

**Ошский государственный университет**

**Жалал-Абадский государственный университет имени Б. Осмонова**

Диссертационный совет Д 05.22.651

На правах рукописи  
**УДК 662.84**

**Сабиров Батырбек Зулумович**

**Разработка технологии получения композитного твердого топлива на  
основе отходов угледобычи с активированными связующими**

05.17.06 – технология и переработка полимеров и композитов

**Автореферат**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

**Ош – 2024**

**Работа выполнена** в научно-исследовательской лаборатории “Топливные ресурсы и переработка угля” института природных ресурсов имени А. С. Джаманбаева Национальной академии наук Кыргызской Республики

**Научный руководитель:** **Ташполотов Ысламидин**  
доктор физико-математических наук, профессор, профессор кафедры “Экспериментальная и теоретическая физика” Института математики, физики, техники и информационных технологий Ошского Государственного Университета, г. Ош

**Официальные оппоненты:** **Айдаралиев Жанболот Качкынбаевич**  
доктор технических наук, профессор, профессор Кыргызского государственного технического университета имени И. Раззакова, г. Бишкек

**Тиллаев Абдулхафиз Тошевич**  
кандидат технических наук, старший научный сотрудник Ташкентского научно-исследовательского института химической технологии, г. Ташкент

**Ведущая организация:** Кафедра химии и химической технологии Ошского технологического университета имени М. Адышева, адрес: Кыргызская Республика, 723503, город Ош, ул. Исанова 81.

Защита диссертации состоится 7 июня 2024 года в 14:30 часов на заседании диссертационного совета Д 05.22.651 при Ошском государственном университете и Жалал-Абадском государственном университете имени Б. Осмонова по адресу: 723500, Кыргызская Республика, г. Ош, ул. Ленина, 331. Ссылка для доступа к видеоконференции защиты диссертации: <https://vc.vak.kg/b/052-pvt-luj-9ih>.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеках Ошского государственного университета (723500, г. Ош, ул. Ленина 331), Жалал-Абадского государственного университета им. Б. Осмонова (720906, г. Жалал-Абад, ул. Ленина 57), в Национальной библиотеке Кыргызской Республики имени А. Осмонова (720004, г. Бишкек, ул. Абдрахманова, 208) и на сайте Национальной аттестационной комиссии при Президенте Кыргызской Республики [https://vak.kg/diss\\_sovety/d-05-22-651/](https://vak.kg/diss_sovety/d-05-22-651/).

Автореферат разослан 6 мая 2024 года.

Ученый секретарь  
диссертационного совета  
к.ф.-м.н., доцент



Бекешов Т.О

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы диссертации.** Опыт многих стран показывает, что потребность в топливе может быть покрыта за счет вовлечения в топливно-энергетический баланс низкосортного сырья (бурого угля, биомассы и др.). Однако, низкие теплотехнические и прочностные характеристики такого сырья приводят к высоким эксплуатационным затратам при сжигании традиционными способами. В результате этого энергетическое использование низкосортного сырья встречается крайне редко.

В связи с вышеизложенным исследование проблемы вовлечения в топливно-энергетический баланс и повышение экономической эффективности использования низкосортного сырья в виде композитного твердого топлива является *актуальной задачей* теплоэнергетики.

В настоящее время на территории Кыргызской Республики известны около 70 месторождений и углепроявлений<sup>1</sup>, которые группируются в четыре бассейна (Южно-Ферганский, Узгенский, Северно-Ферганский, Кавакский) и три угленосных района (Алайский, Алабука-Чатыркульский и Южно-Иссыккульский). В ходе добычи углей они частично превращаются (более 50%) в нетоварный вид угля – мелочи и отходы. Более качественные и кусковые угли реализуются в рынках, в промышленности, а отходы остаются вместе с отвалами на местах и накапливаются, что необходимо решить рационального их использования.

Одним из основных направлений рационального использования угольных отходов является получение композитного твердого топлива (КТТ) (брикеты).

Основоположниками теории и практики брикетирования углей являются Франк Г. и Кегель К. (1909, 1948), Питч Вольфганг Б. (2002-2005), Елишевич А. Т. (1972-1990), а также по данной проблеме занимались Крохин В. Н. (1969-1974), Хотунцев Л. Л. (1960), Акопов М. Г. (1955), Пахалок И. Ф. (1952), Лурия В. Г., Лурье Л. А. (1961), Шпирт М. Я., Рубан В. А. (1990), Джаманбаев А. С., Баймендиева А. Ш. (1983-1991), Текенов Ж. Т. (1987-2010), Курманкулов Ш. Ж. (1992-2007), Исманжанов А. И. (2008, 2016), Ташполотов Ы. (2005, 2018) и др.

Однако ситуация с брикетной продукцией на рынке угля далеко не простая. Брикет как товарный продукт оказывается в одной рыночной нише с конкурентным сортовым углем при значительно большей себестоимости из-за дороговизны оборудования. Об этом свидетельствует опыт производства и распространения брикетов корейской фирмой «Йонтань» (Корея) в г. Бишкек, которая не нашла пока популярности и распространения среди населения сельской местности. Сегодня потребителю нужно топливо, дешевая по цене и не уступающая в качестве с кусковым углем.

В научно-технической литературе недостаточно сведений о природе эффекта увеличения прироста прочности и улучшения качества брикета,

---

<sup>1</sup> Солпуев Т. Угольные месторождения Кыргызской Республики (справочник) / Солпуев Т. - Бишкек: "Наси" (Мин Гео КР), 1996. – 511 с.

теоретических предпосылок и достоверных результатов влияния различных факторов на качество брикета, например, модифицирование или активация используемых в качестве связующего материала глины, различных гуматов, а также использовании в качестве связующих продуктов терморастворения угля и т.д.

В связи с этим, разработка технологии получения композитного твердого топлива на основе отходов угледобычи на основе доступных связующих материалов – глины, продукты терморастворения углей, нефтяные отходы, гуматы окисленных углей являются актуальными для топливно-энергетической отрасли Кыргызстана.

**Связь темы диссертации с приоритетными научными программами и основными научно-исследовательскими работами.** Диссертационная работа выполнена в соответствии с планами научно-исследовательских работ Института природных ресурсов им. А. С. Джаманбаева Южного отделения Национальной академии наук Кыргызской Республики по темам: «Разработка технологии получения композиционного топлива на основе природных ресурсов» и «Разработка и внедрения высокоэффективных ресурсосберегающих технологий и технических средств по использованию природно-сырьевых ресурсов Южного региона Кыргызской Республики».

**Цель и задачи исследования.** Разработка технологии получения композиционного твердого топлива на основе отходов угледобычи КР с использованием активированных связующих (лессовой и бентонитовой глины, гуматов из окисленных углей, вещества при терморастворении углей) и экспериментальное определение условий и характеристики сжигания топлива для управления процессами их горения.

Задачи исследования:

1. Выбор объекта исследования - отходов угледобычи угольных месторождений юга Кыргызстана и их связующих;
2. Исследования свойств углей юга Кыргызстана и процессы терморастворения углей для получения связующих веществ;
3. Использование гуминовых веществ для получения КТТ в качестве связующих угольных отходов;
4. Механическая и химическая активация глины и его суспензии в качестве связующего для получения КТТ из углеотходов КР;
5. Влияние физико-технических параметров (влажность, температура шихты, дисперсный состав и время и давления сжатия смеси) на технологические процессы получения КТТ;
6. Экспериментальное определение технологических условий и режимы сжигания КТТ с целью управления процессами горения;
7. Определение технико-экономических показателей технологии получения КТТ из отходов угледобычи с активированными связующими.

## **2. Научная новизна работы**

- разработана технология термического растворения углей КР при

атмосферном давлении с использованием растворителей и исследованы его влияние на характеристики КТТ.

- впервые установлено возможность применения гуминовых веществ в качестве связующего для получения КТТ из отходов угледобычи КР;

- разработана технология получения КТТ из бурых углей с использованием комбинированных связующих из глины и гуматов (натрия и силиката натрия);

- впервые апробирована и разработана технология получения КТТ с улучшенными физико-механическими характеристиками за счёт механической и химической активации бентонитовой и лессовой глины и их суспензии;

- показана возможность управления процессами горения КТТ за счет изменения концентрации связующих и объема подачи воздуха в устройствах для сжигания;

- определено технико-экономическое обоснование (ТЭО) получения КТТ из углеотходов КР с использованием отечественных связующих.

