

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

«Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»

Институт естественных и точных наук

Факультет «Химический»

Кафедра «Экология и химическая технология»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

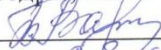
Заведующий кафедрой, д.х.н.,
проф.

 В.В. Авдин
23 июля 2017 г.

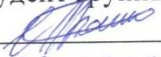
Совершенствование процессов подготовки шихты для коксования

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ-18.03.01.2017.465.03.00 ПЗ ВКР


Руководитель работы, доцент
кафедры, к.х.н.

 Т.В. Варламова
23/06 2017 г.

Автор работы,
студент группы ЕТ-453

 Е.А. Балин
23 июля 2017 г.

Нормоконтролер, доцент кафедры,
к.х.н.

 К.Р. Смолякова
23 июля 2017 г.

Челябинск 2017

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет»
(Национальный исследовательский университет)
Институт естественных и точных наук
Факультет «Химический»
Кафедра «Экология и химическая технология»
Направление 18.03.01 «Химическая технология»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой, д.х.н.

 В.В. Авдин

23 июня 2017 г.

ЗАДАНИЕ

на выпускную квалификационную работу студента

Балина Евгения Андреевича

Группа ЕТ – 453

1 Тема работы:

«Совершенствование процессов подготовки шихты для коксования»

утверждена приказом по университету от 23.04.2017 №835 приложение 92

2 Срок сдачи студентом законченной работы 21 июня 2017 г.

3 Исходные данные к работе:

Учебники, монографии, справочная и периодическая литература по технологии производства сульфата аммония из аммиака коксового газа.

Данные, полученные при прохождении преддипломной практики на ОАО «Мечел-Кокс» в цехе улавливания №1.

Производственная мощность установки частичного брикетирования угля – 270320 тонн в год.

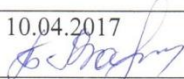



4 Содержание пояснительной записки (перечень подлежащих разработке вопросов):

- 1) обзор литературных данных об объёмах производства кокса на мировом рынке, основных технологиях брикетирования угля на коксохимических предприятиях;
- 2) основная часть: расчёт материального баланса производства брикетов; расчёт материального баланса частичного брикетирования угля по предлагаемой схеме производства; расчёт основного оборудования, вводимого дополнительно в схему производства;
- 3) технико-экономическая часть: расчет стоимости оборудования и здания отделения брикетирования; расчет основных экономических показателей частичного брикетирования углей; расчет экономического эффекта проведенных мероприятий по совершенствованию процессов подготовки шихты для коксования;
- 4) раздел БЖД: анализ опасных и вредных факторов в отделении брикетирования; проведение мероприятий по обеспечению безопасных условий труда;

5 Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей, плакатов): презентация выпускной квалификационной работы в Power Point, включающая в себя титульный слайд; актуальность; цели и задачи; объекты и методы исследования, основные результаты исследования, выводы, заключение.

Всего 15-20 слайдов

6 Консультанты по работе, с указанием относящихся к ним разделов работы

Раздел	Консультант	Дата, подпись	
		Задание выдал (консультант)	Задание принял (студент)
Литературный обзор	Варламова Т.В.	10.04.2017 	
Основная часть	Варламова Т.В.	10.04.2017 	

7 Дата выдачи задания 10.04.2017

Руководитель  /Т.В. Варламова/

Задание принял к исполнению  /Е.А. Балин/

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Наименование этапов выпускной квалификационной работы	Срок выполнения этапов работы	Отметка о выполнении руководителя
Литературный обзор	31.10.2016- 31.01.2017	
Основная часть	31.10.2017- 31.05.2017	

Заведующий кафедрой _____  /В.В. Авдин/

Руководитель работы _____  /Т.В. Варламова/

Студент _____  /Е.А. Балин/

АННОТАЦИЯ

Балин Е.А. «Брикетирование углей» - Челябинск: ЮУрГУ, ЕТ – 453,87 с., 18 ил., 31 табл., библиогр. список – 30наим., 3 прил.

После анализа существующего технологического процесса подготовки углей к коксованию на ООО «Мечел – Кокс», предложен вариант усовершенствования технологического процесса, путём введения отделения брикетирования части шихты.

При усовершенствовании технологического процесса, будет внедрено отделение брикетирования части шихты, поступающей на одну угольную башню. Применение брикетирования части шихты позволит увеличить насыпную плотность шихты, при загрузке её в камеры коксования, что приведёт к увеличению качества получаемого кокса и повышению производительности коксовых батарей.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	8
1 СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОДГОТОВКИ УГЛЕЙ К КОКСОВАНИЮ	
1.1 Сырьевая база коксования и её характеристики.....	9
1.1.1 Требования к шихте коксования.....	9
1.1.2 Технологическая ценность углей.....	9
1.1.3 Составные части угля, определяемые техническим анализом.....	10
1.1.4 Физические свойства углей.....	14
1.1.5 Технологические свойства углей.....	14
1.1.6 Классификация каменных углей.....	16
1.1.7 Составление угольных шихт.....	17
1.1.8 Факторы, учитываемые при составлении шихт для коксования.....	18
1.2 Теоретические предпосылки и технологические возможности улучшения качества кокса.....	19
1.2.1 Проблемы связанные с качеством шихты.....	19
1.2.2 Возможности увеличения насыпной плотности загрузки при коксовании.....	20
1.2.3 Общие понятия о брикетировании.....	20
1.2.4 Теоретические основы процесса брикетирования со связующим.....	20
1.2.5 Роль связующих веществ при коксовании частично брикетированных шихт.....	21
1.3 Состояния и тенденции развития метода частичного брикетирования шихты перед коксованием в России и зарубежом.....	24
1.4 Сравнения отечественных и зарубежных технологий приготовления частично брикетированных шихт.....	27
1.5 Оборудование для брикетирования шихты.....	30
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ПРОЕКТА	
2.1 Описание существующей технологической схемы подготовки углей к коксованию на действующем предприятии ООО «Мечел – Кокс».....	37
2.1.1 Основное технологическое оборудование, применяемое на действующем предприятии ООО «Мечел – Кокс».....	41
2.2 Усовершенствованная технологическая схема подготовки углей к коксованию, включающая отделение брикетирования.....	47
2.2.1 Основное оборудование для отделения брикетирования.....	47
2.2.2 Методы контроля качества брикетов.....	51

3 РАСЧЁТНАЯ ЧАСТЬ ПРОЕКТА	
3.1 Расчёт сырья для производства брикетов.....	55
3.2 Расчёт количества оборудования.....	56
3.3 Тепловой расчёт смесителя.....	58
4 ОРГАНИЗАЦИОННО – ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ПРОЕКТА	
4.1 Затраты на производство 1 тонны брикетов в месяц.....	61
4.2 Производственная программа на год.....	62
4.3 Себестоимость 1 тонны шихты на ООО «Мечел – Кокс».....	63
4.4 Проектная себестоимость 1 тонны шихты.....	63
4.5 Расчёт экономической эффективности.....	66
5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ	
5.1 Анализ опасных и вредных факторов в отделении брикетирования.....	67
5.2 Мероприятия по обеспечению безопасных условий труда.....	68
5.2.1 Микроклимат.....	68
5.2.2 Вредные химические вещества.....	70
5.2.3 Производственное освещение рабочих мест.....	72
5.2.4 Производственный шум.....	74
5.2.5 Производственная вибрация.....	74
5.2.6 Статическое электричество.....	75
5.2.7 Электромагнитное излучение.....	75
5.2.8 Электробезопасность.....	76
5.2.9 Безопасность производственных процессов.....	77
5.2.10 Пожарная безопасность.....	77
5.2.11 Эргономика и производственная эстетика.....	79
5.3 Охрана окружающей среды.....	79
5.4 Гражданская оборона и чрезвычайные ситуации.....	80
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	81
ПЕРЕЧЕНЬ ПРИНЯТЫХ СОКРАЩЕНИЙ.....	82
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	83
ПРИЛОЖЕНИЯ	
ПРИЛОЖЕНИЕ А. Существующая технологическая схема подготовки углей к коксованию на ООО «Мечел – Кокс».....	85
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Усовершенствованная технологическая схема подготовки углей к коксованию.....	86
ПРИЛОЖЕНИЕ В. Технологическая схема отделения брикетирования.....	87

ВВЕДЕНИЕ

Чёрная металлургия – базовая отрасль промышленности, объёмы производства в которой стабильно наращиваются во всём мире.

