

Пайдаланылган әдебиеттер тізімі:

1. Rustembekov K., Toibek A., Stoev M., Mukusheva G., Sadykov T. Synthesis and properties of NdMe^{II}TeO_{4.5} (Me^{II} – Ca, Ba) tellurites. Journal of Chemical Technology and Metallurgy, 59 (1), 157-164. 2024. <https://doi.org/10.59957/jctm.v59.i1.2024.18>
2. Рустембеков К. Т., Тойбек А. А., Касенов Б. К., Стоев М. Новые оксотеллуриды гадолиния: синтез и характеристика. Весті Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя хімічных навук. 2024. Т. 60, № 4. С. 281–289. <https://doi.org/10.29235/1561-8331-2024-60-4-281-289>
3. Rustembekov K.T, Toibek A.A., Davrenbekov S. Zh. Synthesis, X-Ray Diffraction, and Thermodynamic Properties of Ferrotellurite LuCaFeTeO₆. Russian J. of Physical Chemistry A. -2025. –Vol.99. №5. –P.951-957.
4. Zhu J., Li H., Zhong L. // ACS Catalysis. 2014. V.4, №9. P. 2917. DOI:10.1021/cs500606g
5. Li X., Zhao H., Lian, J. // J. of Material. Chem. A. 2021. V.9, № 11. P. 6650. doi:10.1039/d0ta09756j
6. Вашман А.А., Петров К.И. Фундаментальные неорганические соединения лития. М.: Энергоатомиздат, 1996. 208с.
7. Касенов Б.К., Бектурганов Н.С., Ермагамбет Б.Т. и др. Манганиты, хромиты, ферриты редкоземельных, щелочных и щелочноземельных металлов. Караганда: ТОО «Литера», 2016. 616 с.
8. Ковба Л.М. Рентгенография в неорганической химии. –М.: Изд-во МГУ, 1991. – 256 с.
9. Кивилис С.С. Техника измерений плотности жидкостей и твердых тел. – М.: Стандартгиз, 1959. – 191 с.

УДК 536.7; 574.36

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРОИМПУЛЬСНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ ПРИРОДНОГО СЫРЬЯ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ЭНЕРГОНОСИТЕЛЕЙ И МАТЕРИАЛОВ С ЗАДАНЫМИ СВОЙСТВАМИ

Сакипова С.Е., Карагандинский университет имени академика Е.А. Букетова, Караганда, Казахстан
Картбаева Г.Т., Карагандинский университет имени академика Е.А. Букетова, Караганда, Казахстан
Нусупбеков У.Б., Карагандинский университет имени академика Е.А. Букетова, Караганда, Казахстан
Дуйсенбаева М.С., Карагандинский университет имени академика Е.А. Букетова, Караганда, Казахстан

Аннотация. Рассматриваются научная значимость и перспективы использования идей академика, доктора технических наук, профессора Букетова Е.А., чье имя носит наш университет, по внедрению газификации низкоэнергетических углей для получения альтернативного источника энергии в виде синтетической нефти. Приведено краткое описание энергоэффективных технологий для основе использования электро-гидравлического эффекта для переработки низкосортных углей и техногенного сырья. Показано то, что производство биогаза за счет переработки твердых отходов обладает высоким потенциалом в качестве альтернативного источника энергии и является интегрированным решением для утилизации отходов, снижения экологической нагрузки

Введение. Идея получения высокотоварной продукции из низкоэнергетических углей Шубаркульского, Майкубенского и других месторождений Казахстана до сих пор актуальна и важна в рамках выполнения государственной программы перехода на альтернативные источники энергии. В [1] авторы подробно описывают «этапы жизненного пути и трудовой биографии академика Академии наук Казахской ССР, лауреата Государственной премии СССР, доктора техн. наук, академика, профессора Е.А. Букетова. Приводятся цитаты профессора Е.А. Букетова о том, что он «нашел совершенно разумный и нормальный подход - проблема получения искусственной нефти из углей». И далее: «Соединяя такие простые и обыденные виды природного сырья, как уголь и вода, можно за счет их взаимодействия надежно получать самые выгодные и удобные виды энергоносителей, а также разнообразные исходные продукты для синтеза по химической промышленности, но для этого необходимо целеустремленно работать, используя самые последние достижения науки и техники». Важное значение, на наш взгляд, имеют размышления академика Е.А. Букетова «о путях дальнейшего развития топливно-энергетического комплекса Казахстана».

