

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
ВОСТОЧНО-СИБИРСКИЙ ФИЛИАЛ

На правах рукописи

В. П. ОКЛАДНИКОВ

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ПОЛУЧЕНИЯ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО
ТОПЛИВ ИЗ КАМЕННОУГОЛЬНОЙ МЕЛОЧИ
И ОТХОДОВ ПОЛУКОКСОВЫХ ЗАВОДОВ
МЕТОДОМ БРИКЕТИРОВАНИЯ

Автореферат диссертации, представленной на соискание
ученой степени кандидата технических наук

Научный руководитель
канд. техн. наук, доцент А. Л. ПЕРЕПЕЛИЦА

Москва — 1958 г.

6
А3

144398
ЦЕНТРАЛЬНАЯ НАУЧНАЯ
БИБЛИОТЕКА
А. Н. Киргизской ССР

В Восточной Сибири находится почти 80% общих геологических запасов угля Советского Союза. Учитывая, что уголь этот дешевый, а нефте- и газотопливо здесь еще в достаточном количестве не найдены, решения XX съезда КПСС и конференции по развитию производительных сил Восточной Сибири направлены на превращение этого района в основную базу крупных производств, потребляющих твердое топливо.

Однако, в настоящее время в угледобывающей промышленности Сибири наряду с ростом добычи угля имеет место снижение качества угля. Особенно ощущается недостаток крупных классов при избытке мелких. В условиях потребления больших количеств угля каждый процент мелочи резко увеличивает расход топлива. В связи с этим необходимо найти пути рационального использования мелких классов угля, одним из которых может явиться метод перевода их в кусковое топливо.

Решение этой задачи особенно важно в условиях Иркутского экономического района, так как здесь имеет место нерациональное использование технологических углей, какими являются каменные угли Черемховского месторождения. Из каждой тонны добытого топлива на полукоксование в шахтных печах поступает всего около 330 кг. Остальное теряется в процессе добычи, обогащения, транспортировки и перевалки.

В качестве одного из методов рационального использования каменноугольной мелочи может быть предложен метод брикетирования со связующими. Этот метод позволит перевести угольную мелочь в кусковое топливо и тем самым увеличить количество угля, идущего на технологическую переработку.

Обычно при брикетировании в качестве связующего применяется каменноугольный пек, дорогостоящий и дефицитный продукт. В связи с тем, что пек в Восточной Сибири не вырабатывается, необходимо найти его заменитель. В условиях промышленности Иркутского Совнархоза в качестве заменителя пека, могут быть использованы отходы полукоксовых заводов — тяжелая смола и фусы.

Учитывая народнохозяйственное значение вышеуказанной проблемы, мы поставили целью нашей работы исследовать процес-

сы образования и найти оптимальные параметры изготовления кускового энергетического, а затем и технологического топлив из каменноугольной мелочи методом брикетирования с использованием в качестве связующего фусов и тяжелых смол полукоксования.

С этой целью прежде всего были исследованы физико-химические и технологические свойства сырья: каменноугольной мелочи, фусов и тяжелых смол, как объектов брикетирования.

Разработка технологических параметров брикетирования каменноугольной мелочи и получения из брикетов кускового полукокса потребовала развития теоретических представлений о роли и поведении связующего в этих процессах.

Лабораторными и полужаводскими исследованиями были определены оптимальные параметры получения из слабоспекающейся каменноугольной мелочи кускового энергетического и технологического топлив.

Путем сравнения теплотехнических показателей при сжигании брикетов и рядового угля в укрупненной лабораторной методической печи показано преимущество брикетов как энергетического топлива.

Предварительным технико-экономическим анализом подтверждена эффективность метода брикетирования для решения вышеуказанных задач.

В соответствии с поставленной задачей настоящая диссертация состоит из следующих разделов:

а) обзор состояния полукоксовых производств Иркутского экономического района и брикетирования, как одного из методов рационального использования угольной мелочи и отходов углехимических предприятий;

б) изучение сырья как объекта брикетирования и методов облагораживания новых связующих веществ;

в) исследование отдельных вопросов механизма формирования угольных зерен в брикет и выявление при этом роли связующего;

г) определение оптимальных технологических параметров брикетирования для различных видов связующего и проверка их в полужаводских условиях;

д) изучение теплотехнических свойств брикетов;

в) установление принципиальной возможности получения из брикетов кускового полукокса и определение роли связующего при спекании угольных зерен.

