

УТВЕРЖДАЮ:

Директор ТОО «Институт химии угля
и технологий»



Б. Ермагамбет

«07»

августа

2021 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

ТОО «Институт химии угля и технологий» г. Нур-Султан
по протоколу научного семинара № 5 от 07.06 2021 г.

Диссертация **Пиролитическая декомпозиция углей месторождений Казахстана при подземном нагреве** часть диссертации (глава 1-3) выполнена соискателем в ТОО «Институт химии угля и технологий» в лаборатории термохимических и электрофизических процессов.

Данная диссертационная работа **«Пиролитическая декомпозиция углей месторождений Казахстана при подземном нагреве»** выполнена в рамках финансирования МОН РК научно-технических проектов по бюджетной программе 217 «Развитие науки», подпрограмме 102 «Грантовое финансирование научных исследований», по приоритету: *«Рациональное использование природных ресурсов, в том числе водных ресурсов, геология, переработка, новые материалы и технологии, безопасные изделия и конструкции»* по теме: ИРН AP05131004 **«Разработка технологии подземной газификации углей Экибастузского и Майкубенского бассейна и создание опытно-промышленной установки»**, где соискатель Касенова Жанар Муратбековна выполняла основную научно – исследовательскую работу и лично участвовала в проведении полевых испытаний на угольном разрезе ТОО «Богатырь Комир», Экибастузского угольного бассейна. Данная диссертационная работа также выполнялась в лаборатории «Импульсно-пучковых, электроразрядных и плазменных технологий» Инженерной школы новых производственных технологий Национального исследовательского Томского Политехнического университета под руководством научного руководителя доктора технических наук, профессора Ремнёва Геннадий Ефимовича.

Во время обсуждения диссертационной работы были заданы следующие вопросы:

1. Какая оптимальная скорость нагрева при электротепловом пробое?

2. Прокомментируйте значения электрофизических характеристик диэлектрической проницаемости, электропроводности, тангенса угла потерь от частотной зависимости?

3. В чем заключается суть патента, который у вас имеется? Каково основное отличие от прототипа?

4. Из исследуемых углей по электрографическому составу морфологической структуре наиболее подвержены к пиролитическому разложения способом электронагрева?

По итогам обсуждения принято следующее заключение:

Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации, содержат теоретические выводы, которые в достаточной степени обоснованы экспериментальными результатами, полученными автором при проведении лабораторных и натурных испытаний. Научные положения, сформулированные в диссертации, не противоречат физическим и химическим законам. Работа прошла успешную апробацию: по теме диссертации было сделано 5 докладов на международных, республиканских и российских научных конференциях и симпозиумах.

Актуальность темы исследования

Данная диссертационная работа имеет важное актуальное значение для крупнейшего угольного месторождения Казахстана «Богатырь» как в теоретическом, так и в практическом плане.

Одним из актуальных проблем использования высокозольных каменных углей Богатырского месторождения является низкий коэффициент эффективности сжигания, которое сопровождается с колоссальными выбросами в окружающую среду из – за высокой зольности и низкой теплоты сгорания. Одним из путей решения проблемы является подземная газификация угля, которая могла бы стать альтернативным вариантом в использовании высокозольного угля без выемки из угольного пласта. Традиционные способы подземной газификации угля требует больших капитальных и энергетических затрат и считается не управляемым процессом.

В диссертационной работе впервые в мировой практике показан подземный пиролиз каменного угля в угольном пласте путем электронагрева.

Личное участие соискателя заключается в отборе и подготовке проб углей различных месторождений Казахстана. Интерпретация результатов анализов, построение графического материала и формулировка защищаемых положений также производилась лично автором. Автором проведен анализ технических характеристик и исследование теплофизических свойств образцов каменных углей Сарыадыр (Надежный) марки ГЖ, Сарыадыр (Пятиметровый) марки ГЖО, Богатырь марки КСН и бурого угля Майкубен марки Бз.