#### **Практическая значимость полученных результатов:**

Результаты проведенных исследований используются для разработки ТЭО, создания и размещения производств, технологий и разработки новых топочных устройств.

Разработана технологии выпуска угольных брикетов с улучшенными физико-механическими характеристиками за счёт использования активированной глины.

#### **Экономическая значимость полученных результатов:**

Использование отходов и некондиционной части угледобычи, активированными минеральными связующими в получении композиционного твердого топлива (КТТ), покрывают дефицит кускового угольного топлива, снижает основные расходы на импортные связующие вещества.

Получение КТТ на основе активированных минеральных связующих – наиболее экономичный путь утилизации отходов угледобычи. Стоимость 1 тонны КТТ составляет 4193 сом, что дешевле на 30% естественного кускового угля.

#### **Основные положения диссертации, выносимые на защиту:**

- технология термического растворения углей КР и его влияние на параметры композиционного твердого топлива (КТТ);

- возможность использования гуминовых веществ в качестве связующего для получения КТТ из отходов угледобычи КР;

- технология получения КТТ из бурых углей с использованием комбинированных связующих из глины и гуматов (натрия и силиката натрия);

- физико-технические характеристики КТТ, полученной на основе активированной бентонитовой и лессовой глиной и их суспензии.

- управления процессами эффективного сжигания КТТ в режимах медленного и форсированного горения.

**Личный вклад соискателя.** Основные результаты диссертационной работы: анализ литературных и патентных исследований; организации и

участии в технологических исследованиях угольных проб и образцов битума, полученного терморазложением угля, глины, гуматов; определении состава угольного брикета; разработке технологической схемы и установлении рациональных параметров брикетирования угля; анализе и обработке полученных результатов проведены автором лично. Используемые в диссертации экспериментальные результаты, опубликованные в соавторстве, получены при непосредственном участии автора, а в обсуждении результатов и оформлении статей участвовали Текенов Ж. Т., Ташполотов Ы., Цой А. В., Джапарова Ш., Арзиев Ж. А., Асанов А. А. и др.

**Апробации результатов диссертации.** Основное содержание работы и ее отдельные положения докладывались, обсуждались и получили положительную оценку на:

–международной научно-практической конференции “Наука и инновационные технологии-основа развития Кыргызской Республики” посвященная году развития регионов и цифровизации страны и 70-летию со дня рождения д.т.н., профессора Арзиева Ж. Конференция организована ОшТУ совместно с ИПР 11-октября 2019года.

–международной научно-практической конференции «Химия и металлургия комплексной переработки минерального сырья», посвященной 90-летию выдающегося ученого, Академика АН КазССР, лауреата государственной премии СССР Букетова Евнея Арстановича. Химико-металлургическом институте им. Ж. Абишева. 25-26 июня 2015 г., г. Караганда Республика Казахстан.

–международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию академика НАН КР, председателя Ассамблеи Народов Кыргызстана, лауреата Госпремии КР, Заслуженного работника образования КР, государственного и общественного деятеля Б. Мурзубраимова на тему: “Роль науки и образования в современных условиях глобализации”, Ош, 2015г.

–XIV Международной научно-практической конференции «Современное состояние естественных и технических наук» Москва, 2014г.

–круглом столе «Роль рынка угля в проведении отопительного сезона» организованного с ОФ «Юнисон» и Наблюдательным советом при Министерстве энергетики КР (НС ИПТЭК) 28 августа 2013 года в городе Ош.

–в работе третьей региональной выставки - конкурса «Энергосбережение и технологии вторичного использования ресурсов - 2012» (г. Чкаловск, Таджикистан), выступил с докладом «Технология получения и сжигания формованных угольных брикетов (ФУБ) на круглом столе «Вторичное использование ресурсов» и награжден дипломом. 31.05 - 2.06. 2012 г.

–международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы науки, техники и технологии», организованный Ошским технологическим университетом 8-9 июня 2012 г.

–международной научно-практической конференции «Адышевские чтения. Современные проблемы изменения климата и разрушения озонового слоя»,

посвященной 20-летию принятия Монреальского протокола по веществам, разрушающий озоновый слой. ОШТУ 18-19 май 2007г.

**Публикации по теме диссертации.** По результатам исследований опубликованы 13 статей в рецензируемых изданиях, входящих в перечень НАК КР [3-8, 10-13], зарегистрированных в РИНЦ, получен 1 патент на изобретения [14]. Среди них [1,2,9] статьи, опубликованы в журналах Российской Федерации. В журналах было опубликовано 2 статьи [1,2] с импакт-фактором более 0,1 в РИНЦ, индексируемых в базах данных ISSN. Общая оценка составила 130 баллов.

**Структура и объем диссертации.** Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, списка использованных литературных источников и приложений. Объем работы составляет 180 страниц, включая 37 рисунков, 54 таблицы, список использованных литературных источников из 175 наименований и приложений.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

**Во введении** излагается состояние вопроса, обоснована актуальность темы, определены цели и задачи исследования, основные научные положения работы, а также приведены научная и практическая значимость полученных результатов.

**I - глава “Состояние вопроса и задачи исследований: технологии получения композитного твердого топлива на основе углей с применением связующих”** посвящена анализу современного состояния и перспективам использования композитных твердых топлив (КТТ) в топливно-энергетической отрасли. Литературный анализ показал, что многие вопросы по использованию некондиционных угольных отходов, такие как разработка технологических регламентов брикетирования угольной мелочи применительно к конкретным разрабатываемым месторождениям, остаются недостаточно изученными. Не в полной мере рассматриваются проблемы комплексной переработки и эксплуатации бурого угольных месторождений. Недостаточно исследован вопрос изготовления брикетированного топлива, полученного с привлечением неорганических связующих материалов в частности, глины, лессового суглинка, а также ограничено рассмотрено влияние предварительной механической активации глин на прочность получаемого брикета.

Исходя из вышесказанного в работе рассматриваются возможности увеличения удельной поверхности, поверхностной энергии связующего вещества топливного брикета за счет его механической и физико-химической активации.

**В главе 2 «Методы исследований. Характеристики исходных материалов»** приведены исходные материалы для получения КТТ такие как бурые угли, угольные отходы месторождений Жатан, Кожо-Келен и Кызыл-Булак, а так же связующие для формирования брикетов - битум полученный терморазложением угля, гуматы, лессовидные суглинки, бентонитовая глина.

Техническая характеристика исследуемых углей по сравнению с характеристиками угля месторождения Кызыл-Кия (как наиболее изученная в технологическом отношении) приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Технические характеристики исследуемых углей

Месторождение угля	Выход, % на <sup>daf</sup>			Элементный состав, % на <sup>daf</sup>					Q <sub>n</sub> <sup>daf</sup> МДж/кг (ккал/кг)
	W <sup>a</sup>	A <sup>a</sup>	V <sup>daf</sup>	C <sup>o</sup>	H <sup>o</sup>	N <sup>o</sup>	S <sup>o</sup>	O <sup>o</sup>	
Жатан (рядовой)	10,1	14,3	46	72,5	5,3	1,1	2,3	18,8	19,2 (4600)
штыб Жатанского угля	11,4	21,5	44	68,4	4,6	0,9	1,8	24,3	16,75 (4000)
Кожо-Келен	8,7	10,4	47	77,5	5,5	1,3	0,6	15,1	21,5 (5150)
штыб Кожо-Келенского угля	9,1	16,8	43	74,7	4,1	1,3	0,7	19,2	17,58 (4100)
Кызыл-Кыя	10,2	11,7	41,5	76,3	4,9	0,8	1,0	17,0	21,1 (5050)
штыб Кызыл-Кийского угля	8,6	17,2	39	70,5	4,3	1,2	0,9	23,1	17,58 (4200)
Кызыл-Булак	7,8	9,1	44	78,3	5,1	1,4	0,9	14,3	20,5 (4900)
штыб Кызыл-Булакского угля	8,5	12,4	47	72,9	3,9	1,1	0,9	21,2	15,07 (4200)

По результатам анализа видно, что уголь месторождения Жатан отличается высокой зольностью, которая в рядовом угле составляет 14,3%, а в мелочи 21,5%. Также угольные мелочи отличаются низкой теплотворной способностью по сравнению с рядовым углем.