1. Брикетирование, как один из методов рационального использования угольной мелочи и отходов полукоксовых производств

Образовавшиеся в топливобывающей и топливперерабатывающей промышленности Иркутского Совнархоза излишки угольной мелочи и отходы полукоксовых производств (тяжелая смола, фусы и полукоксовая мелочь) могут быть рационально использованы путем их брикетирования. Этот метод позволит получать из отходов не только высококачественное кусковое энергетическое топливо, но также и технологическое топливо.

Процесс брикетирования представляет собой комплекс операций, в результате которых низкосортные топлива с добавкой связующих, переходят в высококачественные сортовые топлива, всюду используемое с высоким КПД, с хорошей транспортабельностью и выдерживающее длительное хранение на открытых складах.

По данным Г. З. Звенигородского и Б. Б. Зельдина, при сжигании топлива одной и той же марки, коэффициент топливоиспользования при переводе угольной мелочи в брикет возрастает, примерно, на 25%.

Еще с большим эффектом брикетирование позволяет использовать мелкие классы углей, пригодные для химико-технологической переработки.

В зарубежной промышленности брикеты из углей, содержащих значительное количество битумов и смол, широко используются в настоящее время для полукоксования и химической переработки с целью получения жидкого топлива, ценных химических продуктов и газа. В Англии и Западной Германии развито промышленное производство из каменноугольных брикетов, металлургического кокса и бездымного топлива.

Несмотря на перспективность применения метода брикетирования для перевода угольной мелочи в кусковое технологическое топливо, в Советском Союзе этот метод находится лишь в стадии лабораторных исследований.

Эффективность углебрикетного производства можно показать на примере организации его, в условиях полукоксовых заводов Иркутского экономического района. Так, брикетирование отсевов угольного концентрата и товарного полукокса с использованием в качестве связующего фусов и тяжелых смол позволит получать высококачественное кусковое бездымное энергетическое и технологическое топливо. Брикетирование даст возможность перевести отходы полукоксовых производств в продукт целевого назначения, сократить на этих производствах излишнее потребление угольного концентрата и тем самым резко повысить их рентабельность.

Организация брикетирования предварительно обогащенных товарных отсеков углеобогатительных фабрик позволит почти в два раза увеличить количество, перерабатываемых на углехимических предприятиях Иркутского совнархоза, ценных сортов топлив Черемховского месторождения. За счет этого срок эксплуатации этой залежи угля, пригодной для химической переработки, будет увеличен также почти в два раза.

Отсутствие данных по качеству исследуемого сырья потребовало проведения работ по изучению их свойств.

II. Каменноугольная мелочь и отходы полукоксовых заводов, как объекты брикетирования

В качестве сырья для брикетирования была выбрана каменноугольная мелочь углей, перерабатываемых на полукоксовых заводах. Полукоксованию подвергаются угли Храмцовского и Новогришевского разрезов Черемховского месторождения, являющимися типичными для центральной части Иркутского угленосного бассейна.

Согласно наших данных, а также анализа многочисленных работ по изучению черемховских углей, каменноугольную мелочь этих разрезов по элементарному составу, содержанию летучих веществ и теплотехническим свойствам можно отнести к углям марки «Д», а по технологическим свойствам — к слабоспекающимся газовым углям.

На брикетируемость и спекание угольных зерен большое влияние оказывает петрографический состав исходного угля. Так, большое содержание компонентов групп фюзенита, резко ухудшает качество брикетов, а наличие компонентов групп витринита и лейптинита, при соответствующей стадии метаморфизма, повышает спекание угля.

Согласно петрографическому описанию в исследуемой угольной мелочи практически отсутствуют компоненты группы фюзенита. Петрографические микролитотипы ее представлены, в основном, группой витринита. Все это должно способствовать получению прочных брикетов и кускового полукокса.

Изучение вопроса о возможности применения фусов полукоксования в качестве связующего вещества для брикетирования каменноугольной мелочи Иркутского бассейна проводится впервые и поэтому определение их состава и физико-химических свойств представляло определенный интерес. Фусы полукоксования, являясь отходами конденсации парогазовой смеси полукоксовых печей, по внешнему виду представляют собой сложную смесь, состоящую

из смолы, мельчайших частиц полукоксовой пыли и воды. Основные показатели, характеризующие свойства фусов, сведены в таблице 1.

Таблица 1.

Характеристика фусов.