Одним из основных переделов в металлургическом цикле является доменное производство, предполагающее использование каменноугольного кокса как топливного и восстановительного агента. Совершенствование конструкций доменных печей, улучшение гранулометрического состава и повышение железа в железорудных материалах, применение комбинированного дутья и повышение его температуры в совокупности приводит к тому, что кокс «работает» в доменной печи в более жёстких условиях.

В конечной стоимости выплавляемого металла на долю кокса в индустриально развитых странах приходится 50 % [16]. В России на одну тонну чугуна требуется от 415 до 440 кг, каменноугольного кокса, в Японии этот показатель составляет 320...360 кг.

Одним из основных направлений понижения доли кокса в стоимости металла, является улучшение его качества.

Требования к качеству каменноугольного кокса сводятся к следующему: высокая газопроницаемость его насыпной массы, обусловленная высокой механической прочностью при высоких температурах; необходимая плотность кокса, которая обуславливает его истираемость [1].

Однако в условиях ухудшения марочного состава, современная угольная сырьевая база характеризуется нестабильностью (как по марочному составу, так и по технологическим свойствам) и неравномерностью поставок углей решение задачи улучшения качества кокса является серьёзной проблемой [13].

Весьма важную роль в получении каменноугольного кокса требуемого качества отводят подготовке углей и их смесей к коксованию [4].

Одним из перспективных направлений повышения качества каменноугольного кокса и снижения его расхода в доменном производстве, является специальная подготовка углей и их смесей к коксованию, которая возможна термическим и нетермическим методом [9].

Темой данной работы является разработка участка подготовки углей к коксованию, которая позволила бы улучшить качество кокса на ООО «Мечел – Кокс».

1 СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОДГОТОВКИ УГЛЕЙ К КОКСОВАНИЮ

1.1 Сырьевая база коксования и её характеристики

Два сырьевых компонента составляют основу металлургического процесса: руда и уголь. Россия владеет огромными запасами угля, как энергетического, используемого в качестве топлива (на тепловых станциях, в жилищно-коммунальном хозяйстве), так и коксующегося – сырья для коксохимических производств, выпускающих кокс для доменных печей и чугунолитейных вагранок. Но «хорошие», с точки зрения металлургов, угли марок К (коксовые), КЖ (коксовые жирные), и Ж (жирные), с низкой зольностью и высокой коксуемостью и спекаемостью, есть всего в четырёх крупных угольных бассейнах страны: Кузнецком, Печорском, Южно-Якутском и Улугхемском (Республика Тыва). Балансовые запасы коксующихся углей России оцениваются в 50,1 млрд т, из них 41,4 млрд т (82%) – разведанные.

По оценке Института конъюнктуры рынка угля (ИНКРУ), дефицит лучших марок составляет в России не менее 10 млн т в год. Это связано как с выбытием нескольких шахт в Воркуте и Кузбассе по причине их отработки, так и с закрытием многих шахт на волне реструктуризации отрасли [16].

1.1.1 Требования к шихте для коксования

Для получения доменного кокса в ранние годы привлекались хорошо коксующиеся, малозольные угли одной, двух или трёх марок. В настоящее время производится коксование угольных шихт, в состав которых в определённом соотношении входят различные марки и технологические группы коксующихся углей.

Сырьём для получения кокса служат каменные угли и их смеси, которые подвергаются определённому термическому воздействию.

Каменные угли являются единственным видом углей, из которых получают кокс, необходимый в металлургической промышленности.

Соответственно, шихта для коксования по своим физико-механическим свойства должна обеспечивать требуемые свойства конечного продукта – кокса.

1.1.2 Технологическая ценность углей

Многовариантность подхода к оценке технологической ценности углей для коксования указывает на актуальность существующей проблемы. Это вызвано, с одной стороны, потребностью металлургического передела в коксе с параметрами качества, обеспечивающими высокопроизводительную работу доменного производства, с другой – дефицитом коксующихся углей, определяющих качество и стоимость кокса.

Для потребителя угольного сырья основным требованием к поставщикам угольного концентрата является их стабильность по качеству и маркировочной

структуре. Своевременная оценка качества угольных концентратов обеспечивает равномерность производства кокса.

1.1.3 Составные части угля, определяемые техническим анализом

Определение элементарного состава угля производится в основном для исследовательских и теоретических работ.

Во всех остальных случаях ограничиваются проведением технического анализа угля, которым охватывается определение содержания влаги, золы, серы и выхода летучих веществ.

Влажность

Влага, содержащаяся в угле, является балластом. Избыток влаги снижает качество угля, усложняет условия его транспортировки и переработки.

В зимних условиях влажность угля более 5...6 % приводит к его смерзанию и затруднениям при выгрузке у потребителя. В связи с этим возникает необходимость снижения влаги рядовых углей до 4...5 %. Общая влажность угля (рабочая влага W^p , %) представляет собой сумму двух видов влаги – внешней W_1 и внутренней W_2 .

Внешняя влага удаляется из угля при сушке на воздухе. Содержание влаги в углях не зависит от их природы. Внешняя влага попадает в уголь при добыче, гидравлическом обогащении и в результате атмосферных осадков. Внутренняя влага содержится в воздушносухом угле; её называют также гигроскопической влагой. Эту влагу приравнивают к лабораторной (W^l), или аналитической (W^a). Она прочно связана с органической массой угля и зависит от её капиллярности, пористости и относительной влажности окружающей среды. Содержащаяся рабочая влага определяется по следующей формуле, %:

$$W^p = W_1 + W^a ((100 - W_1) / 100).$$

Обогащенные угли закономерно содержат большее количество влаги (9 -12 %). Как было упомянуто выше, влажность углей является важным технологическим показателем их качества и оказывает существенное влияние на технологию подготовки и коксование углей. Повышенная влажность уменьшает плотность загрузки насыпной массы углей, вынуждая удлинять период коксования углей и увеличивать расход тепла, что снижает производительность печей.

Зольность

Зола представляет собой смесь неорганических минеральных веществ, оставшихся после полного сгорания угля при доступе воздуха.

Зольность угля определяется путём сжигания аналитической пробы (тонкоизмельчённой) массой 1...2 грамма в открытом тигле, помещаемых в муфельную печь с температурой $(800 \pm 25)^\circ\text{C}$. Зольность аналитической пробы A^a вычисляют по формуле, % :

$$A^a = b \cdot 100/a,$$

где b – масса зольного остатка, г;

a – навеска угля, г.

Пересчёт зольности на сухую массу угля A^c производится по формуле, % :

$$A_c = A_a \cdot 100 / (100 - W_a),$$

где W – содержание влаги в испытуемой пробе угля, %.