Для исследования технологических свойств вышеперечисленных углей применяли метод термической деструкции (пиролиз) с использованием научно-экспериментальной установки, схема которой представлена на рис. 1 (схема научно-экспериментальной установки).

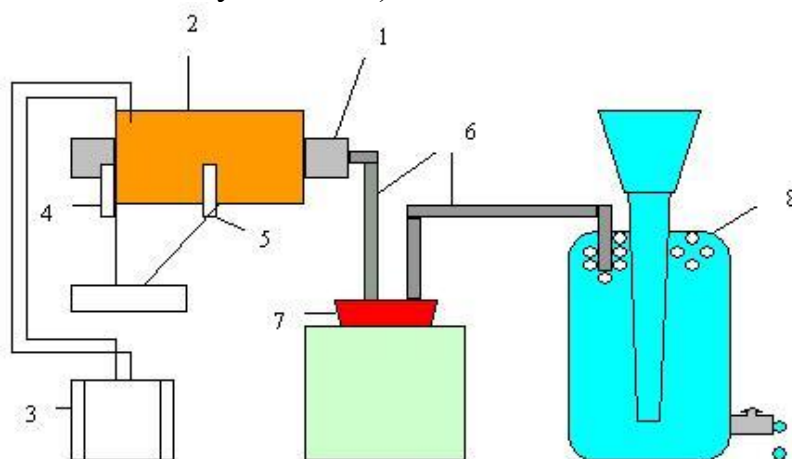


Рисунок 1 – Схема научно-экспериментальной установки.

1-реактор, 2-электропечь, 3-автотрансформатор, 4-термопара в печи, 5-термопара в реакторе, 6-трубка, 7-колба, 8-газометр



Реактором служила кварцевая трубка 1 диаметром 20 мм и длиной 300 мм. Обогрев реактора осуществлялся электропечью 2, работа которой регулировалась автотрансформатором 3. Температура замерялась хромель-алюмелевыми термопарами: в электропечи термопарой 4, установленной между внутренней стенкой печи и наружной стенкой реактора, и в реакторе – термопарой 5. Парогазовая смесь продуктов разложения исследуемых топлив отводилась из реактора по газоотводной трубке 6.

Трубка соединялась с конденсатором 7 для сбора жидких продуктов разложения в колбу емкостью 250 мл. Охлаждение колбы осуществлялось путем погружения ее в бачок со льдом. После конденсации газ собирали в газометре 8. Для определения состава газа применяли газоанализатор марки ГХЛ-2.

В таблице 2 приведены результаты пиролиза углей по выше описанной методике.

Таблица 2 – Результаты исследований выхода продуктов пиролиза углей месторождений Жатан, Кожо-Келен, Кызыл-Булак и Кызыл-Кия

Месторождения угля	Выход продуктов пиролиза, в %			
	Твердый остаток	Смола	Пиро генетическая вода	Газ, потери
Жатан	77,5	3,3	5,8	13,4
Кожо-Келен	78	4,1	5,1	11,8
Кызыл-Кыя	76,7	4,2	6,3	12,8
Кызыл-Булак	79,1	4,8	9,2	6,7

На рисунке 2 показано содержание углерода в твердых остатках полученных при различных температурах и различных скоростях нагрева Жатанского угля в весовых процентах.

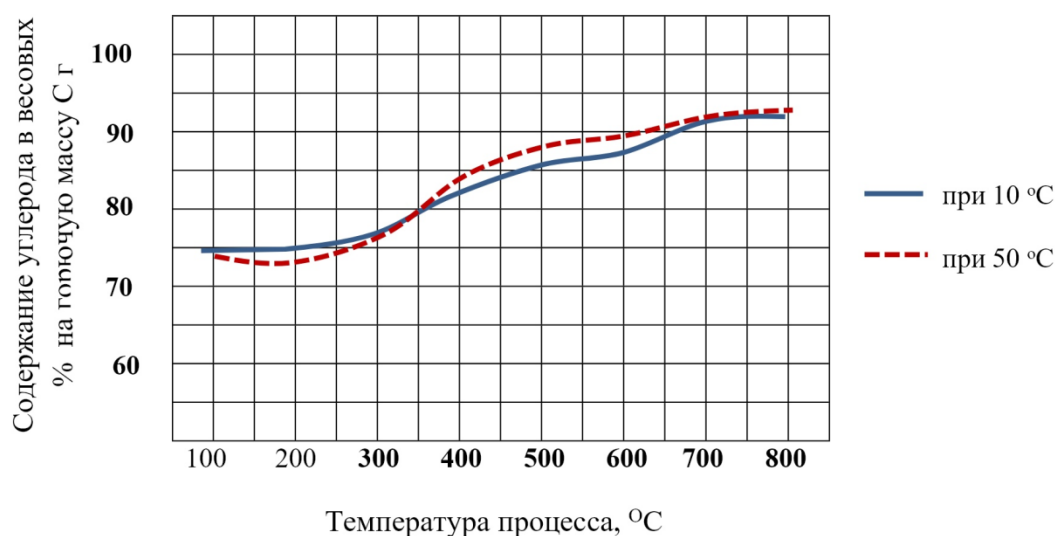


Рисунок 2 – Содержание углерода в твердых остатках полученных при различных скоростях нагрева Жатанского угля в весовых процентах

Были установлены зависимости выхода газообразного продукта от температуры процесса пиролиза. Результаты приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Зависимость выхода газообразного продукта от температуры процесса пиролиза

№ п/п	Месторождение испытываемого угля	Температура процесса °С							
		100	200	300	400	500	600	700	800
		Выход газа в %							
1	Жатан	2,7	5,5	7,4	10,6	13,2	14,6	15,3	16,5
2	Кожо-Келен	2,1	4,8	7,0	8,7	11,5	14,2	16,6	19,1
3	Кызыл-Кия	1,2	5,6	8,1	9,3	12,8	13,6	14,3	16,4
4	Кызыл-Булак	1,1	2,7	3,3	4,8	6,4	7,7	8,1	8,6

Выход газообразного продукта зависит от температуры процесса пиролиза. Исследование пиролиза в интервале 100°С до 800°С показал, что с повышением температуры выход газа возрастает.

Проведены исследования по получению битума методом терморастворения угля с нефтяным остатком.

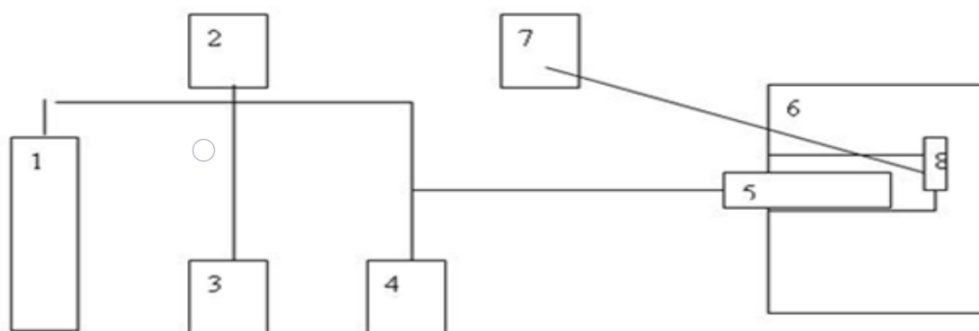


Рисунок 3 – Блок схема установки для терморастворения угля.

1-Баллон углекислого газа, 2-Манометр, 3-Редуктор, 4-Рессивер, 5-Реактор, 6-Печь для нагрева, 7-Терморегулятор, 8-Термопара

Блок схема установки показана на рисунке 3. Нами исследованы влияния температуры, времени реагирования и массы катализатора на выход продуктов и на качество получаемого битума в процессе терморастворения углей. Угли месторождений Кожо-Келен, Кызыл-Булак и Жатан подвергли терморастворению с мазутом. Для определения оптимальной температуры процесса терморастворения при обычной атмосфере, температура испытания задана от 320 до 420°С.

Полученный продукт при этих температурных интервалах подвергали к перегонке, для отделения светлых фракций кипящих до 200°С и до 350°С. Результаты исследований показаны ниже в таблице 4.

Таблица 4 – Влияние температуры на выход терморастворенного угля.