№№ п/п.	Анализы	Показатели	
		средние	пределы колебания
1.	Удельный вес при 20°C	1,228	1,215—1,240
2.	Насыпной вес, кг/м ³	900	—
3.	Температура размягчения по ГОСТ 1533—42, °C	45	40—50
4.	Температура плавления, °C	70	60—80
5.	Температура застывания по ГОСТ 2889—47, °C	30	27—32
6.	Содержание воды, %	2,5	0,0—5,0
7.	» золы, %	11,2	9,1—12,2
8.	» летучих, %	68,50	67,75—69,25
9.	» смолы, %	54,2	45,3—66,6
10.	» твердых примесей на безводные, %	45,8	33,4—54,7
11.	» асфальтенов на смолу, %	14,8	11,4—18,6
12.	» фенолов на смолу, %	15,9	14,2—17,3
13.	Теплотворность, Q ₀ ^c ккал/кг	7782	—
14.	» Q ₀ ^r ккал/кг	8655	—

Было установлено, что связующие свойства фусов зависят от количественного соотношения их компонентов. Это соотношение, в свою очередь, зависит от режима конденсации парогазовой смеси при полукоксовании. Наивыгоднейшим соотношением компонентов в фусах является: содержание смолы — 51%, асфальтенов — 15,5%, влаги — 2%, и твердых включений — 45,5%.

Это соотношение компонентов фусов, как показал анализ работы предварительных холодильников полукоксового завода может быть обеспечено при температуре парогазовой смеси равной 136—138°C.

Смола, содержащаяся в фусах, имеет довольно большое количество легких фракций. Так, фракции, выкипающие до 300°C, составляют в среднем 27,3%, а выкипающие до 320°C—38,7%. Казалось бы, что это должно привести к понижению связующих и спекающих свойств фусов, но сравнительно большое содержание асфальтенов в смоле фусов должно компенсировать этот недостаток.

При изучении тяжелой смолы полукоксования исследовалась лишь та часть ее физико-химических свойств, которая характеризует ее связующие качества.

Основные свойства тяжелой смолы сводятся к следующим показателям: удельный вес при 20°C — 1,084 г/см³, содержание влаги — 0,65%, содержание твердых включений — 2,95%, температура размягчения по «К» и «Ш» — 48,5%, вязкость по Энглеру при 100°C—11,38, выкипает до 320°C—19,8%.

Уже в естественном виде фусы и тяжелая смола обладают некоторыми связующими свойствами. Однако, с целью придания им еще более высоких связующих качеств, а также улучшения их товарного вида (последнее особенно относится к фусам), были изучены различные методы препарирования этих продуктов.

Проводилась отгонка легких погонев смолы и фусов и окисление их при различных режимах.

Разгонка фусов осуществлялась обычным способом после предварительного обезвоживания их в течение 2-х часов. Конечными температурами разгонки были приняты 180, 230, 270 и 300°C. Принятие таких относительно низких температур объясняется желанием отогнать наиболее легкие фракции и средние масла, количество которых в смоле фусов составляет около 15%. При этом в смоле фусов будут оставлены тяжелые масла, которые при сравнительно большом количестве асфальтенов и механических примесей должны обеспечить достаточную вязкость, необходимую для сохранения связующих качеств фусов.

Окисление фусов производилось по методике М. Б. Рабинович, принятой в ИГИ АН СССР. Во всех опытах окислению подвергался 1 кг фусов. Фусы окислялись при постоянной температуре, но при различных скоростях продуваемого воздуха и различной продолжительности процесса, что дало возможность изучить влияние режимов окисления на связующие качества остатка. Перед окислением фусы подсушивались при температуре 80°C в те-

чение 1,5—2 часов. Температура окисления была равной 170—180°C, расход воздуха изменялся от 0,5 до 3 литров в минуту, а время процесса принималось равным 1, 2, 3 и 4 часам.

Разгонка тяжелой полукоксовой смолы проводилась при конечных температурах в 335, 350 и 380°C. При этом было установлено, что хорошими связующими свойствами обладают остатки смолы, полученные при температуре 335—350°C.

Окисление тяжелых смол проводилось по методике, принятой для окисления фусов. Температура и продолжительность процесса окисления оставались во всех случаях постоянными и были равны соответственно 170—180°C и 5 часам. Скорость продувки воздуха принималась равной 5,0; 5,5 и 6,5 литрам в минуту. Было отмечено, что с увеличением количества продуваемого воздуха температура размягчения смолы возрастает, а это является весьма благоприятным для повышения ее связующих качеств.