Научная новизна работы заключается в следующем:

Впервые методом калориметрии в интервале 298,15-473 К на основании экспериментальных данных выведены уравнения квадратичной температурной зависимости теплоемкости для исследуемых углей месторождения Сарыадыр пласт (Надежный), Сарыадыр пласт (Пятиметровый), Майкубен, Богатырь, изучена кинетика термического разложения органической массы угля (ОМУ) при разных скоростях нагрева 3⁰С/мин, 6⁰С/мин, 9⁰С/мин, 12⁰ С/мин, 15⁰ С/мин для углей месторождения Сарыадыр пласт (Надежный) и Сарыадыр пласт (Пятиметровый), Майкубен, Богатырь выявлено, что увеличение скорости нагрева приводит к уменьшению степени термохимической деструкции органического вещества угля, а также повышает значения температуры T_{max} и скорости v_{max} деструкции, приводит к снижению активационных барьеров процесса. Для исследуемых углей были измерены частотные зависимости удельной электропроводности, относительной диэлектрической проницаемости и тангенса угла потерь. Высокая величина диэлектрической проницаемости свидетельствует о наличии влаги, электропроводность имеет как электронные, так и ионные компоненты, тангенс угла потерь в диапазоне частот до 1 МГц имеет малую величину 0,30297.

Исследование электрофизических свойств и характеристик электроразрядных явлений в образцах углях показывают, что угли относятся к слабопроводящим материалам гетерофазного строения с выраженной поляризационной способностью, проведены экспериментальные работы по физическому моделированию подземного нагрева для исследуемых углей месторождения Сарыадыр пласт (Надежный и Пятиметровый), Майкубен, Богатырь по конверсии угля в газообразные продукты со следующей последовательностью процессов: электротепловой триинг → электротепловой пробой → нагрев электрическим током → пиролиз → газ. В результате из исследуемых углей был получен синтез газ с высоким содержанием горючих компонентов: H_2 – 64-75%, CO – 9,9-21,35%, CH_4 – 4,81-10,8% и высокой теплотворной способностью – 12-16 МДж/м³.

Сделана апробация и внедрения разработанной технологии и методика проведения электронагрева угольного пласта в полевых условиях на угольном месторождении разрез Богатырь (г. Экибастуз РК), получены акт испытаний от 28.10.19г и акт внедрения от 12.10.20г.

Результаты научной работы соискателя представлены в полной мере представлены 20 статьях и тезисах докладов, в том числе 9 статьи - в рецензируемых журналах, входящих в перечень ВАК из которых 2 статья на английском языке в журнале с индексируемом в базе данных Scopus, 1 статья на английском языке в журнале, индексируемом в базе данных Web of Science. В представленных публикациях в полной мере представлены положения, защищаемые в диссертации.

Основное содержание диссертации изложено в следующих публикациях:

Результаты научной работы соискателя представлены в полной мере представлены 21 статьях и тезисах докладов, в том числе 7 статей - в рецензируемых журналах, входящих в перечень ВАК из которых 7 статей на английском языке в журнале с индексируемом в базе данных Scopus и Web of Science и прочие – 7 статей. В представленных публикациях в полной мере представлены положения, защищаемые в диссертации.

Ниже приведены основные публикации, цитируемые в базах данных Scopus, Web of Science и ВАК

Публикации в изданиях, входящих в перечень ВАК

1. **Касенова Ж.М.** Химический состав и электрофизические характеристики золы угля разреза «Богатырь» /Ермагамбет Б.Т, Касенов Б.К., Нургалиев Н.У, Касенова Ж.М., Казанкапова М.К., Куанышбеков Е.Е. // Химия твердого топлива. – Москва, 2020. – Номер 2. – С.43-49. DOI: 10.31857/S0023117720020024

[**Kasenova Zh.M.** Chemical Composition and Electrophysical Characteristics of the Ash of Bogatyr Coal / Ermagambet B.T., Kasenov B.K., Nurgaliev N.U, Kasenova Zh.M., Kazankapova M.K., Kuanyshbekov// Solid Fuel Chemistry. - 2020. - Vol.54. - No.2. - P.99-104. DOI: 0.3103/S0361521920020020] (BAK).

2. **Касенова Ж.М.** Электрофизические свойства и теплоемкость сланца Кендырлыкского месторождения / Ермагамбет Б.Т, Касенов Б.К., Нургалиев Н.У., Набиев М.А, Касенова Ж.М., Казанкапова М.К., Зикирина А.М.// Химия твердого топлива. – Москва, 2018. – Номер 1. – С.68-72. DOI:0.1134/S0023117718050043

[**Kasenova Zh.M.** Electrophysical properties and heat capacity of shale from the Kendyrlyk Deposit /Yermagambet B. T., Kasenov B. K., Nurgaliev N. U., Nabiev M. A., Kasenova Zh.M., Kazankapov M. K., Zikirin A. M. // Solid Fuel Chemistry. – 2018. – Vol.52. – No.2. – P.11-14. DOI:0.3103/S0361521918020039] (BAK).