Смесь	Температура, °С	Выход продуктов (массовая доля), %			
		Газ	Фракция, кипящая		Остаток дистилляции
			до 200 °С	200—350 °С	
Кожо-Келен	320	14,7	2,9	3,4	79,0
	340	15,5	3,2	3,6	77,7
	360	20,0	3,8	4,9	71,3
	380	20,3	3,5	5,3	70,9
	400	20,8	3,3	6,2	69,7
	420	23,4	3,1	4,6	68,9
Кызыл-Булак	320	12,4	3,3	5,5	78,7
	340	13,1	3,4	5,5	78,0
	360	14,8	3,8	5,8	75,6
	380	17,5	4,2	5,4	72,9
	400	19,4	3,8	5,3	71,5
	420	20,6	3,2	4,3	71,9
Жатан	320	13,7	3,4	4,6	78,3
	340	14,6	3,7	5,2	76,5
	360	16,1	4,3	5,8	73,8
	380	17,5	4,6	4,5	73,4
	400	18,9	4,9	4,2	72,0
	420	20,4	4,4	4,3	70,9

В таблице 4 приведены результаты влияния температуры терморастворения угля на выход продуктов, образующихся в процессе термической обработки в среде водяного пара высококипящих фракций.

Показано, что с повышением температуры процесса наблюдается рост массовых долей выхода газа (Кожо-Келен, Кызыл-Булак и Жатан). Выход фракций кипящих до температуры 200°С, увеличивается до температуры 360-380°С, фракций до температуры 350°С также увеличивается до температуры 360-380°С, затем идет снижение. Основным продуктом превращения является остаток дистилляции, выход которого в выбранном интервале температур процесса изменяется от 79,0 до 68,9 % (Кожо-Келен), от 78,7 до 71,9% (Кызыл-Булак), от 78,3 до 70,9% (Жатан).

Температура 380°С считается оптимальным для этого процесса, так как при этих условиях заметны максимальное значение растяжимости продукта, характеризующее когезионную прочность битума.

**Глава 3. “Разработка технологии получения КТТ с использованием битума, глины и гумата”** посвящена разработке технологии получения КТТ на основе битума, глины и гумата.

В данном разделе работы исследована возможность получения КТТ из бурых углей месторождений Кызыл-Булак, Кожо-Келен и Жатан со связующим - битумом, полученного терморастворением угля с нефтяным остатком, в

зависимости от следующих факторов: крупности, влажности угля, давления прессования и температуры подогрева шихты.

Основные физико-механические характеристики нефтяного битума и битума полученного терморастворением угля в лабораторных условиях представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Физико-механические характеристики битума нефтяного и битума полученного путем терморастворения угля.

Параметр	Битум нефтяной	Битум полученный терморастворением угля и нефтяного остатка
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	1045-1060	1150-1180
Пенетрация при 25°С, мм	15-20	8-10
Растяжимость при 25°С, см	5-7	3-5
Когезия при 25°С, Н/м <sup>2</sup>	(1,55-1,65)·10 <sup>5</sup>	(1,40-1,50)·10 <sup>5</sup>
Температура, °С:		
Размягчения	70-75	75-80
Плавления	102-103	105-108
вспышки	210-220	230-240
Вязкость, Па·с:		
При 100°С	50-80	40-60
При 200°С	0,5-1	0,7-1

В работе установлены минимальные количества связующего, которое необходимо ввести в шихту для получения механически прочного КТТ.

В результате определен оптимальный гранулометрический состав шихты для получения КТТ: содержание класса более 6 мм – 2-3 %, 3-6 мм – 24-28 %, 1-3 мм – 27-35 %, 0-1 мм – 38-45 мм.

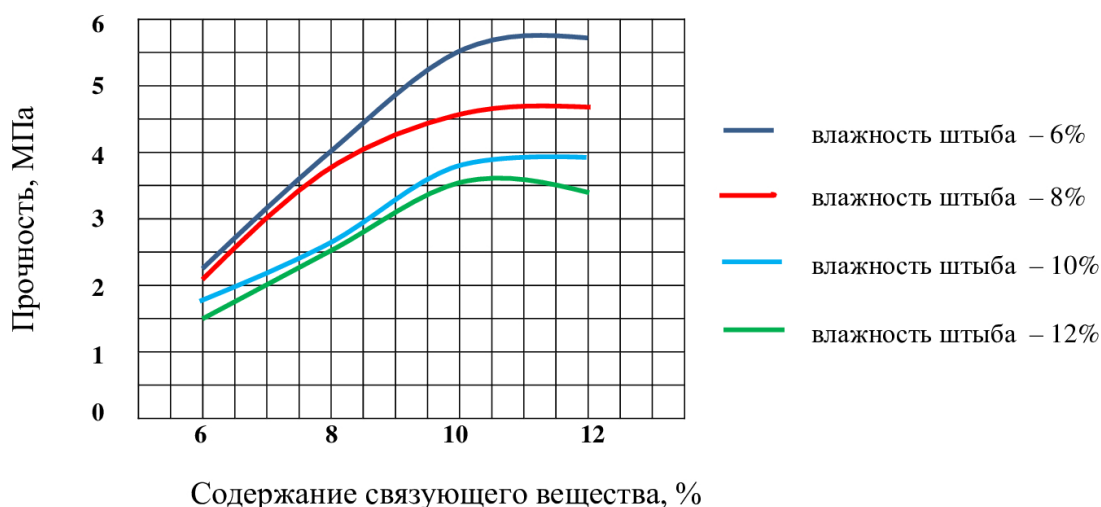


Рисунок 4 – Зависимость прочности брикетов от содержания связующего при разных влажностях штыба.

Определены зависимости прочности КТТ от крупности угля (брикетированию подвергалась угольная мелочь классов 0-6,0мм, 0-3,0мм и 0-1,0мм) и давления прессования (10, 15, 20 и 25 МПа), при содержании битума в количестве 10%. Температура шихты и пресс формы составил 100<sup>0</sup>С.

На рисунке 4 показана зависимость прочности КТТ от содержания связующего – битума при различных влажностях брикетируемых углей.

Установлено, что при расходе битума от 10 до 12% отформованные брикеты имеют прочность, достаточную для того, чтобы брикет не разрушился при транспортировке к месту складирования.

На основе полученных экспериментальных данных разработана технологическая схема производства буроугольных брикетов (рисунок 5).

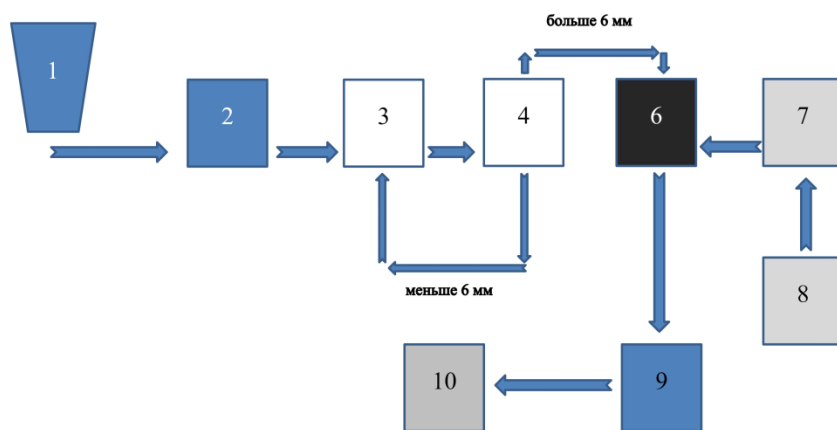


Рисунок 5 – Технологическая схема получения КТТ со связующим битумом (полученный терморастворением угля)

1-Бункер, 2- Конвейер, 3- Дробилка, 4- Сушильная установка, 5- Смеситель шихты, 6- Форсунка битума, 7-Битум нагреватель, 8-Пресс, 9-Композиционное твердое топливо

Угольная мелочь 0-13 мм с бункера (1) на ленточном конвейере (2) поступает в дробильный цех (3), после измельчения угли размером меньше 6мм транспортируются в сушилку (4), а больше 6мм возвращают обратно на дробление. Сушка осуществляется до воздушно-сухого состояния углей. Высушенную угольную шихту с температурой 50-60<sup>0</sup>С направляют в смеситель шихты (5), с помощью форсунки (6) подается горячий битум в расчете 7-8% битума от массы угольной шихты. Разогретый до 150<sup>0</sup>С битум получают в битум нагревающем аппарате (7). Горячая шихта поступает в штемпельный пресс (8). Угольная шихта брикетируется под давлением, развиваемом штемпельным прессом (более 50 МПа). Брикеты из Кызыл-Булакского, Кожо-Келенского углей, полученные по этой технологической схеме, согласно разработанной технологии, механически прочны (0,1-3,0 МПа) водостойчивы (остаточная прочность после 2-х часового пребывания в воде составляет более 40%) и термоустойчивы (не разрушаются в процессе горения в муфельной печи при 800<sup>0</sup>С).