Окислению подвергалась также смесь, состоящая из тяжелой смолы и фусов полукоксования в соотношении 4:1 и 9:1. Комбинированное связующее перед окислением подсушивалось в течение 2,5 часов при температуре 80°C. Окисление проводилось различным количеством воздуха в продолжение 2, 3, 4 и 5 часов при температуре 170—180°C.

Разогнанные и окисленные связующие после охлаждения представляют собой твердый легкодробимый продукт, что облегчает дозировку их в шихту брикетов.

В процессе исследования были установлены зависимости изменения групповых составов фусов и тяжелых смол полукоксования от режимов препарирования. Это позволило объяснить изменения связующих качеств продуктов в процессе их окисления или разгонки.

III. Поведение и роль связующего в процессе формирования угольной мелочи в брикет

Процесс образования брикетов не является новым. Однако, теоретическая разработка этого процесса все еще отстает от запросов практики. В связи с этим были проведены исследования с целью теоретического обоснования процесса образования брикетов из каменноугольной мелочи со связующими веществами.

Исследования показали, что процесс формирования угольных зерен в брикет главным образом обуславливается природой сил сцепления на границе раздела фаз: уголь — связующее вещество и характеризуется целым рядом физических и физико-хими-

ческих явлений. На основе анализа этих явлений можно предполагать, что итогом такого вида взаимодействий, обеспечивающим образование брикета, является склеивание угольных зерен связующим веществом.

До настоящего времени на механизм склеивания нет единого взгляда. Однако большинство ученых как Бехгольд, Нейман, Мак-Бэн, Жуков, Талмуд, Бреслер, Дерягин и другие, изучая явления, происходящие на границе раздела, твердая поверхность — клеящее вещество, считают что склеивание обуславливается адгезией — результатом действия всех сил, имеющих место на границе раздела, и когезией — результатом действия молекулярных сил внутри самого связующего вещества.

Возникновение адгезии при склеивании поверхностей различные исследователи объясняют по-разному, считая, что адгезия возникает либо вследствие химической реакции, либо сил поверхностного натяжения, либо адсорбции, либо электростатических сил. Однако, трудно утверждать, что адгезия является результатом одного какого-либо из указанных явлений. Более правильно предполагать, что склеивание является результатом многих явлений, меняющихся в зависимости от вида адгезива, характера поверхности склеиваемого материала и условий склеивания.

Собственно процесс склеивания угольных зерен, по нашему мнению, состоит из четырех основных фаз: нанесение связующего на поверхность угольных зерен; приведение угольных зерен в тесный контакт (прессование); сцепление угольных зерен связующим веществом и затвердевание связующего.

Каждая из фаз характеризуется определенным явлением. Так, в первой фазе основную роль играет способность связующего смачивать поверхность угля. Во второй фазе роль давления прессования сводится к созданию такой минимальной пленки связующего, при которой поверхности угольных зерен должны находиться в зоне действия поверхностно-активных сил. В третьей фазе, характеризующей процесс сцепления связующего с углем, после наложения давления прессования, главенствующими являются явления, происходящие на границе раздела связующее — уголь и действие функционально полярных групп внутри самой пленки связующего.

На основе анализа механизма склеивания связующим веществом угольных зерен можно предполагать, что образование брикета и его прочность зависят от целого комплекса явлений, протекающих как на границе раздела поверхность-связующее, так и внутри самого связующего вещества. Сюда относятся: сма-

чивание поверхности угля связующим, действие поверхностно-активных сил, адгезия между связующим и углем, механическое заполнение микротрещин угля связующим, когезия адгезива. Кроме того, на прочность брикетов влияют размер, характер, форма угольного зерна и влажность исходного угля.

IV. Экспериментальная проверка теоретических предпосылок

С целью проверки высказанного предположения о роли и поведении связующего в процессе формирования брикета нами был выполнен ряд специальных исследований, охватывающих некоторые из явлений, объясняющих процесс склеивания угольных зерен связующим веществом.

Первой фазой образования брикета (склеивания зерен) является смачивание поверхности угольных зерен жидким связующим веществом, поэтому прежде всего возникает вопрос о взаимодействии связующего с поверхностью угля.