Зольность рабочей пробы угля A определяют по формуле, % :

$$A^p = A^a (100 - W^p) / (100 - W^a).$$

Зольность в пересчёте на сухую массу угля равна, % :

$$A^c = A^p \cdot 100 / (100 - W^p).$$

Зольность кокса всегда выше зольности угольной шихты и определяется по формуле:

$$A_k^c = A_{ш}^c \cdot K_{оз},$$

где A_k^c – зольность кокса в пересчёте на сухую её массу;

$A_{ш}^c$ – зольность угольной шихты а пересчёте на сухую массу;

$K_{оз} = 100/V_k$ – коэффициент озоления или расходный коэффициент угля;

V_k – выход сухого валового кокса из сухой угольной шихты, определяемый по формуле:

$$V_k = (((100 - V_{ш}^c)100) / (100 - V_k^c)) + d,$$

где $V_{ш}^c$ – выход летучих веществ в пересчёте на сухую зольную угольную шихту, % ;

V_k^c – выход летучих веществ кокса, который принимается в размере до 1 %;

d – разница между выходом кокса в производственных лабораторных условиях.

Она зависит от режима коксования и выхода летучих веществ и может составлять 1...6 %.

Количество и качество золы зависят от условий образования органической массы угля, строение угольного пласта и характеристики пород почвы и кровли угольного пласта.

Зольность углей во всех бассейнах колеблется в широких пределах. Коксующиеся угли, имеющие зольность выше 7 %, должны подвергаться обогащению с целью снижения их зольности.

Сернистость угля

Сера в угле и коксе является одной из наиболее вредных примесей. Сера в твёрдых горючих ископаемых находится в виде минеральных и органических сернистых соединений. Эти соединения участвуют в процессах превращения исходных растительных материалов в горючие ископаемые. Сера, входящая в органические соединения, называется органической. К минеральным сернистым соединениям относятся пиритное (FeS_2) и сульфатное ($\text{FeSO}_4, \text{CaSO}_4$) соединения серы. Повышение содержания серы увеличивает расход кокса и флюсов в доменном процессе, снижает производительность самого процесса и вызывает красноломкость металла при горячей обработке.

Уровень содержания серы в угольной шихте и в металлургическом коксе нормируется.

Определение общего содержания серы в угле производится по стандартным методикам. Наиболее распространённым является сульфатный метод. При этом навеску угля сжигают в примеси окиси магния и соды, образовавшийся остаток растворяют и осаждают в виде серноокислого бария, который затем взвешивают.

Общее содержание серы в аналитической пробе угля вычисляют по формуле, % :

$$S_{\text{общ}}^{\text{P}} = 0,1373(a_1 - a_2) 100/a,$$

где a – навеска угля;

a_1 – масса серноокислого бария;

a_2 – масса серноокислого бария, полученного при глухом опыте;

0,1373 – коэффициент пересчёта массы серноокислого бария в массу серы.

Выход летучих веществ

Выход летучих веществ в определённой мере характеризует термическую устойчивость углей. Он связан с особенностями химического строения органической массы углей и позволяет делить угли по маркам и оценивать их пригодность для коксования. При нагреве угля без доступа воздуха происходит его разложение с образованием газообразных, жидких продуктов и твёрдого углеродистого остатка. Газообразные и жидкие продукты называются летучими веществами. Летучие вещества в угле не содержатся, а образуются в процессе нагревания, поэтому выход летучих веществ является функцией теплового режима при их определении [5]. Выход летучих веществ у различных углей различный.

Выход летучих веществ является одним из важных показателей, характеризующих технологические свойства углей. Этот показатель в значительной мере определяет отнесения углей к той или иной группе или марке

в классификации. При определении выхода летучих веществ получают тигельный коксовый остаток, по характеристике которого ориентировочно определяют спекаемость угля.

Определение выхода летучих веществ проводят посредством нагревания аналитической пробы угля массой 1 грамм в фарфоровом тигле с притёртой крышкой в специальной электрической печи при температуре 850 °С в течение 7 минут. Убыль массы отнесённую к массе аналитической пробы (%), за вычетом количества аналитической влаги принимают за выход летучих веществ:

$$V^a = (b \times 100/a) - W^a,$$

где a – навеска угля, г;

b – убыль массы навески, г.

Выход летучих веществ, отнесённый к массе аналитической пробы угля, может колебаться в зависимости от влажности и зольности. Поэтому его обычно пересчитывают на горючую массу по формуле, %:

$$V^r = V^a(100/(100 - (W^a + A^a))).$$

Петрографический состав углей

Петрография – это наука, изучающая строение горных пород, их минералогический состав и свойства.

Видимая невооружённым глазом структура углей весьма разнообразна и неоднородна. По макростроению угли бывают: блестящие, полублестящие и матовые. Часто в одном пласте чередуются полосы матового и блестящего угля. Микроскопическое строение петрографических составляющих углей позволяет получить более детальную информацию о свойствах их органической массы. Макроскопическая характеристика составляющих полосчатых каменных углей:

- блестящий уголь (витрен) – твёрдый хрупкий, с ячеистым изломом, обладает сильным стекловидным блеском;

- матовый уголь (дюрен) – наиболее твёрдый ингредиент, вязкий, плотный, блеск матовый, внешне неоднороден;

- полублестящий уголь (кларен) – по всем макроскопическим свойствам занимает промежуточное положение между витреном и дюреном, имеет заметное слоистое строение;

- волокнистый уголь (фюзен) – наименее твёрдый ингредиент, рыхлый, легко растирающийся в порошок, цвет бархатисто – чёрный, напоминает обычный древесный уголь.

Спекаемость и коксуемость

При нагревании каменных углей без доступа воздуха их органическая масса претерпевает сложные физико – химические превращения, в результате которых в зависимости от природы угля образуется разное количество газообразных, парообразных, жидких и твёрдых продуктов.

По свойствам полученного твёрдого остатка угли характеризуются понятиями спекаемости и коксуемости. Под спекаемостью подразумевается способность углей при нагревании свыше 470...550 °С, проходя стадию пластического состояния, образовывать в твёрдом состоянии прочный пористый продукт. Коксуемость определяет способность угля при самостоятельном коксовании или в смеси с другими углями образовывать кокс.

1.1.4 Физические свойства углей

Плотность углей – это масса одного кубического метра угля с внутренними минеральными примесями, но лишённого пор, трещин и несвязанной воды. Истинная плотность органической массы углей зависит от их природы, петрографического состава и степени метаморфизма. В связи с этим даже однотипные угли разных бассейнов и месторождений имеют различные значения истинной плотности. Под кажущей плотностью угля подразумевают плотность единицы объёма его пористой органической массы. Она всегда меньше истинной плотности угля. Кажущая плотность каменных углей изменяется в пределах 1200...1300 кг/м³. Зная истинную и кажущуюся плотность угля, можно определить его пористость по уравнению:

$$P = (d_{и} - d_{к}/d_{и})100,$$

где P – пористость угля, %;

$d_{и}$ – истинная плотность, кг/м³;

$d_{к}$ – кажущая плотность, кг/м³.

Плотность насыпной массы называется масса одного кубического метра угля в свободной или уплотнённой засыпи. Она зависит от гранулометрического состава угля (соотношения зёрен различной крупности), а также от его влажности.

Установлено, что минимальная плотность насыпной массы угля наблюдается при его влажности в пределах 8...10 %. С уменьшением или увеличением влажности плотность насыпной массы угля увеличивается.

1.1.5 Технологические свойства углей

Свойство коксуемости углей определяются не одним качеством угля, а комплексом физико – химических свойств его. Поэтому при определении в лабораторных условиях свойств коксуемости угля пользуются многими методами, которые позволяют характеризовать спекаемость, степень его вязкости в пластическом состоянии, температурные границы пластичности, порядок газовыделения, внутрипластическое давление распираия и другие свойства, обуславливающие пригодность углей для коксования [5]. Для определения коксующих свойств угля применяют следующие способы:

1 Тигельный, при котором определяется выход летучих веществ в фарфоровом тигле с притёртой крышкой. Характеристика спекаемости угля носит

описательный характер и составляется по внешнему виду полученного коксового королька.

2 Метод Рога. Спекаемость определяется по механической прочности королька кокса, полученного при нагревании брикета из смеси 1 грамма испытуемого угля и 5 грамм антрацита. Значение индекса Рога в зависимости от свойств углей колеблется от 0 до 80 единиц.