Публикации в изданиях, входящих в перечень базы Scopus, Web of Science

3. **Kasenova Zh.M.** Field test of in-situ conversion of coal /Sergey M. Martemyanov, Andrey A. Bukharkin, Bolat T. Ermagambet & Zhanar M. Kasenova //International Journal of Coal Preparation and Utilization, Received 29 Apr 2021, Accepted 15 Jul 2021, Published online: 22 Jul 2021. (электронный ресурс), DOI: 10.1080/19392699.2021.1957855.

4. **Касенова Ж.М.** Электрофизические свойства и теплоемкость пористо-углеродного материала из угля майкубенского бассейна/ Ермагамбет Б.Т, Касенов Б.К., Казанкапова М.К., Нургалиев Н.У, Касенова Ж.М.,

Куанышбеков Е.Е., Наурызбаева А.Т.// Химия твердого топлива. – Москва, 2020. – Номер 3. – С.61-67. DOI: 0.31857/S0023117720030032

[**Kasenova Zh.M.** Electrophysical Properties and Heat Capacity of a Porous Carbon Material from Coal of the Maikube Basin/ Ermagambet B.T., Kasenov B.K., Kazankapova M.K., Nurgaliyev N.U., Kuanyshbekov E.E., Kasenova Zh.M., Nauryzbaeva A.T.// Solid Fuel Chemistry. – 2020. – Vol.54. – No.3. – P.180-185. DOI: 10.3103/S0361521920030039] (Web of Science: IF - 0.841, квартиль-Q4; Scopus: процентиль-36).

5. **Kassenova Zh.M.** Simulation of subterranean heating of coal by passing electrical current through electrothermal breakdown channel/ Kassenova Zh.M., Yermagambet B.T., G.E. Remnev, S.M. Martemyanov, A.A. Bukharkin, N. U. Nurgaliyev. // News of the national academy of sciences of the republic of Kazakhstan, series of Geology and Technical sciences, №3 (441). 2020, P.16-23.DOI:10.32014/2020.2518-170X.49 (IF-0,66, квартиль-Q4, Scopus: процентиль-40).

6. **Kassenova Zh.M.** Calculation of kinetic parameters of thermal decomposition of coals of various deposits of Kazakhstan/ Yermagambet B.T., Kassenova Zh.M., Nurgaliyev N.U., Kazankapova M.K., Martemyanov S.M. // News of the national academy of sciences of the republic of Kazakhstan, series of Geology and Technical sciences, №4 (442). 2020, P.86-93.DOI:10.32014/2020.2518-170X.88 (IF-0,66, квартиль-Q4, Scopus: процентиль-40).

7. **Kasenova Zh.M.** Modeling of subterranean heating of coals of Maykuben and Ekibastuz basins /Kasenova Zh.M., Ermagambet B.T., Remnev G.E., Martemyanov S.M., Bukharkin A.A., Nurgaliyev N.U. // News of the Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of Geology and Technical Sciences. № 6 (438), 2019.-P.70-76 (IF-0,66, квартиль-Q4, Scopus: процентиль-40).

8. **Kasenova Zh.M.** Partial discharges and electric breakdown in coals of Maikuben, Ekibastuz and Korzhunkol basins /Ermagambet B.T., Remnev G.E., Martemyanov S.M., Kasenova Zh.M., Bukharkin A.A., Nurgaliyev N.U.// News of the Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of Geology and Technical Sciences. - 2019. - № 5 (437). - P.244-251. (IF-0,66, квартиль-Q4, Scopus: процентиль-40).

9. **Kasenova Zh.M.** Smokeless fuel production - semi-coke from coal /Yermagambet B.T., Nurgaliyev N.U., Kazankapova M.K., Kasenova Zh.M., Abylgazina L.D. // News of the national academy of sciences of the republic of Kazakhstan, series of Geology and Technical sciences. – 2019. - № 2. - С.144-148. (IF-0,66, квартиль-Q4, Scopus: процентиль-40).

10. **Kasenova Zh.M.** Dielectric properties of the coals of Maykuben and Ekibastuz basins /Yermagambet B.T., Remnev G.E., Martemyanov S.M., Kasenova Zh.M., Bukharkin A.A., N.U. Nurgaliyev. // Известия НАН РК, серия Химии и Технологии. – 2018. - 6 (432). - С. 38-43.