Б. В. Дерягин и А. Н. Кротова напряжение адгезии или поверхностное натяжение жидкости обозначают величиной $\sigma_{1,3} \cos \theta$. Это напряжение адгезии соответствует разности между поверхностными натяжениями на границах воздух — твердая поверхность и связующее — твердая поверхность:

$$\sigma_{1,3} \cos \theta = \sigma_{2,3} - \sigma_{1,2}$$

где:

$\sigma_{1,3}$ — поверхностное натяжение на границе связующее — воздух

$\sigma_{2,3}$ — поверхностное натяжение на границе твердая поверхность — воздух

$\sigma_{1,2}$ — поверхностное натяжение на границе связующее — твердая поверхность.

θ — краевой угол.

Так как напряжение адгезии обозначается через величину $\sigma_{1,3} \cos \theta$, то измерение краевых углов позволяет изучать явление адгезии в случае смачивания поверхности угля связующим веществом.

Исследование смачивания связующим проводилось следующим образом: на гладкую поверхность угля наносилось несколько кусочков связующего вещества каждый весом в 1 г. Затем этот уголь нагревался до заданной температуры и помещался в эксикатор для охлаждения. После охлаждения, на аппарате Ребин-

дера в проходящем свете измерялся краевой угол — угол между поверхностью и касательной к капле связующего.

Таким образом были определены краевые углы смачивания угля различными видами связующих. Путем изготовления брикетов с этими связующими и определения их прочностных характеристик была установлена зависимость прочности брикетов от краевых углов смачивания угольных зерен для различных связующих веществ. Исследования показали, что прочность брикетов понижается с увеличением краевого угла смачивания, т. е. с уменьшением способности связующего смачивать угольную поверхность. Тем самым подтверждается теоретическая предпосылка о том, что на процесс образования брикета большее влияние оказывает смачивание угольных зерен связующим веществом.

Другим важным фактором, оказывающим влияние на прочность брикета, является когезия связующего вещества, определяемая, главным образом, толщиной слоя адгезива. С увеличением толщины слоя адгезива прочность склеивания уменьшается. Это можно объяснить следующим:

Во-первых, уменьшением цепного эффекта ориентации молекул связующего вещества. Т. к. с увеличением его толщины понижается влияние ориентированных молекул первого слоя связующего на ориентацию молекул последующих слоев, простирающихся в глубь массы связующего вещества.

Во-вторых, возникновением значительных упругих напряжений в толстой пленке связующего при затвердевании. В тонкой пленке связующего эти напряжения играют незначительную роль, т. к. релаксация в этом случае протекает с очень большой скоростью.

Следовательно, с увеличением толщины связующего слоя прочность склеивания угольных зерен определяется межмолекулярными силами сцепления самого связующего, т. е. силами когезии. Силы же когезии связующего обычно меньше сил адгезии, поэтому разрушение происходит по слою связующего и тем легче, чем толще слой.

Изучение зависимости величины когезии от толщины слоя адгезива проводилось по следующей методике: два куска угля, заранее нагретых в сушильном шкафу в течение 5—6 часов при температуре 60—85°, склеивались между собой связующим веществом по полированной поверхности. Толщина слоя связующего устанавливалась прокладками различной толщины. Склеенные образцы выдерживались в эксикаторе в течение 24 часов и затем испытывались на определение предела прочности при скалывании.

Результаты изучения влияния технологических факторов прессования на процесс образования брикетов также подтвердили наши теоретические предпосылки.

Например, при правильном подборе гранулометрического состава шихты брикета, т. е. при создании наиболее плотной упаковки в единице объема и обеспечении при этом наибольшего контакта между угольными зернами увеличивается суммарное действие поверхностно-активных сил, в результате чего прочность брикетов возрастает примерно на 10%.

С увеличением класса крупности исходного угля с 0—1 мм до 0—6 мм прочность брикетов понижается. Это объясняется уменьшением общей поверхности контакта между угольными зернами и увеличением толщины пленки связующего, при условии одинакового количества последнего в шихте.

Исследование влияния влажности исходного угля показали, что при прочих постоянных условиях прессования прочность брикетов сначала возрастает, с увеличением влажности угля, достигает наибольшей величины при влажности 3,5%, а затем понижается. Этот «максимум» может быть объяснен действием капиллярных и адсорбционно-пленочных сил сцепления внутренней части влаги, которая проявляет свои действия при наложении нагрузки в процессе прессования. Эти силы и увеличивают общую силу сцепления угольных зерен.

Избыток же влаги создает на поверхности угольных частиц гидратную пленку, относительно большой величины, которая будет снижать адгезию и в результате уменьшать прочность брикетов.

С повышением температуры нагрева шихты от 60 до 110°C, при оптимальной влажности исходного угля и постоянных режимах прессования, прочность брикетов увеличивается.