3 Метод свободного вспучивания основан на сопоставлении внешнего вида тигельного коксового остатка, получаемого при нагревании угля в закрытом тигле при 820 °С, со стандартным нумерованным образцом. Метод принят в системе Международной классификации для определения спекаемости.

Всестороннее изучение процесса спекания невозможно без определения вспучивания углей в пластическом состоянии. Под вспучиванием углей понимают увеличение объёма их пластической массы в результате газовой выделения при нагреве и свободном расширении угля в каком – либо направлении.

4 Метод ИГИ – ВУХИИ (Восточный углехимический институт) основан на способности спекающихся углей при нагревании в условиях свободного вспучивания давать коксовый остаток увеличенного объёма. Сущность метода заключается в нагревании при 580 °С брикетированной навески угля и определении разницы высот брикета до и после нагревания. Полученная разница (мм) служит показателем способности углей вспучиваться и называется числом вспучивания.

5 Метод ИГИ ДМетИ позволяет получить динамику вспучивания углей в процессе спекания. Сущность метода заключается в нагреве брикета угля в предварительно разогретой печи и определении периода до начала вспучивания (Пи), продолжительности и величины вспучивания угольного брикета в условиях свободного расширения в трубке. Модернизированный дилатометр ИГИ ДМетИ с длинной трубкой обеспечивает более правильную оценку сопоставимости результатов испытаний для шихты любого качественного состава независимо от свойств и доли участия в них высокометоморфизованных компонентов [4].

Наиболее информативным способом определения коэффициента технологической ценности угля, представляется метод проведения индивидуальных коксований угольного концентрата. В этом случае коэффициент технологической ценности угля выражается из количественной оценки прочностных свойств получаемого кокса – показателей M_{25} и M_{10} . Эти показатели дают, в общем, представление о пригодности угольного концентрата для использования его в угольной шихте при производстве металлургического кокса. Использование нормативных документов ГОСТ 25543 – 88, ТУ 1104 – 076100 – 00190437 – 159 – 96, ГОСТ 5953 – 93, ГОСТ 5954.1 – 91 позволяет с большей достоверностью использовать полученные результаты [11].

1.1.6 Классификация каменных углей

Классификация углей – это их систематизация по отдельным отличительным признакам и свойствам. В России имеются технологические классификации для каждого угольного бассейна в таблице 1.1 представлена технологическая

классификация углей Кузбасского бассейна). Это объясняется тем, что угли различных бассейнов при одинаковых классификационных параметрах спекаемости при самостоятельном коксовании или коксовании в смесях могут давать различный кокс. Основными параметрами технологической классификации углей для коксования являются: выход летучих веществ (1/г, %) и толщина пластического слоя (У, мм).

Для международной классификации была разработана система шифров, по которой подразделяются каменные угли. Каждый класс обозначается трёх цифровым индексом. Первая цифра шифра индекса означает класс каменного угля, установленный по выходу летучих веществ и теплоте сгорания. Всего установлено 10 классов с цифрами от 0 до 9. Вторая – разделяет классы угля на группы по спекающей способности, определяемой методами Рога или индексом вспучивания. Каждый класс разбивается на четыре группы по возрастающей степени спекаемости с цифрами от 0 до 3. Каждая группа разбита на шесть подгрупп по коксуемым свойствам углей.

Таблица 1.1 - Технологическая характеристика углей Кузбасского бассейна

Марка углей		Технологическая группа углей	Выход летучих веществ, %	Толщина пластического слоя, мм
Наименование	Обозначение			
Длиннопламенный	Д	-	37	-
Газовый	Г	Г6	35	5...6
		Г12, Г14, Г17	35	16...25
Жирный	Ж	Ж16, Ж10, Ж13	35...27	13...20
		Ж18, Ж21, Ж26	35...27	21
Коксовый	К	К8, К10	27...18	21
		К13, К14, К19	27...18	14...20
Отощённый спекающийся	ОС	ОС6	22...14	6...13
		ОС	22...14	-
Тощий	Т	-	17...19	-

1.1.7 Составление угольных шихт

Составляя угольную шихту для коксования, прежде всего заботятся о получении кокса заданного качества. Кроме того, угольная смесь должна обеспечивать необходимую полноту спекания, а при переходе углей в пластическое состояние – достаточное, но не опасное для кладки печей давление распирающего, способствующее образованию хорошей структуры и кусковатости кокса. Наряду с этим стремятся обеспечить надлежащий уровень выхода летучих веществ. Необходимого качества кокса можно достичь путём подбора углей, входящих в состав угольной шихты, зная их свойства и влияние на качество [4].

Возможные сочетания технологических групп углей в угольной шихте и влияние их свойств на спекаемость и коксуемость:

Газовые угли в настоящее время почти на всех коксохимических заводах являются обязательным компонентом шихты.

Н.С. Грязнов описывает многочисленные случаи коксования газовых углей и приходит к выводу, что наиболее отличительными свойствами этих углей являются большая текучесть в пластическом состоянии, низкая температура разложения и большая скорость газовой выделения в зоне полукокса.

Большая текучесть и однородность пластической массы из газовых углей придают коксовому веществу хрупкость, а значительная скорость газовой выделения, которое протекает после затвердевания, вызывает сокращение объёма полукокса и кокса и возникновение внутренних напряжений. Поэтому при коксовании газовых углей происходит значительная усадка коксового пирога, возникает большая трещиноватость кусков кокса, который приобретает значительную хрупкость.

Необходимо при вводе в шихту газовых углей обращать внимание на их индивидуальные свойства и при появлении тугого хода повышать температуру коксования либо удлинять период коксования [5].

Жирные угли являются главным основным компонентом современных шихт и обеспечивают получение хорошо спекающегося и проплавленного кокса с высокой механической прочностью. Однако, при избыточном содержании их в шихте развивается поперечная трещиноватость в коксе и он становится мелкокусковым.

Коксовые угли эти угли в шихте обеспечивают нормальную структуру, высокую прочность и однородную кусковатость кокса. Обладая сравнительно высокой спекаемостью, они отличаются от жирных углей тем, что принимают ограниченное количество отошающих добавок [10].

Отощенные спекающиеся угли делают шихту менее усадочной, снимают трещиноватость кокса и упрочняют его.

На большие коксохимические заводы угли или концентраты поставляются со многих шахт и обогатительных фабрик. В связи с этим угли, примерно близкие по составу и технологическим свойствам, на заводах объединяют в шахтогруппы.

Следует отметить, что непрерывный рост объёма производства кокса и ограниченные ресурсы хорошо спекающихся углей вызывают необходимость комплексного использования угольной сырьевой базы.

При составлении угольных шихт наряду с их технологическими свойствами учитываются также следующие показатели: обогатимость, зольность, сернистость, выход летучих веществ и химических продуктов [4].

1.1.8 Факторы, учитываемые при составлении шихт для коксования

Размер зёрен хорошо и слабо спекающихся углей. Рациональное измельчение углей с заметным снижением содержания пылевидных фракций приобретает важное значение из-за снижения спекающей способности современных угольных шихт, обусловленного уменьшением в них доли углей марок Ж и К. Размер зёрен

хорошо спекающихся углей (толщина пластического слоя $y = 10...11$ мм) определяется с учётом получения максимального количества термоустойчивых жидкоподвижных продуктов деструкции, а также размера поверхности слабоспекающихся, неспекающихся зёрен углей и минеральных включений. Слабоспекающиеся и неспекающиеся угли следует измельчать тонко, но с образованием минимально возможной поверхности запекания.