Электро-гидро-импульсная энергоэффективная технология. Идея профессора Е.А. Букетова создания «выгодных и удобных видов энергоносителей» и разнообразных материалов с заданными свойствами была принята и развита не только учеными специалистами в области химии, но и представителями физико-технического факультета. В начале 90-х годов под руководством профессора Акылбаева Ж.С. группа исследователей во главе с профессором К. Кусаиновым активно пропагандировали внедрение отечественных энергосберегающих и экологических чистых технологий.

Широкое практическое применение получила электро-гидро-импульсная (ЭГИ) технология в качестве технологического инструмента обработки и получения материалов с заданными свойствами, которая на протяжении почти полвека успешно пробирована в различных отраслях добывающей и горнорудной промышленности, металлургии и энергетики [2]. Не умаляя значения многочисленных примеров успешного применения (ЭГИ) технологии, остановимся на актуальной проблеме топливно-энергетического баланса на основе эффективного использования низкокачественного угля путем изготовления водо-угольных топливных (ВУТ) смесей [3-5]. Технология получения (ВУТ) была оптимизирована сотрудниками кафедры инженерной теплофизики им.

профессора Ж.С. Акылбаева на счет применением ЭГИ воздействия для дробления и измельчения низкосортных углей. Сущность данной технологии основана на использовании мощного импульсного давления на фронте ударной волны, сопровождающей высоковольтный электрический разряд в воде. Применение ЭГИ технологии для получения ВУТ из низкосортных углей позволяет сократить вредные выбросы в атмосферу, уменьшить вредное воздействие на окружающую среду, расширить рынки сбыта угля.

Разработанная ЭГИ технология помимо получения ВУТ успешно применена в процессах обогащения «бедных» руд, переработки природных минералов (воластонит, кварц, кремний, золотосодержащие материалы), техногенного металлосодержащего сырья, позволяющие извлекать ценные компоненты [2]. Имеются примеры успешного применения ЭГИ технологии для обработки образцов техногенных материалов из месторождений Центрального Казахстана, что позволило получить из техногенного сырья измельченный и очищенный от примесей материал с заданной степенью дисперсности. ЭГИ технология дробления и измельчения неорганических материалов позволяет получать не только дисперсный продукт с заданным размером дисперсных частиц, но и изменять их физико-химические свойства. Это способствует повышению технологического уровня и освоению новых инновационных процессов в производстве цветной металлургии и обеспечению комплексности использования техногенного сырья.

Биоэнергетика. По аналогии идеи, цитируемой Е.А. Букетовым высказывания профессора В.И. Спицына о том, что «мы - карагандинцы, сидя на угле, не занимаемся углем», и учитывая обилие имеющихся биомассовых ресурсов в Казахстане, группа исследователей начала исследования по переработке отходов сельскохозяйственных предприятий и пищевой промышленности для получения биогаза. Производство биогаза за счет переработки твердых отходов обладает высоким потенциалом в качестве альтернативного источника энергии и является интегрированным решением для утилизации отходов, снижения экологической нагрузки. Основной процесс базируется на анаэробном сбраживании органической массы в герметичных реакторах (биореакторах) без доступа кислорода, где микроорганизмы разлагают органику, выделяя метан и углекислый газ [6 – 10].

Промышленные установки для производства биогаза могут быть адаптированы под условия разных регионов и способны обеспечить энергетические потребности предприятий, ферм и коммунальных служб, способствуя локальной энергетической независимости и снижению вредных выбросов. Сотрудниками физико-технического совместно с биолого-географического факультетов разработан проект биогазовой установки, в которой используется схема переработки отходов для получения биогаза с дополнительным подогревом. На рис 1. показана схема установки для производства биогаза и биоудобрений, которая основана на патенте доцента Картпаевой Г.Т. [9]. Первоначально в специальный контейнер (1) через дозирующий шнек поступают органические материалы, такие как навоз, куриный помет, сельскохозяйственные отходы или опилки. В данном контейнере сырье измельчается и тщательно смешивается с помощью мешалки, оснащенной электродвигателем (3), до формирования однородной массы (субстрата). После этого, при помощи глубинного насоса (2), переработанная масса перекачивается в запечатанный биореактор для дальнейшей термообработки.