Механическая активация бентонитовой глины проводили в шаровой мельнице, размер фракций после измельчения составил 0,075 - 0,250мм. Затем глину суспензируют водой до влажности 40-60%, при интенсивном перемешивании в глиномешалке добавляют активатора.

Эксперимент заключался в обработке щелочноземельных бентонитов карбонатом натрия в различных условиях. Реагент добавляли в количестве 1, 2 и 3% от общей массы навески. Максимальный эффект замещения наблюдается при 3%-ной добавке реагента.

Таблица 6 – Характеристика глины

Характеристика	До активации	После активации
Влажность,%	6,3	8,4
Содержание песка,%	0,15	0,05
Удельный вес (плотность) при вязкости 25с, г/см <sup>3</sup>	1,18	1,26
Водоотдача при вязкости 25с, г/см <sup>3</sup>	14	18
Выход глинистого раствора при вязкости 25с, г/см <sup>3</sup>	3,5	4,2

Наиболее технологичной является введение связующего в виде его 20-25%-ного водного раствора. При этом можно легко получить необходимую влажность шихты, которая считается оптимальным при  $W_{ш.} = 18-25\%$ . При меньшей концентрации связующего наблюдается увеличение влажности шихты, большее набухание частиц угля, и как следствие, уменьшение сил сцепления между ними при прессовании.

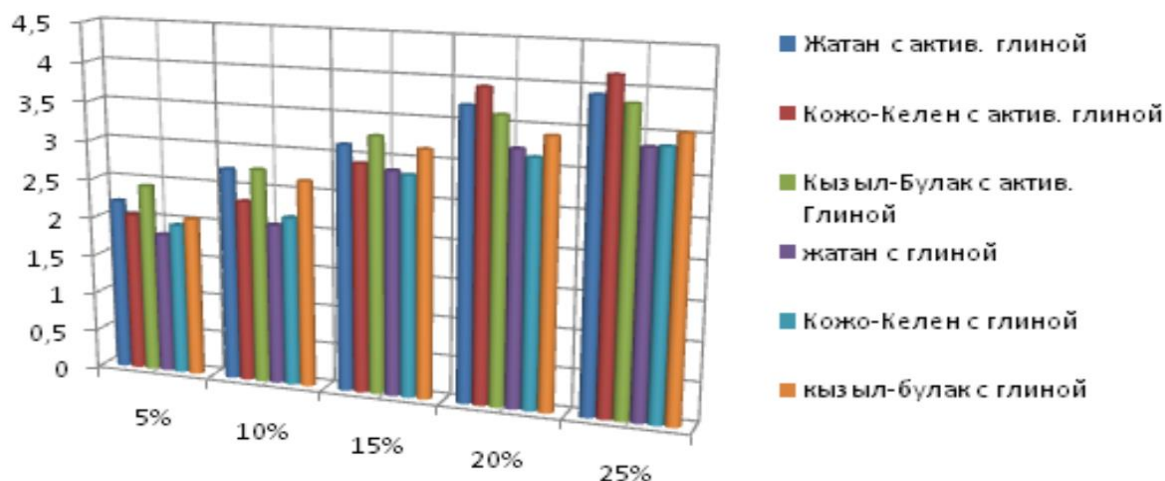


Рисунок 6 – Зависимость прочности Р КТТ от концентрации активированной бентонитовой глины, а также без активации в шихте.

На рисунке 6 приведены зависимости прочности Р и теплотворности  $Q_{нКТТ}$  (с различных месторождений угля) полученных с применением активированной бентонитовой глины и без его активации (давление прессования- до 10 МПа, исходная влажность шихты -18-25%).

Как видно из рисунка 6, прочность  $P$  топлива возрастает с ростом концентрации связующего материала. С ростом концентрации связующего от 5 до 25%, прочность полученных топлив из Жатанского угля растет с 2,21 МПа до 3,92 МПа, т.е. на 1,71 МПа, а для Кожо-Келенского угля - с 2,04 МПа до 4,16 МПа, для Кызыл-Булакского угля –с 2,43 МПа до 3,84 МПа.

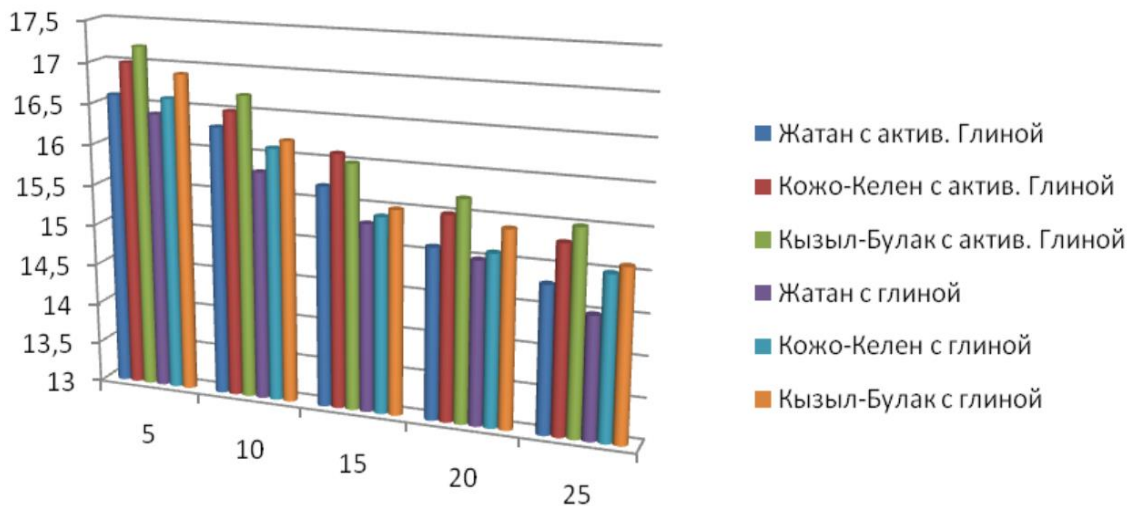


Рисунок 7 – Зависимость теплотворности  $Q_{KTT}$  от концентрации активированного бентонита, а также неактивированного бентонита.

На рисунке 7 приведена зависимости теплотворности  $Q_{KTT}$  (с различных месторождений угля) полученных с применением активированной бентонитовой глины и без его активации (давление прессования- до 10 МПа, исходная влажность шихты – 18-25%).

Теплотворная способность топлива с ростом концентрации связующего от 5 до 25% несколько уменьшается. Теплотворность  $Q_{KTT}$  полученных из Жатанских углей с активированной бентонитовой глиной, уменьшается с 16,6 МДж/кг до 14,8 МДж/кг, т.е. на 1,8 МДж/кг, а из Кожо-Келенских углей с 17,0 МДж/кг до 15,3 МДж/кг, на 1,3 МДж/кг. Также из Кызыл-Булакских углей с 17,2 МДж/кг до 15,5 МДж/кг, на 1,7 МДж/кг.

#### Исследование гуминовых веществ в качестве связующей добавки.

Перспективным является метод брикетирования с солями гуминовых кислот (гуматами). Усредненные данные прочностных характеристик брикетов полученных с различными гуматами, определенных методом сжатия, приведены таблице 7.

Таблица 7 – Прочностные характеристики угольных брикетов, определенные методом сжатия, МПа

Связующее	Водный раствор гуматов , (%)					
	0,1	1	2	5	7	10
Гумат натрия	2,44	2,61	2,67	2,50	2,51	2,70
Гумат аммония	3,10	2,70	2,10	2,70	2,90	3,00
Гумат силиката	2,60	2,80	3,20	3,10	-	-

Как видно из таблицы 7 в случае использования гумата натрия прочность брикетов увеличивается от 2,44 до 2,70 МПа, с увеличением его процентного содержания от 0,1% до 10%. В аналогичных условиях прочность гумата аммония колеблется в пределах 2,70-3,10 МПа. Для ГСК прочность брикетов, с увеличением концентрации связующего от 0,1% до 5% возрастает от 2,60 до 3,1 МПа.