Порозность угольной загрузки

В коксующейся угольной загрузке имеется 40...50 % воздушных пор, которые препятствуют спеканию продуктов деструкции угольных зёрен и получению кускового кокса. Поэтому весьма важным технологическим фактором является величина отношения образовавшегося количества вспененных термостойких жидкоподвижных продуктов деструкции к объёму пустот. Процессам взаимодействия жидких продуктов деструкции в пластической зоне в значительной мере способствует и давление парогазовых продуктов в этой зоне, которое обуславливается количеством и качеством образовавшихся термоустойчивых и термонеустойчивых жидкоподвижных продуктов деструкции. Качественная характеристика жидкоподвижных продуктов в свою очередь зависит от элементарного состава и строения органической массы углей, от количества кислородсодержащих соединений. Все эти факторы влияют на параметры и макростроение зоны углей.

Смешение зёрен углей разной крупности и стадии метаморфизма

Шихту, состоящую из разных зёрен углей различной крупности и стадии метаморфизма, следует тщательно смешивать по объёму загрузки. При этом в каждой точке объёма шихты будет иметь одинаковые технологические свойства, что обусловит и одинаковые параметры пластического слоя по мере его продвижения в хорошо усреднённой загрузке и одинаковые свойства кокса по объёму куска.

Минеральные примеси в угольной шихте

Минеральные примеси, как неспекающийся компонент шихты, заметно ухудшает механическую прочность кускового кокса. Практикой установлено, что эти примеси следует тонко измельчать, чрезмерно не увеличивая поверхность их взаимодействия с продуктами деструкции спекающихся углей.

Влажность угольной загрузки

Этот технологический параметр также существенно влияет на физико – химические условия коксования шихты. При подсушивании шихты снижается порозность угольной загрузки и повышается её температуропроводность. Оба этих фактора положительно влияют на процессы спекания и коксообразования, что приводит к повышению механической прочности кускового кокса.

1.2 Теоретические предпосылки и технологические возможности улучшения качества кокса

1.2.1 Проблемы связанные с качеством шихты для коксования

В условиях нестабильного рынка кокса европейские металлургические фирмы заинтересованы в повышении надёжности обеспечения качественным коксом.

Несколько десятков лет назад производство кокса в Европе выглядело совершенно иначе: кокса было вполне достаточно на мировом рынке. Но, постоянное ужесточение требований к охране окружающей среды, а следовательно и удорожание процесса производства кокса, привело к закрытию многих коксовых батарей [12].

Таким образом, главной задачей коксохимической промышленности на данный момент состоит в том, чтобы обеспечить металлургические отрасли коксом в необходимом количестве и максимально удовлетворять требования к качеству кокса.

В свою очередь, качество получаемого кокса зависит в значительной мере от качества подготовки углей и правильности составления угольных шихт [1].

В последние годы в шихтах коксования систематически снижается количество хорошоспекающихся углей в связи с сокращением их добычи и в перспективе такая тенденция сохранится. Наряду с ухудшением марочного состава, современная угольная сырьевая база характеризуется нестабильностью (как по марочному составу, так и по технологическим свойствам) и неравномерность поставок по отдельным предприятиям. В условиях ухудшения и нестабильности угольной сырьевой базы получение доменного кокса невозможно без внедрения новых технологических процессов подготовки и коксования углей [13].

Разрабатываемые нетермические методы подготовки должны учитывать особенности развития сырьевой базы коксования, необходимость её дифференциации, состояние печного фонда, требования доменщиков к качеству кокса и в целом должны помочь решить две важные проблемы: получения кондиционного кокса при прогрессирующем ухудшении сырьевой базы коксования и колеблющемся марочном составе шихт; а также создание активных технологических приёмов воздействия на шихту, смеси углей и в конечном счёте на качество кокса.

Одним из эффективных нетермических способов улучшения коксующести шихт с большим (более 50...60 %) содержанием слабоспекающихся углей является частичное брикетирование со связующими веществами [26].

1.2.2 Возможности увеличения насыпной плотности загрузки при коксовании

Шихта, загружаемая в печную камеру свободной засыпью, занимает лишь 50...65 % её объёма. Уменьшение объёма этих пустот можно считать одним из путей повышения производительности коксовых батарей. Наиболее прогрессивные и результативные современные способы увеличения плотности

загрузки – это уплотнение угольной шихты методами трамбования, частичного брикетирования шихты [14].

Уплотнение уменьшает промежутки и создаёт тесный контакт между зёрнами угля, снижает газопроницаемость пластической массы и усиливает процессы гидрирования и пластификации летучими продуктами деструкции неразмываемых микроэлементов и осколков макромолекулярной структуры. В результате появляется возможность вводить в шихты повышенное количество слабоспекающихся газовых и отощённых углей, а также несспекающихся присадок, существенно расширяя сырьевую базу коксования.

1.2.3 Общие понятия о брикетировании

Брикетирование угля представляет собой процесс превращения угольной мелочи, путём прессования её, в кусковой продукт.

В зависимости от химического возраста угля и его физико – химических свойств технологический процесс брикетирования осуществляется с применением добавок к углю, для получения прочных брикетов, связующих веществ или без таких добавок. На данный момент возможно применение брикетирование каменного угля без связующих, что существенно удешевляет и упрощает процесс брикетирования. [6,22].

1.2.4 Теоретические основы процесса брикетирования со связующим

Процесс брикетирования со связующим состоит из нескольких стадий. Главными являются адсорбция связующего вещества брикетируемым материалом и образование на поверхности частичек угля тонкой плёнки. Прочность брикета зависит от сил сцепления плёнки связующего с поверхностью материала (силы адгезии) и прочности образующейся плёнки (силы когезии).

Линия раздела поверхностей связующего и угля названа П. А. Ребендером периметром смачивания, а угол θ_0 – краевым углом смачивания. Он определяется соотношением величин поверхностного натяжения на границе раздела фаз газ – твёрдое – жидкость.

В процессе взаимодействия связующих и твёрдых частичек происходит также адсорбция, которую количественно оценивают из уравнения Гиббса:

$$\Gamma = - (C / R \cdot T)(d\sigma / dC),$$

где Γ – адсорбция;

C – концентрация;

R – универсальная газовая постоянная;

T – абсолютная температура;

$d\sigma/dC$ – поверхностная активность.

Адгезия зависит от шероховатости, пористости и влажности угля. При взаимодействии угля и связующего играют роль не только ванн – дер – ваальсовы силы, но и образование водородных связей за счёт фенольных ОН-

икарбоксильных СООН-групп угля. Поэтому адгезия во многом зависит от макромолекул и надмолекулярных структур связующего на поверхности раздела. Интенсивность адгезии определяет величину адсорбционного полуслоя, вместе с объемным полуслоем составляющего слой связующего.

Дальнейшие процессы структурообразования обусловлены аутогезией, то есть ассоциацией слоёв связующего, покрывающих угольные зёрна.

Прочность брикета определяется прочностью связующего, которая зависит от интенсивности внутренних связей, обуславливающей когезию. Когезия по величине всегда меньше адгезии.

Для образования связи между частицами брикетируемого материала необходимо усилие, которое обеспечивает контактирование по адсорбционно-сольватным оболочкам связующего. Прочность брикета будет максимальной, когда внешнее давление обеспечивает сближение частичек на расстоянии, при котором прослойки связующего в местах контактов твёрдой фазы становятся равным толщине адсорбционного полуслоя.

При брикетировании углей со связующим большое значение имеет влажность. Повышенное содержание влаги препятствует адсорбции связующего, а пониженное - вызывает необходимость большого расхода связующего вещества. Для каменноугольной мелочи оптимальной является влажность от 2 до 4 % [1].

1.2.5 Роль связующих веществ при коксовании частично брикетированных шихт

Коксохимическая промышленность имеет значительный опыт применения органических добавок в шихтах для коксования. С этой целью используются вещества нефтяного и коксохимического производства: мазут, керосин, битумы, остатки высокотемпературных процессов, каменноугольную смолу, пек, отходы производства и др.