Возрастание прочности в данном случае объясняется тем, что с повышением температуры уменьшается поверхностное натяжение связующего вещества, а это способствует увеличению смачивания угольных зерен связующим веществом. Это в конечном итоге и приводит к увеличению прочности брикетов.

Исследование влияния количества связующего и давления прессования показали, что с возрастанием этих параметров прочность брикетов сначала повышается, некоторый период остается почти неизменной, а затем падает.

Начальное повышение прочности с увеличением давления можно объяснить тем, что за счет увеличения давления зерна угля, ориентируясь определенным образом, приходят в более плот-

ное соприкосновение. При этом увеличивается суммарное действие поверхностно-активных сил на границах раздела и улучшается условие обтекания зерен связующим веществом. В результате чего пленка становится минимально тонкой. Все это и приводит к увеличению адгезии, т. е. повышает прочность брикетов.

Уменьшение прочности брикетов при высоком давлении можно объяснить тем, что зерна угля прорывают пленки связующего вещества и нарушают тем самым прочность сцепления; одновременно происходит разрушение отдельных угольных зерен.

V. Установление оптимальных параметров брикетирования

С учетом выдвинутых теоретических положений, были проведены экспериментальные лабораторные и полужаводские исследования, позволившие определить оптимальные технологические параметры брикетирования с различными видами связующих веществ: фусами, тяжелыми смолами полукоксования, комбинированным связующим, состоящим из смеси фусов и тяжелой смолы, а также из смеси фусов с угольной пылью.

Определившиеся в процессе исследования закономерности изменения прочности брикетов в зависимости от технологических факторов прессования еще раз подтвердили правильность предположения о явлениях, происходящих на границе раздела фаз связующее — уголь и о роли связующего в процессе формирования угольных зерен в брикет.

Установленные в лабораторных условиях оптимальные параметры брикетирования были затем проверены и уточнены на полужаводской брикетной установке Отдела энергетики ВСФ АН СССР, имеющей общую производительность до 3,5 тонн брикетов в час.

Найденные оптимальные параметры брикетирования и характеристика брикетов сведены в таблице 2.

Одинаковые во всех случаях режимы прессования, как это видно из таблицы, позволяют сравнить качество брикетов, изготовленных с различными связующими веществами.

В результате можно сделать вывод, что изготовление из каменноугольной и полукоксовой мелочи брикетов кондиционной прочности зависит от типа связующего и его количество в шихте.

На основании данных, полученных в процессе экспериментальных исследований, была разработана технологическая схема брикетирования каменноугольной мелочи с использованием в качестве связующего жидких отходов полукоксовых заводов.

Оригинальной частью схемы является узел подготовки и дозировки комбинированного связующего, состоящего из смеси фусов с тяжелой смолой.

VI. Использование брикетов для энергетических и технологических целей

С целью определения возможных путей использования брикетов были проведены исследования в двух направлениях. Определялись их теплотехнические свойства и устанавливалась возможность получения из брикетов кускового полукокса.

Теплотехнические свойства брикетов изучались в процессе сжигания их в укрупненной лабораторной нагревательной печи. Для сравнения в этой же печи сжигался рядовой уголь. Расход топлива колебался для рядового угля от 20 до 29 кг, а для брикетов — от 30 до 40 кг в час.

Теплотехнические испытания брикетов показали их явное преимущество перед рядовым углем. Так, в случае одинакового режима дутья при сжигании брикетов тепловое напряжение колосниковой решетки увеличилось почти в два раза, удельный тепловой поток возрос примерно в 1,7 раза, резко снизились потери от механического недожога (почти полностью отсутствовал унос и провал). КПД топки возрос на 8—10%.

Изучался также характер выгорания связующего и прочность брикетов при их сжигании. Брикеты, загруженные на слой горящих брикетов, сразу воспламеняются и горят вначале длинным коптящим, а затем почти бесцветным пламенем. За время испытаний не было замечено ни одного случая рассыпания брикетов в огне. Все это говорит о высокой термостойкости брикетов.

В качестве теоретических обоснований, позволяющих предполагать возможность спекания при полукоксовании слабоспекающихся угольных зерен брикетов, изготовленных со связующим, были использованы некоторые положения, изложенные в ряде работ.

Так, в «Общей теории спекания угольных смесей», разработанной Л. М. Сапожниковым, указывается на то, что с целью повышения спекаемости загрузки, необходимо добавлять в коксовую шихту угли, способные переходить в легкотекучее состояние.