**В четвертой главе “Исследование горения КТТ и управления их горения”** представлены технические характеристики биомассы и угля, результаты горения КТТ и параметры управления процессами их горения

Исследования включали в себя определение свойства местных видов биомассы и бурых углей; разработаны рецептуры и технологии получения композиционного топлива; определение параметров эффективного сжигания композиционного топлива; разработаны способов модернизации используемых населением слоевых печей с целью улучшения условий горения в них композиционного топлива.

Согласно разработанной технологии изготовили окускованное малоплотное биобуроугольное топливо (ОМБТ) в разных соотношениях биомассы и угля (таблица 8).

Таблица 8 – Окускованное малоплотное биобуроугольное топливо (ОМБТ) в разных соотношениях биомассы и угля

№ п/п	Показатели	Топливо			
		ОМБТ-1	ОМБТ-2	ОМБТ-3	ОМБТ-4
1.	Содержание биомассы в %	10			
	Ветки		5		
	Стебли кукурузы			5	
2.	Содержание угля, %	75	80	80	85
3.	Содержание связующего, %	15	15	15	15
4.	Прочность брикета, МПа	3	2,4	2,6	3,5

Эксперименты показали, что даже при суммарном количестве глинистого связующего в угле до 40%, ОМБТ является эффективным котельным и печным топливом, что позволяет решить задачу топливного использования: высокозольных угольных отсеков (с зольностью свыше 15-20%), которые из-за полного отсутствия на них спроса в больших объемах скапливаются на карьерах и считаются отходами угледобычи.

#### **Определение параметров эффективного сжигания КТТ**

На территории научно-производственной базы института КИПР ЮО НАН КР была построена крупномасштабная модель напольной печи - печь для обжига глиняных изделий. Проведены экспериментальные условия для



сжигания топлива. В таблице 9 приведены результаты обжига кирпича сырьца с ОМБТ.

Таблица 9 – Обжиг кирпича сырьца с ОМБТ

№ п/п	Вид использованного топлива	Температура внутри топки °С.			Температура в камере обжига, °С		
		3 час.	5 час.	10 час.	3 час.	5 час.	10 час.
1	ОМБТ-1	600	900	950	200	700	850
2	ОМБТ-2	570	800	930	180	580	790
3	ОМБТ-3	540	830	900	160	600	730
4	ОМБТ-4	560	860	950	180	660	800
5	Уголь штыб Жатан	450	670	800	120	440	620

В последующие 5 часов температура топочных газов на расстоянии 40 см от поверхности горящего слоя стабильно держалась в интервале 800÷900°С (ОМБТ-1,2,3,4) и 600-700°С (штыб), температура внутри рабочей камеры плавно повышалась от 200 до 700°С (ОМБТ-1,2,3,4) и от 120 до 450°С (штыб), в конце этого периода вся масса кирпича светилась темно-красным цветом. Было особо отмечено, что горение ОМБТ в форсированном режиме является экологически чистым - без дымовых, пылевых и серных выбросов, при минимуме потерь от механического и химического недожога. Твердые продукты сгорания топлива были в виде высококачественного шлака-аглопорита и обожженной глины.

#### **Управление горениями КТТ.**

Для бытовых нужд населения, для предприятий сельского хозяйства и для муниципальных котельных наиболее востребованным оказался КТТ под аббревиатурой - ФУБ (формованный угольный брикет).

Брикет ФУБ формируется двумя способами:

1. Способ изготовления вручную - послойная набивка смеси в съемную форму-опалубку, последующая распалубка сформованного брикета и сушка при температуре 20 -80°С (см. рисунок 8.).



Рисунок 8 – Послойная набивка смеси в съемную форму – опалубку, естественная сушка брикетов, складирование.

2. Механизированный способ - уплотнение смеси на специальном прессе, в пресс-форме, последующее выталкивание из нее сформованного брикета и сушка при температуре 20 - 80°C (см. рисунок 9).

Испытания горения брикетов проводили в отопительных печах слоевого сжигания.

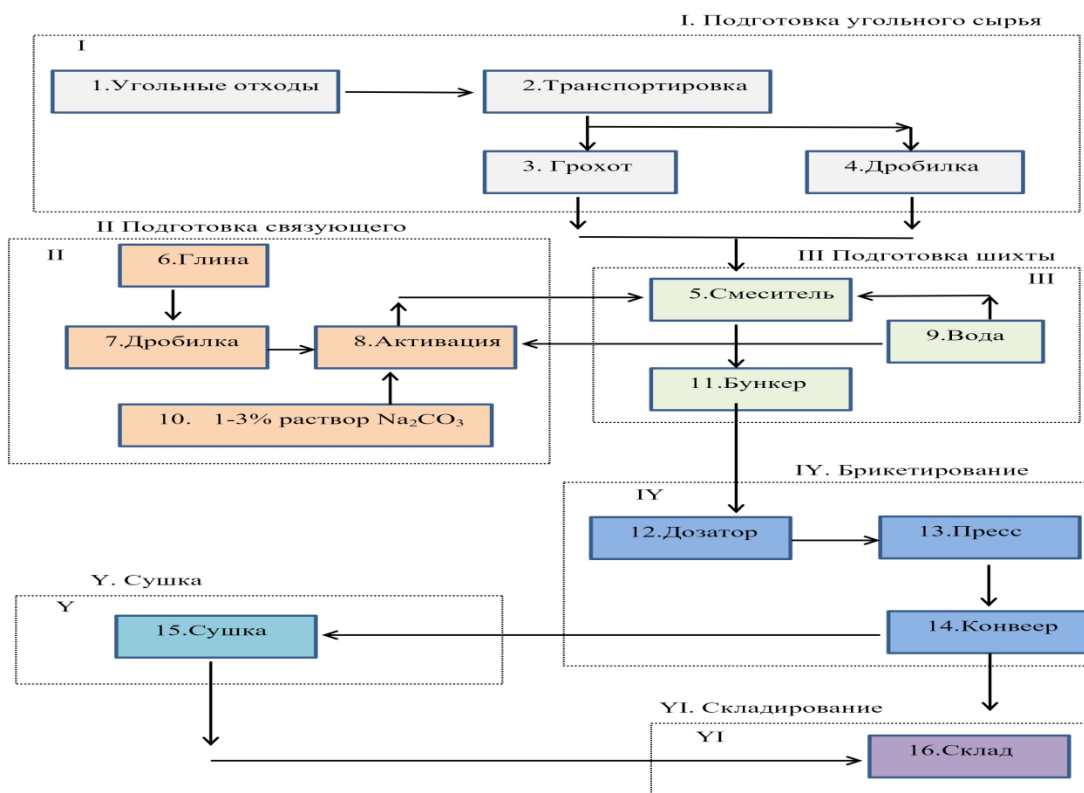


Рисунок 9 – Уплотнение смеси на специальном прессе в пресс-форме, брикеты со сквозными дырками.

В ходе испытания проводились визуальные наблюдения с целью установления качества горения методом свечения.

На основе полученных результатов исследований нами разработана промышленная технология брикетирования отходов угледобычи месторождений Жатан, Кызыл-Булак и Кожо-Келен с активированной глиной, лессовым суглинком и гуматами.

На рисунке 10 показана технологическая схема брикетирования с глиной и лессовым суглинком.



## Рисунок 10 – Технологическая схема промышленной технологии брикетирования углей с бентонитовой глиной и лессовым суглинком.

Отходы угледобычи, низкосортный угольный мелочь 1 (0-13 мм) из места добычи транспортом 2 поступает в дробильно-сортировочное отделение, где подвергается предварительному грохочению на грохоте 3, надрешетный продукт которого додрабливается в дробилке 4 и подается в смеситель 5.

Бентонитовая глина или лессовый суглинок 6, измельченный в дробилке 7 подается в емкость для активации 8, подается вода из водопровода 9 для растворения глины. Из другой емкости 10 подается 1-3%ный раствор  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , после активации глиняная суспензия подается в смеситель 5. В процессе смешения угля с суспензией бентонитовой глины или лессового суглинка, в угольно-бентонитовую или угольно-суглиняковую смесь подается вода из водопровода через дозирующее устройство 9. Далее, хорошо смешанная брикетная шихта поступает в бункер 10. Затем, готовая шихта подается через дозатор 11 в пресс 12, где прессуется под определенным давлением. Брикет, выходящий из пресса поступает на конвейер 13 для сушки в сушильные установки 14 в осеннее- зимнее время. В летний сезон брикеты сушатся естественной сушкой. Готовые брикеты транспортируются конвейером 15 к пункту погрузки или складываются на складах 16, где происходит дополнительная подсушка брикетов.