Широкая гамма возможных органических добавок характеризуется различным их агрегатным состоянием: твердые, пластические и жидкие. Это обуславливает различную технологию их присадки в шихту для коксования.

Вещества, способные соединять разобшённые твёрдые тела и сохранять их прочный контакт в условиях значительных внешних воздействий, называются связующими (клеями, адгезивами).

Для брикетирования каменных углей и антрацитов применяют органические связующие в жидком и твёрдом виде.

Нефтесвязующие представляют собой тяжёлый остаток от переработки смолянистых нефтей, обладающих характерными свойствами высокомолекулярных соединений (ВМС). Нефтесвязующие при температуре окружающей среды находятся в твёрдом состоянии. Имеют цвет от чёрного до тёмно – бурого

Каменноугольная смола – это чёрно – бурая вязкая жидкость, содержащая до 10 % свободного углерода в виде карбенов и карбоидов. Остальное – сплошные ароматические и гетероциклические соединения с небольшим включением непредельных углеводородов. Смола применяется для производства

каменноугольного пека, в результате термического крекинга смола разделяется на самостоятельные фракции, конечной из которой является пек.

Каменноугольный пек – твердый, хрупкий продукт чёрного цвета с раковистым изломом. Он относится к тяжелым остаткам перегонки каменноугольной смолы коксования, полученным при температуре 360...380

Каменноугольный пек обладает высокой спекаемостью. Его коксовое число находится в пределах 37...42%. Брикетты, изготовленные на пеке, отличаются высокой термоустойчивостью.

Сланцевые битумы – это остаточный продукт комплексной переработки смолы, получаемой при газификации горючих сланцев. Сланцевая смола, пройдя вакуумную отгонку, образует различные продукты фракционирования.

При температуре выше 325 °С образуются сланцевые мазуты и тяжёлый остаток – битумы. Этот остаток обладает свойствами, близкими к нефтяным битумам и каменноугольным пекам.

Смола полукоксования (первичная смола, дёготь) является основным продуктом термического разложения угля без доступа воздуха при температурах, не превышающих 550 °С.

Смола полукоксования – это тёмно – бурая вязкая жидкость. В химическом отношении она представляет собой сложную смесь органических высокомолекулярных соединений.

Фусы полукоксования – это отходы углехимического производства при полукоксовании. Они представлены на 50% смолами тяжёлых фракций и твёрдых углеродистых включений. Они относятся к категории отходов продуктов, выход которых составляет около 1% от массы перерабатываемого угля. По внешнему виду фусы – густая вязкая смола тёмно – коричневого цвета[2].

Связующие для новой технологии должны обладать вяжущими и спекающими свойствами и обеспечивать: технологичность при брикетировании, то есть высокий выход и качество брикетов, надёжную работу брикетных агрегатов и вспомогательного оборудования; эффективность при коксовании, то есть получение достаточно прочного кокса; отсутствие побочных отрицательных эффектов; доступность, то есть обеспеченность значительными ресурсами; экологичность; экономичность.

Испытания, проводимые с отощённой шихтой Череповецкого металлургического комбината содержание брикетов в коксуемой загрузке составляло 30 %, расход связующего 7 % от брикетируемой массы [28].

Исследования показали, по технологичности при брикетировании все испытанные каменноугольные связующие и большинство нефтесвязующих соответствуют предъявляемым требованиям.

Брикетты, полученные с использованием каменноугольных связующих, имеют повышенную прочность при сжатии, а с нефтяными связующими(исключение битумы) – при сбрасывании.

Изменение показателей прочности кокса при использовании нефтяных связующих представлена в таблице 1.2, где в качестве базового варианта принято качество кокса производственной шихты Череповецкого металлургического

комбината(вариант 1) без брикетирования. В зависимости от вида связующего, различия получаемого кокса по прочности достаточно велики [13].

Таблица 1.2 – Изменение показателей прочности кокса при использовании нефтяных связующих

Способ брикетирования	Без брикетов	Брикетирование части шихты			Брикетирование слабоспекающейся части шихты		
		1 (базовый)	2	3	4	5	6
Варианты шихты							
Марочный состав шихты, %:							
Г	32	65	55	45	59	52	45
Ж	35	20	15	20	20	20	20
К	15	5	10	5	5	5	5
ОС	15	5	10	15	8	11,5	15
Т	3	5	10	15	8	11,5	15
Содержание брикетов в шихте, %	0	45	50	50	25	35	46
Показатели прочности, %:							
M ₂₅	80,7	80,2	79,8	79,4	84,2	81,3	81,5
M ₁₀	9,2	9,2	9,3	9,7	9,0	9,0	8,1
Связующее – нефте БН-70/30							

Механизм действия органических добавок по данным ВУХИНа и УПИ состоит в сдвиге реакций термодеструкции в сторону протекания восстановительных процессов, что приводит к увеличению образования жидких нелетучих продуктов деструкции. Об этом свидетельствует снижение в газах содержание водорода и метана, образующего в интервале температур до 500 °С.

Результатами являются снижение кажущей вязкости пластической массы, увеличение толщины пластического слоя, расширение границ температурного интервала пластического состояния углей.

Таким образом, применение органических добавок следует рассматривать как одно из перспективных направлений улучшения качества кокса и расширения угольной сырьевой базы [1].

1.2.6 Брикетирование без использования связующих веществ

Сравним метод брикетирования с использованием связующих веществ в виде пеков, фусов и битумов с методом без использования связующих.

Во-первых, необходимость использования связующих значительно усложняет и удорожает процесс брикетирования каменных углей, т.к. предопределяет операции по глубокому обезвоживанию и термической сушке исходного угля до минимальных значений по влажности, т.е. до 2-3%. Во-вторых, необходимость тщательного перемешивания угля со связующими сопряжено с использованием дополнительного оборудования, а именно: малаксеров и различных дозирующих устройств. В-третьих, существующие технологии брикетирования каменных

углей и антрацитов не предназначены для использования в качестве исходного сырья тонкодисперсных угольных шламов класса 0-1,0 мм, образующихся при добыче и его переработке, сбрасываемых в отстойники этих предприятий, ухудшающих экологическое состояние окружающей среды в угледобывающих регионах.

При брикетировании углей без добавления связующих прессованию подвергают угольные шламы отстойников шахт и углеобогачительных фабрик, а полученные брикеты направляют на сушку и последующее охлаждение, после чего на внешнюю поверхность брикетов наносят защитное покрытие для предохранения их от вредного воздействия окружающей среды.

1.3 Состояния и тенденции развития метода частичного брикетирования шихты перед коксованием в России и за рубежом

Вопросы уплотнения угольной шихты для производства кокса способами гранулирования и брикетирования либо всей её массы, идущей на коксование, либо только части, были в центре внимания исследователей в России ещё в 50 – 60-е годы.

В 1964 году Гипрококсом был выполнен проект опытно промышленной установки по частичному брикетированию угольной шихты на КМК производительностью 25 т/ч. Однако установка не была построена, так как отсутствовал пресс достаточной производительности. Сотрудниками Гипрококса на Харьковском опытном КХЗ проведены коксования шихт, частично уплотнённых методом брикетирования без связующего. Брикетирование производилось на лабораторном валковом прессе. Брикетированию подвергали производственную шихту: К – 22 %, Ж – 32 %, ОС – 16 % и Г – 30 %. Ситовый состав шихты: класс > 6 мм – 3,6 %, класс 6...3 мм – 10,0 %, класс 3...0 мм – 86,4 %. Производительность прессы 760 кг/ч. Из смеси 75 % брикетов и 25 % шихты была получена засыпь с насыпной плотностью 985 кг/м³. Для проверки эффективности влияния насыпной плотности на прочность кокса, опытные коксования проводили в ящиках при периоде 14 и 35 минут. Для этого использовали газовые угли.