Работами К. И. Сыскова, доказывается, что добавка пека в коксовую шихту изменяет природу поверхностей угольных зерен, делая их более клейкими, и увеличивает количество плавких веществ, участвующих в спекании. Также установлено, что уплотнение шихты значительно увеличивает освоение плавких веществ в единице объема.

Параметры брикетирования угольной

и полукоксовой мелочи и характеристики брикетов

Тип связующего	Технологические параметры брикетирования					
	крупность угля, мм	влажность угля, %	давления прессования, кг/см ²	колич. связующего, %	температура шихты, °С	температура прессования, °С
	Брикетирование					
Фусы натуральные	0—3	3,5	300	15	70	50
Фусы окисленные	0—3	3,5	300	12	90	65—70
Фусы после разгонки	0—3	3,5	300	11	80	60
Фусы после обработки угольной пылью	0—3	3,5	300	15	80	60
Тяжелая смола	0—3	3,5	800	10	70	50
Тяжелая смола после окисления	0—3	3,5	300	8	90	70
Тяжелая смола после разгонки	0—3	3,5	300	9	80	60
Комбинированное связующее (окисленная смесь фусов и тяжелой смолы)	0—3	3,5	300	9	80	60
	Брикетирование					
Фусы окисленные	0—3	не более 3,5	300	15	80	70
Тяжелая смола после разгонки	0—3	не более 3,5	300	11	80	70

Характеристика брикетов										Примечание
сопротивление раздавливанию, кг/см ²	сопротивление стиранию, %	сопротивление сбрасыванию, %	влагопоглощение (за 24 часа), %	остаточная проч. (после пребыв. в воде в течение 3 часов), %	термоустойчивость	слипание				
угольной мелочи										
98,3	58,5	—	4,63	96,0	Удовлетворительная	Не спекаются				
113,4	63,6	—	5,00	94,0	"	"	а) скорость окисления 1,5 л/мин. на 1 кг, б) время окисления — 1 час			
105,0	76,0	—	5,25	92,0	"	"	Т-ра разгонки — 230°С			
93,0	76,0	—	5,68	88,0	"	"	а) соотношение угольной пыли и фусов 1:1, б) крупность угольной пыли 0—1 мм			
—	65,6	80,5	4,32	91,5	"	"				
—	80,5	95,5	4,54	96,8	"	"				
—	73,7	92,5	4,73	90,5	"	"	Температура разгонки — 335°С			
—	48,6	89,8	4,86	92,5	"	"	Соотношение фусов и тяжелой смолы 1:9			
полукоксовой мелочи										
—	57,5	83,0	5,88	87,0	"	"				
—	59,5	84,5	5,76	88,0	"	"	Температура разгонки — 335°С			

144398

ЦЕНТРАЛЬНАЯ НАУЧНАЯ
БИБЛИОТЕКА
А.Н. КИРГИЗОВОЙ ССР

В трудах Б. А. Онусайтиса показано, что для получения прочного кокса из слабоспекающихся углей необходимо в шихту добавлять смолу или пек. Эти вещества в процессе прокалики обеспечивают смачивание угольных зерен, создают на их поверхностях дополнительное количество дисперсионной среды, которая способствует размягчению, последующему диспергированию и, в конечном итоге, прочному спеканию угля.

В трудах Б. В. Дерягина, разработавшего теорию аутогезии, объясняется возможность срастания однородных тел по образующимся при нагреве пластифицированным поверхностям.

Работами Е. М. Тайца и В. З. Анненковой практически показана возможность повышения спекания слабоспекающихся углей за счет органической добавки.

Анализируя методы увеличения спекания угля, выдвигаемые в вышеуказанных работах, можно сделать вывод о том, что предварительное брикетирование со связующим слабоспекающихся углей должно резко улучшить их спекание. Так как в момент брикетирования произойдет уплотнение шихты, а в процессе прокалики связующее значительно повысит способность угля к спеканию.

С целью проверки этого предположения были проведены специальные термографические, пластометрические и микроскопические исследования. Они подтвердили положительную роль связующего в процессе спекания угольных зерен. Так, за счет наличия связующего вещества увеличивается пластический слой шихты брикета, зона основного термического эффекта расширяется и смещается в сторону более низких температур, связующие оплавливают поверхность угольных зерен, создавая на ней дисперсионную среду, проникают в микротрещины, в результате угольные зерна разбухают, увеличивая давление вспучивания.