### ВЫВОДЫ

1. Установлено, что прочность композиционных топливных брикетов из углей и отходов угледобычи зависит от вида связующего, способа его дополнительной обработки, процентного содержания в КТТ, а также способа добавления связующего и условий прессования при брикетировании композита. Показано, что наиболее эффективный и прочный брикет (3,5МПа) может быть получен при малых давлениях прессования  $100-200 \text{ кг/см}^2$  из угля и активированного связующего – лессового суглинка, с содержанием последнего 10 % от общей массы КТТ.

2. Впервые показано, что для получения высококалорийного буроугольного брикета одновременно с улучшением коэффициента полезного использования отходов угледобычи Кыргызстана, можно использовать смесь низкосортной мелочи угля 70-60% (месторождения Жатан) и мелочи каменного угля в количестве 30-40%, которые при совместной обработке глинистым связующим обладают зольностью ниже 13%, и летучестью выше 30%.

3. Показано, что использование в качестве связующего для получения топливных брикетов гуматов натрия, аммония и силиката в виде водных растворов концентрацией от 0,1-2%, позволяет получить из мелочи углей Кыргызской Республики брикеты с прочностью порядка 3 МПа или  $3,0 \text{ кг/см}^2$ . При этом наиболее эффективным связующим является ГСК.

4. Установлено зависимость горения брикета от давления прессования. Для бытовых печей с естественной подачей воздуха, оптимальное давление прессования брикета при изготовлении должно составлять 10 кгс/см.

5. Показано, что для длительного хранения (более года) угольных брикетов на основе гумата аммония рекомендуется их термообработка при температуре 200<sup>0</sup> С.

## СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. **Сабилов, Б. З.** Технология получения тепла из композиционных угольных топлив в усовершенствованных печах для коммунально-бытового использования [Текст] / Б. З. Сабилов, Ы. Ташполотов // Бюллетень науки и практики.– Нижневартовск, 2024. – Т. 10, №2. – С. 379-387.

<https://elibrary.ru/item.asp?id=60775139>

2. **Сабилов, Б. З.** Технология получения композиционного твердого топлива из углей Кызыл-Булакского и Кожо-Келенского месторождений и нагретого битума [Текст] / Б. З. Сабилов, Ы. Ташполотов // Бюллетень науки и практики. – Нижневартовск, 2024. – Т. 10, № 2. – С. 388-396.

<https://elibrary.ru/item.asp?id=60775140>

3. **Сабилов, Б. З.** Получение угольного топлива с улучшенными свойствам [Текст] / Р. Б. Шайдуллаев, Б. З. Сабилов, Н. Ж. Арзиев // Научные исследования в Кыргызской Республике. – Бишкек, 2020. №2, Часть II. – С.26-34. [http://journal.vak.kg/themencode-pdf-viewer-sc/?tnc\\_pvfw=ZmlsZT1odHRwOi8vam91cm5hbC52YWsuac2cvd3AtY29udGVudC9](http://journal.vak.kg/themencode-pdf-viewer-sc/?tnc_pvfw=ZmlsZT1odHRwOi8vam91cm5hbC52YWsuac2cvd3AtY29udGVudC9)

4. **Сабилов, Б. З.** Исследование получения термо и водостойкого угольного брикета на основе битума (полученного терморазложением угля) и бентонитовой глины [Текст] / Ч. К. Кошназарова, Б. З. Сабилов, Ш. Джапарова, И. Ж. Полотов // Вестник Ошского государственного университета. – Ош, 2017. – № 1. – С. 76-79. <https://elibrary.ru/item.asp?id=28989940>

5. **Сабилов, Б. З.** Терморазложение угля [Текст] / Б. З. Сабилов, А. В. Цой, Ш. Джапарова, И. Ж. Полотов, Ч. К. Кошназарова // Вестник Ошского государственного университета. – Ош, 2017. – №1. – С. 155-164.

<https://elibrary.ru/item.asp?id=28989972>

6. **Сабилов, Б. З.** Техничко-технологические характеристики углей некоторых месторождений Алайского угленосного района [Текст] / Ш. Джапарова, Б. З. Сабилов, Н. Ж. Арзиев // Известия Ошского технологического университета. – Ош, 2016. – №2. – С. 209-213.

<https://elibrary.ru/item.asp?id=28843535>

7. **Сабилов, Б. З.** Научно-технический задел для программы стратегических исследований в рамках технологической платформы "Комплексная переработка углей кыргызской республики" [Текст] / Цой А. В., Джапарова Ш., Сабилов Б. З. // Известия Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова. – Бишкек, 2014. – №32-2. – С. 246-249. <https://elibrary.ru/item.asp?id=36435080>

8. **Сабилов, Б. З.** Получение связующего материала из бурых углей кожокеленского месторождения для брикетирования углей Кыргызстана

[Текст] / Джапарова Ш. Дж., Сабилов Б. З., Цой А. В., Арзиев Ж. А. // Известия ОшГУ. – Ош, 2014. – №2-1. – С. 120-123. [http://vestnik.oshtu.kg/images/Journal/2014-2-1/prob\\_estes\\_nauk/8\\_sh\\_dzh\\_dzhaparova\\_b\\_z\\_sabirov1.pdf](http://vestnik.oshtu.kg/images/Journal/2014-2-1/prob_estes_nauk/8_sh_dzh_dzhaparova_b_z_sabirov1.pdf)

9. **Сабилов, Б. З.** Использование гуматов как связующего для брикетирования мелочи углей Кыргызской Республики [Текст] / Арзиев Ж. А., Сабилов Б. З., Текенов Ж. Т. // Современное состояние естественных и технических наук. – Москва, 2014. – №XIV. – С. 21-26.  
<https://elibrary.ru/item.asp?id=21340108>

10. **Сабилов, Б. З.** Пути энергоэффективного использования местных углей [Текст] / А. А. Асанов, Т. С. Абдыкадыров, Б. З. Сабилов, С. Т. Токтоназаров // Вестник Кыргызского государственного университета строительства, транспорта и архитектуры им. Н.Исанова. – Бишкек, 2013. – № 4. – С. 89-91. <https://elibrary.ru/item.asp?id=23161317>

11. **Сабилов, Б. З.** Альтернативное топливо для коммунально-бытовых нужд [Текст] / Ш. Джапарова, А. В. Цой, Б. З. Сабилов // Известия ОшГУ. – Ош, 2012. – №2. – С. 215-218. [http://vestnik.oshtu.kg/images/Journal/2012-2/prob\\_estes\\_nauk/1\\_sh\\_dzhaparova\\_b\\_z\\_sabirov\\_a1.pdf](http://vestnik.oshtu.kg/images/Journal/2012-2/prob_estes_nauk/1_sh_dzhaparova_b_z_sabirov_a1.pdf)

12. **Сабилов, Б. З.** Утилизация низкосортных углей Кыргызстана окислением с различными связующими материалами [Текст] / Ж. Т. Текенов, А. В. Цой, Ш. Джапарова, Б. З. Сабилов // Известия ОшГУ. – Ош, 2012. – №1. – С. 141-145. [http://vestnik.oshtu.kg/images/Journal/2012-1/prob\\_estes\\_nauk/5\\_zh\\_t\\_tekenov\\_b\\_z\\_sabirov\\_sh1.pdf](http://vestnik.oshtu.kg/images/Journal/2012-1/prob_estes_nauk/5_zh_t_tekenov_b_z_sabirov_sh1.pdf)

13. **Сабилов, Б. З.** Формирование устойчивой системы автономного теплообеспечения в населенных пунктах и малых городах Кыргызстана с использованием топлива из формованных угольных отсеков [Текст] / А. В. Цой, Б. З. Сабилов // Известия Национальной Академии наук Кыргызской Республики. – Бишкек, 2009. – № 3. – С. 18-23.  
<https://elibrary.ru/item.asp?id=27371955>

14. Патент №542 КР. Способ подготовки и сжигания буроугольного штыба [Текст] / Ж. Т. Текенов, А. В. Цой, Ш. Джапарова, Б. З. Сабилов // Интеллектуальная собственность (Кыргызстан) – №12 – 2002.  
<https://drive.google.com/file/d/1oPLGC0-vlKnBWsg4RT1n4sgvKQQJING0/view>

**Сабилов Батырбек Зулумовичтин 05.17.06 – композиттерди жана полимерлерди кайра иштетүү жана технологиялары адистиги боюнча техника илимдеринин кандидаты окумуштуулук даражасын изденип алуу үчүн «Көмүр казып алуудагы калдыктардын негизинде активдештирилген бириктиргичтери бар композиттик катуу отун алуу технологиясын иштеп чыгуу» деген темадагы диссертациясынын**

## **РЕЗЮМЕСИ**

**Негизги сөздөр:** Композиттик катуу отун, көмүр, брикет, байланыштыргыч, битум, чопо, биомасса, активдештирүү, жылуулук жаратуусу, калориялуулугу, нымдуулук, бекемдик.