Е. М. Тайц, Ф. Н. Покровская и другие провели широкое исследование по коксованию шихт. Этими авторами было установлено, что при расширении сырьевой базы коксования за счёт слабоспекающихся углей прочность кокса значительно возрастает при добавке этих углей в шихту в виде брикетов. Повышение однородности кокса наблюдается при восстановлении спекаемости углей, из которых получены брикеты. Однако при этом в коксовом массиве отчётливо видно структуру брикетов. Этого эффекта можно избежать путём добавки к брикетированному углю связующего в некотором количестве, чтобы свойства пластической массы шихты и брикетируемого слабоспекающего угля были идентичны.

В ИГИ разработан способ получения доменного кокса из шихты, содержащей до 70 % газовых углей и предварительно брикетируемой с 5 % связующего. Кокс

из такой шихты по качеству не уступает коксу, полученному из шихты 70 % хорошо спекающихся углей. Насыпная плотность шихты после уплотнения со связующим повышается на 20 %.

В ВУХИНеИ. М.Лазовский и Н.С. Грязнов провели исследования влияния частичного брикетирования шихты на качество кокса и насыпную плотность шихты. Часть шихт состава: Г – 20 %, ГЖ 26 – 30 %, КЖ 14 – 25 % и ОС 25 % брикетировалась в прессе при давлении 270 МПа. Брикетты имели размеры 120×70×50 мм и массу 460 г. При добавке их к шихте в количестве 20 % насыпная плотность шихты повышалась с 778 до 825 кг/м³, а при добавке 50 % составляла 849 кг/м³. Результаты коксования на опытной 200 кг печи показали, то при этом заметно снижается истираемость кокса: количество класса 0...10 мм в подбарабанном продукте при испытании в барабане Сундгрена снижалось с 54 до 48 и 45 кг.

В 1963 году на Харьковском КХЗ в 200кг коксовой печи были проведены исследования по коксованию шихт с повышенным участием газовых углей при уплотнении угольной загрузки методом частичного брикетирования. Коксовали шихту следующего состава: Г 40%, Ж 23 %, К 20 %, ОС 17 %, подготовленную шихту по схеме ДШ с измельчением до 90 % содержания класса 0...3 мм. Влажность шихты составляла 8...11 %.

Проведённые исследования показали, что плотность брикетированной шихты возрастает и достигает максимального значения при участии в шихте 40...50 % брикетов. При этом насыпная плотность шихты увеличивается на 12,1...13,7 %, а механическая прочность кокса по М₄₀ – с 82,0 до 84,2 %, истираемость М₁₀ снижается с 12,1 до 8,8 % (при одинаковом периоде коксования 15 ч).

Исследования по частичному брикетированию шихты проводили также за рубежом Дж. Шмидт и Е. Ханкель. Брикетты получали на вальцовом прессе с 8 % связующих веществ, размеры брикетов 61×46×36 мм. Исследования показали, что такие брикетты занимают объём 56,8 %, а 43,2 % приходится на межбрикетные пустоты. При плотности брикетов 1290кг/м³ и насыпной плотности 630 кг/м³ получают максимальную насыпную плотность шихты при содержании в ней брикетов 71,1 %. Практически при содержании в смеси 60 % брикетов насыпная плотность шихты возросла до 860 кг/м³. Угли с брикетами коксовали в полузаводской печи с шириной камеры 230 мм при загрузке 200... 300 кг угля. Установлено, что хотя показатель М₄₀ изменился мало, значительно уменьшилась истираемость такого кокса.

В Германии на действующем заводе фирмы «Карл Штиль» на специальном перекрытии над загрузочным вагоном смонтированы валки для брикетирования шихты влажностью 8...10 %. Загрузка брикетированной шихты производится в 40 печных камер высотой 6 м. Насыпная плотность уплотнённой шихты составляет 820...840 кг/м³, что на 15...18 % выше неуплотнённой шихты.

Частичное брикетирование шихты для слоевого коксования нашло широкое распространение в Японии – стране, не имеющей собственных углей для производства кокса, особенно хорошо спекающихся. По некоторым данным, в Японии из частично брикетированной шихты получают кокса около 40 % от

общего его производства в стране. Основной целью разработки процесса коксования частично брикетированных шихт в Японии было сокращение в них доли хорошо спекающихся дорогостоящих американских углей и повышения расхода более дешёвых слабоспекающихся и неспекающихся углей. Общий расход связующего составляет 6...8 % от брикетируемой части шихты. В качестве связующего применяется среднетемпературный каменноугольный пек. Лучшим связующим материалом является высокотемпературный нефтяной пек с температурой размягчения 150...200 °С.

Некоторые фирмы вместо части общей шихты брикетируют преимущественно неспекающиеся её компоненты.

Промышленную проверку эффективности способа частичного брикетирования в России шихты со связующим осуществил УХИН на Днепропетровском КЗХ. Брикет в количестве 26 тыс. тонн были получены на брикетной фабрике Минуглепрома. Опытная шихта содержала лишь 33 % хорошо спекающихся углей марок Ж и К. Содержание битума марки БН – 70/30 в опытной партии брикетов составляло 7,1 %, а их массовая доля в опытной шихте 32 %. Добавка брикетов увеличила насыпную плотность шихты с 750 до 819 кг/м³, то есть на 8,4 %. Что касается качества кокса, то наиболее существенным является снижение истираемости – с 7,8 до 6,8 %.

Испытания полученного кокса на металлургическом заводе им. Г. И. Петровского дало хорошие результаты, увеличилась производительность доменных печей, снизился на 14,8 кг/т удельный расход кокса [1].

Дальнейшие исследования технологии частичного брикетирования шихты проводятся во многих странах. Промышленные установки работают и строятся в Японии, Германии, ЮАР, Индии, КНР, Южной Корее [13].

Общее заключение по результатам исследований:

Таким образом, проведённые полужаводские испытания показали, что частичное брикетирование шихты перед коксованием является эффективной технологией, перспективной для использования на коксохимических заводах.

При введении процесса частичного брикетирования шихты в производство насыпная плотность брикетированной шихты возрастает из-за высокой (~1,2 г/см³) плотности брикетов. Форма брикетов и их масса (в пределах 40...200 г), как правило, существенно не влияет на плотность частично брикетированной шихты, но важное значение имеет, количество брикетов в шихте. Содержание брикетов в количестве 30...35 % является оптимальным, плотность брикетированной шихты при этом возрастает на 8...12 % по сравнению с шихтой без брикетов. Дальнейшее увеличение доли брикетов приводит к снижению плотности загрузки из – за появления между брикетами пустот, не заполненных остальной шихтой [30].

