodstva kremnia [Charge for electrothermal silicon production]*. Cheliabinsk: Metall [in Russian].