**Изилдөө объектилери:** күрөң жана таш көмүрдүн көмүр казып алуу калдыктары, көмүр брикеттери, органикалык жана органикалык эмес бириктиргичтери бар көмүр казып алуу калдыктарынан алынган композиттик отундар.

**Изилдөө предмети:** Көмүр казып алуу калдыктарынын негизинде бириктиргичтер менен композиттик катуу отун өндүрүүнүн технологиялары жана брикет түрүндөгү продукциялар.

**Жумуштун максаты:** Кыргыз Республикасында көмүр казып алуу калдыктарынын негизинде активдештирилген бириктиргичтерди (лесс жана бентониттик чопосу, гуматтар, көмүрдү термиялык эрүү учурундагы заттар) колдонуу менен композиттик катуу отун өндүрүү технологиясын иштеп чыгуу жана отундун күйүү шарттарын жана мүнөздөмөлөрүн эксперименталдык аныктоо, алардын күйүү процесстерин башкаруу.

**Изилдөөнүн методдору жана аппараттары:** Физика-химиялык жана технологиялык анализдин методдору, курама катуу отундарды физикалык-техникалык сыноолордун методдору, механикалык сыноолордун методдору, активдештирүү ыкмалары.

**Алынган натыйжалар жана алардын жанылыгы:** КР көмүрлөрүн эриткичтерди колдонуу менен атмосфералык басымда термикалык эритүүнүн технологиясы иштелип чыкты жана аны ККОнун сапаттык мүнөзүнө тийгизген таасири изилденди; биринчи жолу КР көмүр казып алуудагы калдыктарынан ККО алуу үчүн гуминдик заттарды байланыштыргыч катары колдонуу мүмкүнчүлүгү белгиленген; чопо жана гумат (натрий жана натрий силикатынан) аралашма бириктиргичтерин колдонуу менен күрөң көмүрдөн ККО алуу технологиясы иштелип чыккан; бентонит жана сары топурак чополорун механикалык жана химиялык активдештирүүдө жана алардын суспензиясын физикалык-механикалык сапаты боюнча жакшыртылган ККО алуунун технологиясы биринчи жолу иштелип чыкты жана өндүрүшкө киргизилди; ККОнун күйүү процесстерин бириктирүүчү заттардын концентрациясын жана күйүүчү түзүлүштөрдөгү аба берүүнүн көлөмүн өзгөртүү жолу менен башкаруунун параметрлери белгиленген; чопо жана гуматтар бириккен бириктиргичтеринин негизинде күрөң көмүрдөн алынган композициялык катуу отунду (ККО) алуунун технологиясы тажрыйба өндүрүшпүк сыноодон өткөрүлдү.

**Изилдөөнүн практикалык мааниси:** Активдештирилген чопону, гуматты жана топурак менен гуматты бириктирүүчү бириктиргичтердин негизинде жакшыртылган физикалык жана механикалык мүнөздөмөлөрү бар көмүр брикеттерин өндүрүүнүн технологиялары иштелип чыккан.

## РЕЗЮМЕ

**Диссертации Сабирава Батырбека Зулумовича на тему: “Разработка технологии получения композитного твердого топлива на основе отходов угледобычи с активированными связующими” представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.06 – технология и переработка полимеров и композитов**

**Ключевые слова:** Композиционное твердое топливо, уголь, брикет, связующий, битум, глина, биомасса, активация, теплотворность, влажность, прочность.

**Объект исследования:** отходы угледобычи бурых и каменных углей, угольные брикеты, окускованные композиционные топлива из отходов угледобычи с органическими и неорганическими связующими веществами.

**Предмет исследования:** Технологии получения композитного твердого топлива на основе отходов угледобычи со связующими веществами и изделий в виде брикетов.

**Цель работы:** Разработка технологии получения композиционного твердого топлива на основе отходов угледобычи КР с использованием активированных связующих (лессовой и бентонитовой глины, гуматов из окисленных углей, вещества при терморазложении углей) и экспериментальное определение условий и характеристики сжигания топлива для управления процессами их горения.

**Методы исследования и аппаратура:** Методы физико-химического и технологического анализа, методы физико-технических испытаний композитных твердых топлив, методы механических испытаний, методы активаций.

**Полученные результаты и их новизна:** Разработана технология термического растворения углей КР при атмосферном давлении с использованием растворителей и исследованы его влияние на характеристики КТТ; впервые установлены возможности применения гуминовых веществ в качестве связующего для получения КТТ из отходов угледобычи КР; разработана технология получения КТТ из бурых углей с использованием комбинированных связующих из глины и гуматов (натрия и силиката натрия); впервые апробирована и разработана технология получения КТТ с улучшенными физико-механическими характеристиками за счёт механической и химической активации бентонитовой и лессовой глины и их суспензии; установлены параметры управления процессами горения КТТ за счёт изменения концентрации связующих и объема подачи воздуха в устройствах для сжигания; проведена опытно-промышленная апробация разработанной технологии получения КТТ из бурых углей на основе комбинированных связующих из глины и гуматов.

### **Практические значения исследования:**

Разработаны технологии выпуска угольных брикетов с улучшенными физико-механическими характеристиками за счёт использования активированной глины, гумата и на основе комбинированных связующих из глины и гуматов. Результаты проведенных исследований используются для разработки ТЭО, создания и размещения производств, технологий и разработки новых топочных устройств.

## SUMMARY

**Dissertations by Sabirov Batyrbek Zulumovich on the topic: “Development of technology for producing composite solid fuel based on coal mining waste with activated binders” submitted for the academic degree of Candidate of Technical Sciences in specialty 05.17.06 – technology and processing of polymers and composites**

**Keywords:** Composite solid fuel, coal, briquettes, binder, bitumen, clay, biomass, activation, calorific value, humidity, strength.

**Research objects:** brown and hard coals, coal mining wastes of brown and hard coals, coal briquettes, agglomerated composite fuels from coal mining wastes with organic and inorganic binders.

**Study Subject:** Technologies for producing composite solid fuel based on coal mining waste with binders and products in the form of briquettes.

**The purpose of the work:** Development of a technology for producing composite solid fuel based on coal mining waste in the Kyrgyz Republic using activated binders (loess and bentonite clay, humates from oxidized coals, substances during thermal dissolution of coal) and experimental determination of the conditions and characteristics of fuel combustion to control their combustion processes.

**Research methods and apparatus:** Methods of physicochemical and technological analysis, methods of physical and technical tests of composite solid fuels, methods of mechanical tests, methods of activation.

**Research findings and innovation:** A technology for thermal dissolution of KR coals at atmospheric pressure using solvents has been developed and its effect on the characteristics of the CHP has been studied; For the first time, the possibility of using humic substances as a binder for obtaining CTP from coal mining waste of the Kyrgyz Republic has been established; A technology has been developed for producing CHP from brown coals using combined binders of clay and humates (sodium and sodium silicate); For the first time, a technology for producing CTP with improved physical and mechanical characteristics due to mechanical and chemical activation of bentonite and loess clay and their suspension was tested and developed; Parameters have been established for controlling the combustion processes of CHP by changing the concentration of binders and the volume of air supply in combustion devices; Pilot testing of the developed technology for producing CHP from brown coals based on combined binders of clay and humates was carried out.

### **Practical implications of the study:**

Technologies have been developed for the production of coal briquettes with improved physical and mechanical characteristics through the use of activated clay, humate and based on combined binders of clay and humates.

The results of the research are used to develop a feasibility study, create and locate production facilities, technologies and develop new combustion devices.