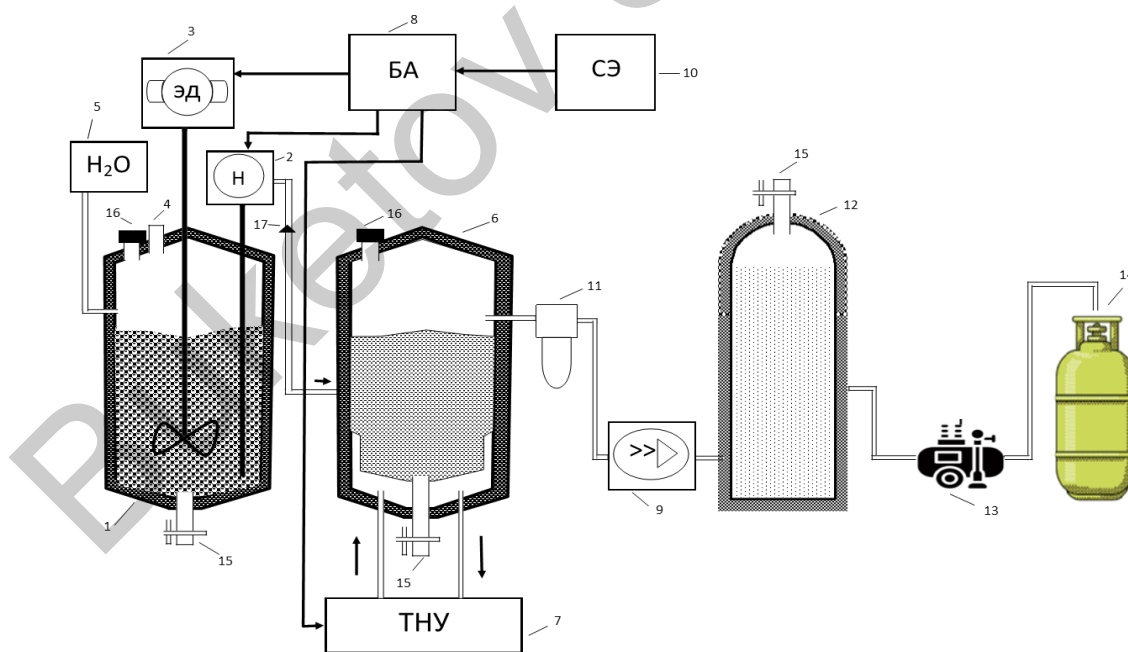


Рисунок 1. Принципиальная схема переработки отходов для получения биогаза:

- 1-емкость для приготовления субстрата; 2 - насос перекачивающий субстрат; 3 - электродвигатель для перемешивания; 4 – загрузка; 5 – водовод; 6 – биореактор; 7 – тепловой насос; 8 – блок автоматического управления;
- 9 – компрессор; 10 – солнечная 1-панель; 11 – гидрозатвор с фильтром; 12 – газгольдер;
- 13 – компрессор высокого давления; 14 – газовый баллон; 15 – кран для отработанных остатков;
- 16 – перепускной клапан; 17 – перепускной вентиль.

Внутри биореактора поддерживается температура до 40-45°C, и масса регулярно перемешивается. Для нагрева биомассы используется либо тепловой насос, либо электрические установки, работающие на солнечных панелях. Тепловой насос поддерживает оптимальные условия для брожения в любое время суток, в то время как солнечную энергию предпочтительно использовать в летний период. Автоматизированная система управления (8) обеспечивает контроль над рабочими режимами и изменяет источники нагрева в зависимости от времени суток и погодных условий. Биогаз, извлекаемый из биореактора, проходит процесс очистки от загрязняющих веществ через гидрозатворный фильтр (11), а затем с помощью низко-проводного компрессора направляется в газгольдер для хранения. Это гарантирует стабильное поступление газа, независимо от изменений в условиях его производства. Собранный в газгольдере (12) биогаз потом подается в специальные баллонные установки при помощи высоко-проводного компрессора (13), что позволяет использовать его напрямую или преобразовывать в тепловую или электрическую энергию. Главное достоинство предлагаемой энергоэффективной установки для получения биогаза по сравнению с традиционными методами заключается в том, что подогрев биомассы осуществляется за счет использования солнечных панелей и (или) дополнительно тепловым насосом, в зависимости от времени года.