В процессе экспериментальных лабораторных исследований было установлено, что одним из решающих факторов, позволяющих получить прочный полукокс из брикетов, является температурный режим их прокалики. Было установлено, что для получения прочного полукокса необходим «мягкий» режим прокалики.

Эти исследования также показали, что прочность полукокса в большой степени зависит от изменения технологических параметров брикетирования. Так, с увеличением давления прессования и количества связующего прочность полукокса возрастает. Однако, прочность с увеличением количества связующего повышается до определенного предела, т. к. слишком толстая пленка связующего не дает возможности слияния отдельных угольных зерен.

С целью проверки данных, полученных в лабораторных условиях, партия брикетов в отдельных корзинках была пропущена с общей загрузкой через печи типа «Лурги». Эти опыты показали высокую термоустойчивость брикетов и еще раз подтвердили возможность получения из брикетов кускового полукокса.

Предварительный технико-экономический расчет организации брикетирования в условиях углехимического предприятия показал экономическую целесообразность этого метода, позволяющего рационально использовать ценные сорта технологических углей и реализовать отходы полукоксовых заводов.

ВЫВОДЫ.

В итоге проделанной работы получены следующие основные результаты:

1. Установлено, что фусы и тяжелые смолы полукоксования могут быть использованы в качестве связующих веществ при брикетировании каменноугольной мелочи.

2. Изучены свойства фусов полукоксования, впервые применяющихся в качестве связующего при брикетировании углей. Установлено, что связующие свойства фусов зависят от соотношения составляющих их компонентов, которые, в свою очередь, могут изменяться и регулироваться путем изменения режима работы предварительных холодильников конденсационной линии печей полукоксования.

3. Определены оптимальные режимы обработки фусов и тяжелых смол полукоксования, позволяющие повысить их связующие свойства.

4. Разработаны некоторые теоретические представления об особенностях процесса формирования угольных зерен в брикет при наличии связующего вещества. Эти представления показывают, что образование брикета может рассматриваться с точки зрения четырехфазного процесса и явлений адгезии и когезии.

5. Разработана методика, позволяющая определять смачивающую способность различных связующих веществ на поверхности угля и дающая возможность сравнивать их связующие свойства еще до изготовления брикетов. Методика основана на определении краевых углов смачивания в проходящем свете.

6. Разработанные теоретические представления о механизме образования брикетов подтвердились экспериментальными данными, полученными при лабораторном и полужаводском брикетировании угольной мелочи с различными видами связующих веществ.

7. Определены оптимальные параметры брикетирования и разработана технологическая схема брикетирования мелочи черемховских углей с различными связующими веществами. Оригинальной частью схемы является узел подготовки и дозировки комбинированного связующего, состоящего из смеси фусов и тяжелых смол полукоксования.

8. Установлено, что энергетические свойства брикетов значительно выше рядового угля. Так, удельный тепловой поток больше примерно в 1,7 раза, тепловое напряжение колосниковой решетки — почти в два раза, а КПД топки на 8—10%.

9. Путем проведения специальных пластометрических, термографических и микроскопических исследований показана активная роль связующего в процессе спекания слабоспекающихся угольных зерен брикета в монолит полукокса.

10. Установлены зависимости прочности полукоксобрикетов от технологических параметров брикетирования. Выяснено, что температурный режим полукоксования брикетов должен быть «мягким» и протекать со скоростью подъема температур 2—3° в минуту.

11. Предварительный техникоэкономический расчет организации брикетирования каменноугольной мелочи с использованием в качестве связующего жидких отходов полукоксовых производств показал высокую экономическую эффективность и целесообразность организации углебрикетного производства на углехимических предприятиях.

12. Полученные в настоящей работе экспериментальные данные и выводы использованы проектной организацией, проектирующей брикетную фабрику для одного из комбинатов Иркутского совнархоза.

* * *

По основным разделам диссертации опубликованы следующие печатные работы:

1. Д. М. Аптер, А. Л. Перепелица, В. П. Окладников. О брикетировании мелочи и отходов обогащения углей Иркутского бассейна. Сборник «Полукоксование углей Восточной Сибири». Труды ВСФ АН СССР, серия техническая, вып. 9, стр. 95. Иркутск, 1956 г.

2. В. П. Окладников. Использование тяжелых смол и фусов полукоксования для производства каменноугольных брикетов. Сборник «Коксование углей Иркутского бассейна по новой технологии». Труды ВСФ АН СССР, серия техническая, вып. 11, стр. 63, Иркутск, 1957 г.