Объекты интеллектуальной собственности

11. Патент на изобретения № 31233. Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений РК 19.05. 2016. «Способ каталитической газификации угля углекислым газом». Авторы: Ермағамбет Б.Т., Бектурганов Н.С., **Касенова Ж.М.**, Реминный Р.А., Касенов Б.К., Нургалиев Н.У., Букетаев А.С., Зульхарнай Р.Н.

12. Патент Республики Казахстан на изобретение № 31990. Зарегистрировано в государственном реестре изобретений РК 17.03.2017. Способ комплексной переработки угля». Авторы: Ермағамбет Б.Т., **Касенова Ж.М.**, Нургалиев Н.У., Бектурганов Н.С., Набиев М.А., Касенов Б.К., Бижанова Л.Н., Шалабаев Ж.А., Козлов П.В., Лаврентьев В.Л.

13. Патент Республики Казахстан на полезную модель № 4737. Зарегистрировано в Государственном реестре 27.02.2020. Способ подземной газификации угля электрическим разрядом. Авторы: Ермағамбет Б.Т., Мартемьянов С.М., **Касенова Ж.М.**, Бухаркин А.А., Нургалиев Н.У., Казанкапова М.К.

Научные публикации в прочих изданиях

14. **Касенова Ж.М.** Получение синтетического газа из угля/ Набиев М.А., Ермағамбет Б.Т., Нургалиев Н.У., Касенова Ж.М., Реминный Р.А., Зикирина А.// Промышленность Казахстана, Алматы. - 2014. - № 6(87). - С. 68-71.

15. **Касенова Ж.М.** Получение горючего газа из Сарыадырского угля (пласт «Пятиметровый) /Ермағамбет Б.Т, Нургалиев Н.У, Касенова Ж.М., Зикирина А.М., Холод А.В. // Вестник ЕНУ им. Л.Н. Гумилева. Астана. - 2016. - № 4 (113). - С. 312-315.

16. **Kassenova Zh.M.** Investigation of the thermal decomposition process of oil shale of the Shubarkol deposits»/Yermagambet B.T, Nurgaliyev N.U, Kassenova Zh.M, Zikirina A.M, Abylgazina L.D. // Scientific jornal «European science». - 2016. – № 10(20). – P. 11-13.

17. **Касенова Ж.М.** Современные технологии комплексной переработки сланцев Казахстана /Ермағамбет Б.Т., Касенов Б.К., Касенова Ж.М., Казанкапова М.К., Нургалиев Н.У. // Энергия будущего: инновационные сценарии и методы их реализации: материалы Всемирного Конгресса инженеров и ученых (19-20 июня, 2017, Астана, Казахстан). Под общ. Ред. Акад. Н.А. Абыкева, Б.Т. Жумагулова. – Т.3.- Алматы, 2017.- С 182-186.

18. **Касенова Ж.М.** Методика измерения электрофизических характеристик углей /Касенова Ж.М., Ремнев Г.Е., Ермағамбет Б.Т., Мартемьянов С.М., Нургалиев Н.У. Методика измерения электрофизических характеристик углей // Проблемы современной науки и образования. - 2018.- №9 (129). - С. 9-12. (РИНЦ, Импакт-фактор - 1,72).

19. **Касенова Ж.М.** Технология подземной газификации угля методом электрофизического нагрева /Ермағамбет Б.Т., Мартемьянов С.М., Юдин

А.С., Касенова Ж.М. // Международный Российско-Казахстанский Симпозиум «Углекислотная и экология Кузбасса» г Кемерово. - 2018- С.28.

20. **Касенова Ж.М.** Физическое моделирование внутрипластового нагрева угольного пласта /Ермагамбет Б.Т., Мартемьянов С.М., Касенова Ж.М., Бухаркин А.А. // Проблемы современной науки и образования. 2019 г.- № 3 (136). - С.5-10 (РИНЦ, Импакт-фактор -1,72).

21. **Kasenova Zh.M.** Modeling of subterranean heating of coals of Maykuben and Ekibastuz basins /Ermagambet B.T., Remnev G. E., Martemyanov S.M., Kasenova Zh.M., Bukharkin A.A. // Международный Российско-Казахстанский Симпозиум «Углекислотная и экология Кузбасса Кемерово. 7-10 октября.- 2019. - С.20.

22. **Касенова Ж.М.** Применение газа из угля альтернативное решение в повышении энергоэффективности и экологичности предприятий /Ермагамбет Б.Т., Бектурганов Н.С., Зейнуллин А.А., Касенова Ж.М., Нургалиев Н.У.// Международная научно-практическая конференция «Инновации в области естественных наук как основа экспортоориентированной индустриализации Казахстана», посвященной 10-летию Казахстанской национальной академии естественных наук и 25-летию Национального центра по комплексной переработке минерального сырья Республики Казахстан» - 2019. -С.116-120.