В условиях глобальных изменений климата и истощения природных ресурсов, переход к устойчивым источникам энергии, таким как биогаз, становится необходимым для обеспечения энергетической безопасности и экологической устойчивости. С практической стороны для большинства фермерских хозяйств основная цель приобретения биогазовой установки – это экономия на энергетических ресурсах и одновременная утилизация отходов. Выполнение проекта будет способствовать развитию и продвижению отечественной биогазовой энергетики и внедрению эффективных методов переработки отходов сельского хозяйства и пищевой промышленности.

Заключение. Производство биогаза и на основе переработки отходов — это важные шаги на пути к использованию возобновляемых источников энергии и созданию устойчивой энергетической системы. Время показывает то, что научное предвидение, профессионализм, самоотверженный труд и значимые результаты научно-исследовательской работы академика Е.А. Букетова, как ученого, руководителя, педагога внесли и продолжают вносить большой вклад в становление нашего университета. Надеемся и уверены, что идеи академика Е.А. Букетова будут способствовать укреплению и дальнейшему развитию и топливно-энергетического потенциала Казахстана.

Данное исследование финансируется Комитетом науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан (AP26102107).

Список использованной литературы

1. Даниярова А.Е., Данияров Н.А. (2025) Лаборатория химии угля в научном наследии ученого. *Уголь*. №8, С. 52 – 55.
2. Sakipova S.E., Nussupbekov B.R., Ospanova D.A., Khassenov A.K., Sakipova Sh.E. (2015) Effect of electric pulse processing on physical and chemical properties of inorganic materials. *IOP Conf. Ser.: Materials Science and Engineering*, 81, 12051-12056. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/81/1/012051>.
3. Крапчин И.П., Потапенко И.О. (2003) Экономическая эффективность приготовления и использования водоугольных суспензий – экологически чистого топлива для электростанций. *Уголь*. № 11, 50 - 52.
4. Круть А.А. Папаяни Ф.А. (2011) Технология приготовления водоугольного топлива с предварительным смешением исходных компонентов. *Научный вестник НГУ*, №2, 111 – 118.
5. Kurytnik I.P., Nussupbekov B., Nussupbekov U.B. et al. Development of a grinding device for producing coal powder-raw materials of coal-water fuel // *Archive of Mechanical Engineering*, 2022, Vol. 69, №2, pp. 259 – 268. <https://doi.org/10.24425/ame.2022.140414>
6. Алхасов А.Б., Дибиров Я.А., Дибиров К.Я. (2020) Энергоэффективные солнечные биогазовые установки с тепловыми аккумуляторами. *Промышленная энергетика*. № 5, 35–43. <https://doi.org/10.34831/EP.2020.75.74.005>
7. Вандышева М. С., Мартынычев А. В., Оболенский Н. В. (2015) Способ получения биогаза. *Карельский научный журнал*. № 1(10), 157 – 159. <https://www.google.com/search?q=%D0%92%D0%B0%D0%BD%D0%B4>
8. Акзамов С.С., Узакон Р., Давкаралиев Э.А. (2021) Перспективы производства и использования энергии биогаза сегодня. Современные научные исследования и инновации. № 1. <https://web.snauka.ru/issues/2021/01/94276>
9. Картбаева Г.Т., Нусупбеков Б.Р., Хасенов А.К., Нусупбеков У.Б., Карабекова Д. Ж., Жолдасбек Е. Э. Установка для получения биогаза и биоудобрения из органических отходов. Патент на полезную модель № 6971, 4 с. Оpubл. 01.04.2022.
10. Duisenbayeva, M., Schrage, E.R., Sakipova, S.E., & Nussupbekov, B.R. (2025). Study of optimal energy parameters of electro-hydropulse treatment for efficient extraction of variable from organic waste. *Eurasian Physical Technical Journal*, 22(2 (52), 54–59. <https://doi.org/10.31489/2025N2/54-59>