23. **Касенова Ж.М.** Теплоемкость золы угля месторождения «Каражыра»/ Ермагамбет Б.Т., Касенов Б.К., Нургалиев Н.У., Касенова Ж.М., Сыздыкова А.А. // Международная научно-практическая конференция «Инновации в области естественных наук как основа экспортоориентированной индустриализации Казахстана», посвященной 10-летию Казахстанской национальной академии естественных наук и 25-летию Национального центра по комплексной переработке минерального сырья Республики Казахстан». - 2019 - С.468-470.

24. **Касенова Ж.М.** Испытания электрофизического нагрева угля на открытом участке пласта угольного разреза «Богатырь» /Ермагамбет Б.Т., Касенова Ж.М., Мартемьянов С.М., Бухаркин А.А.// Рецензируемый научный журнал «Тенденции развития науки и образования». Август 2020 г. №64, Часть 2, Изд. НИЦ «Л-Журнал», 2020. – С.126-131. (IF-0,072, РИНЦ)

25. **Касенова Ж.М.** Физическое моделирование и опытные испытания подземного нагрева угольного пласта / Ермагамбет Б.Т., Мартемьянов С.М., Касенова Ж.М., Бухаркин А.А., Нургалиев Н.У. // Научно-практическая конференция «Угольная теплоэнергетика в Казахстане: проблемы, решения и перспективы развития»: Сборник тезисов выступлений, 27-28 февраля 2020 года, Нур-Султан / Под общей ред. д.т.н. Сулейменова К.А. – NURIS, 2020.- С.90-94.

26. **Касенова Ж.М.** Опытные испытания подземного нагрева пласта на угольном месторождении «Богатырь»/ Касенова Ж.М., Ермагамбет Б.Т., Мартемьянов С.М., Бухаркин А.А., // Сборник тезисов X Международного Российско-Казахстанского Симпозиума «Углекислотная и экология Кузбасса», посвященного 300-летию Кузбасса, г.Кемерово. – 12-13 июля 2021г., - С.42

Монографии

27. Ермағамбет Б.Т., Нургалиев Н.У., Казанкапова М.К., Касенов Б.К., **Касенова Ж.М.**, Холод А.В., Сайранбек Ә., Абылгазина Л.Д. Современные технологии комплексной переработки горючих сланцев Казахстана. Монография / – Астана, издательство «Шаңырақ медиа», 2017. – 164 с.

28. Ермағамбет Б.Т., Касенов Б.К., Нургалиев Н.У., **Касенова Ж.М.**, Набиев М.А., Шалабаев Ж.А. Технологии глубокой переработки углей Казахстана. Монография / – Dusseldorf, Germany: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2017. – 158 с.

29. Ермағамбет Б.Т., **Касенова Ж.М.**, Мартемьянов С.М., Бухаркин А.А., Казанкапова М.К. Технология подземной газификации угля путем электронагрева, Монография / – Нур-Султан, издательство «Шаңырақ медиа», 2020. - 121 с.

30. Казанкапова М.К., Ермағамбет Б.Т., **Касенова Ж.М.** Пористо-углеродные материалы на основе углеродсодержащего сырья, Монография / – Нур-Султан, ИП «Булатов А.Ж.», 2020. - 387 с.

По итогам обсуждения научного семинара принято следующее заключение:

Диссертационная работа Касеновой Ж.М. «Пиролитическая декомпозиция углей месторождений Казахстана при подземном нагреве» выполнена на высоком научном уровне. Работа содержит итоги многолетнего исследования в области термического разложения угля, процесса пиролиза с целью получения высококалорийного синтез газа.

Данная диссертационная работа рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности **01.04.14 – Теплофизика и теоретическая теплотехника.**

Заключение принято на заседании научного семинара лаборатории термохимических процессов ТОО «Института химии угля и технологии».

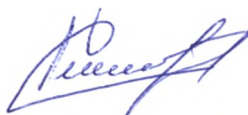
Присутствовало на заседании 10 человек. Результаты голосования: «за» 10 чел., «против» нет, «воздержалось» нет, протокол № 5 от 07.06 2021 г.

Председатель научного семинара
д. х.н., академик КазНАЕН:



Б. Ермағамбет

Секретарь научного семинара
доктор PhD, ВНС:



М. Казанкапова