1.4 Сравнения отечественных и зарубежных технологий приготовления частично брикетированных шихт

За рубежом активно занимаются брикетированием отходов, однако информацию об этих технологиях стараются не распространять и достаточно строго охраняют. Необходимо заметить, что зарубежные брикетные производства, даже использующие не отходы, а полноценное сырье, высоко- рентабельны. В развитых странах брикетированию постоянно уделяется самое пристальное внимание. Инвестируются значительные средства в научные и технологические разработки, в строительство новых и совершенствование существующих брикетных производств, особенно использующих отходы или низкосортное сырье. В Англии, Франции, Германии, Чехии, Польше, Турции, США, Австралии и других странах по различным технологиям производят брикеты на базе угольной мелочи в больших объемах. Это обусловлено тем, что при сжигании угольных брикетов, по сравнению с сжиганием рядового угля, повышается на 25-35% КПД топочных устройств, снижаются на 15-20% выбросы сернистого газа, более чем вдвое снижаются выбросы твердых веществ с дымовыми газами, а также на 15-20% снижается недожег горючих компонентов. Metallургическими предприятиями Франции ежегодно перерабатывается в брикеты до 4 млн.т. железосодержащих шламов и улавливаемой в газоочистках пыли. В черной металлургии США и стран Западной Европы уже давно наряду с железосодержащими материалами брикетируются другие мелкие отходы: известковая пыль, отходы ферросплавного производства, некондиционная мелочь плавикового шпата и прочие весьма ценные материалы. На их основе получают шихтовые брикеты и флюсы для металлургического производства. Таким образом, используя отходы в процессе брикетирования, можно существенно экономить энергетические и сырьевые ресурсы, снижать загрязнение окружающей среды, а также создавать новые, эффективные рабочие места и за счет рентабельной работы брикетных производств пополнять местные и федеральный бюджеты. Отсюда очевидно, что брикетирование отходов полностью отвечает целям реструктуризации хозяйства России, в частности, при реструктуризации угольной отрасли имеет смысл создавать брикетные производства для переработки отходов в угольных регионах. В 1858 в Германии пущена первая буроугольная брикетная фабрика, а в 1860 — каменноугольная с вальцевыми прессами. Окускование рудной мелочи брикетированием широко применялось во 2-й половине XIX в. В России метод брикетирования предложен в 30-х гг. XIX в. русским изобретателем А. П. Вешняковым, который разработал метод получения прочных брикетов из отходов древесного и каменного угля, назвав этот вид топлива карболеином. Однако, процесс окускования коксовой мелочи методом брикетирования в России не получил развития в широких производственных масштабах.

В последние годы А. С. Ольферт и Е. М. Тайц показали, что на действующих коксохимических заводах частичное брикетирование можно осуществить в двух вариантах: либо брикетировать со связующим часть всей шихты, либо только её слабоспекающийся компонент. На рисунке 1.1 показана схема подготовки углей к коксованию с частичным брикетированием со связующим, применяемая в Германии [29].

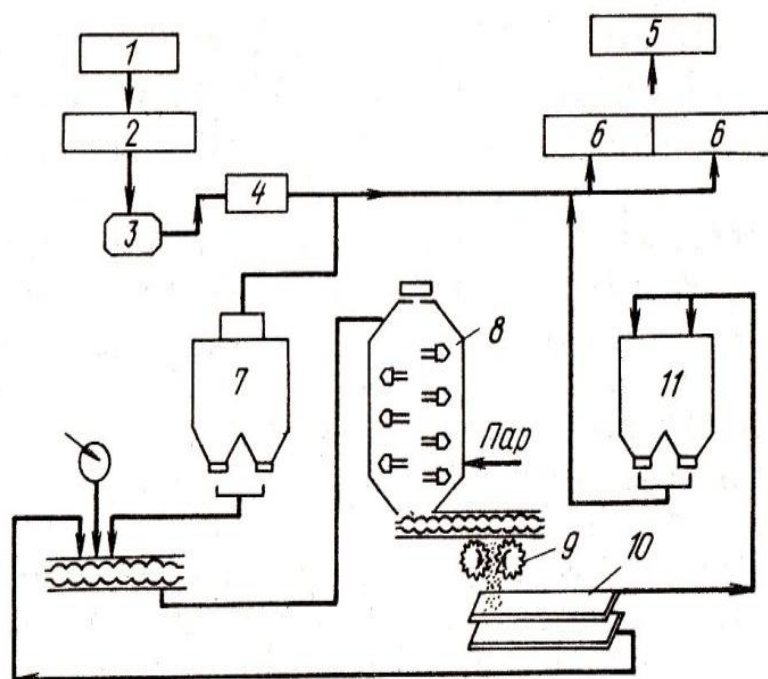


Рисунок 1.1 - Схема подготовки углей к коксованию фирмы «КруппКопперс» (Германия)

Уголь со склада 1 подается в смесительный бункер 2, а затем на дробление 3. После смесителя 4 часть шихты отбирается в бункер 5, а затем совместно со связующим поступает в смеситель 6, куда для плавления связующего подается пар. Затем уголь поступает на прессовочные машины 9 и после холодильников 10 готовые брикеты подаются в бункер 11, откуда подмешиваются к измельченной шихте из бункеров 6 и загружаются в коксовые печи 5. Опыт Японских предприятий показал, что механическая прочность кокса, несмотря на повышение в шихте доли неспекающихся углей при её частичном брикетировании, возрастает. В таблице 1.3 приведены показатели прочности кокса с частичным брикетированием шихты и без неё.

Таблица 1.3 – Показатели прочности кокса с частичным брикетированием шихты и без неё

	Из обычной шихты	Из частично брикетированной
Содержание хорошо спекающихся американских углей с выходом летучих, %:		
Низким	15,9	10,7
средним	23,3	15,7

	Из обычной шихты	Из частично брикетированной
Содержание неспекающихся углей, %	3,0	21,3
Выход летучих, %	26,9	28,7
Зольность, %	8,3	8,1
Индекс вспучивания	0,7	0,67
Максимальная текучесть по Гизелеру, число делений/мин	240	300
Прочность, %:		
M ₁₀	93,1	93,3
M ₄₀	10,1	9,2
M ₄₀	77,6	79,4
Зольность, %	11,1	10,9
Средняя крупность, мм	70,3	70,0

Установка для предварительного брикетирования шихты, применяемая в Японии, несколько усовершенствована по сравнению с установкой фирмы «КруппКопперс» (Германия). Схема этой установки представлена на рисунке 1.2.

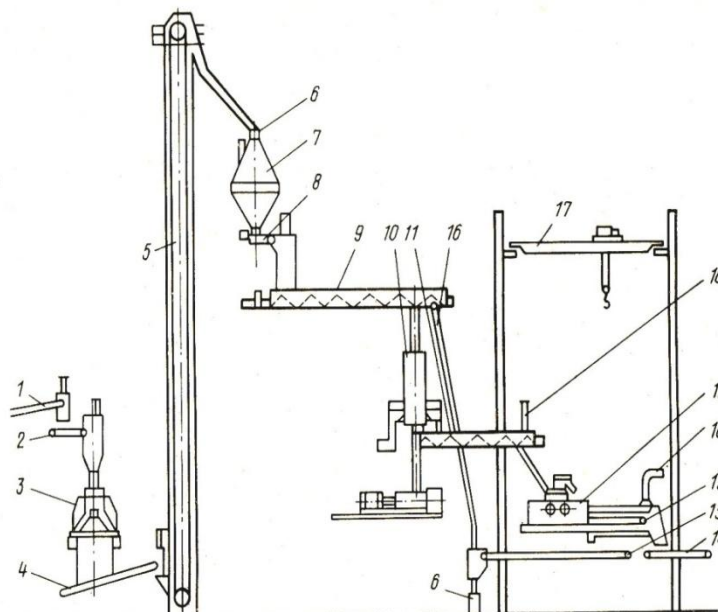


Рисунок 1.2 - Схема установки подготовки углей к коксованию в Японии

Кроме обычных операций подготовки, установка к коксованию в Японии включает следующее: добавленная шихта элеватором подается вверх, в приемный бункер 7 отделения предварительного брикетирования. Далее шихта и связующее из дозатора 8 поступают в двухшнековый смеситель-подогреватель 9, предназначенный для смешения компонентов. В зависимости от консистенции

связующего может применяться подогрев сухим паром. Далее уголь поступает в вертикальный смеситель 10. После этого шихта поступает в смеситель-кондиционер, устанавливаемый перед прессом и далее в двухвалковый пресс 12. На установки предусмотрены системы охлаждения брикетов.

1.5 Оборудование для брикетирования шихты

По технологическому назначению оборудование брикетных отделений делится на оборудование: подготовки и дозирования брикетной массы, смешивание, прессования, сушки или охлаждения.

Для смешения брикетируемой массы используют в специальные вертикальные и горизонтальные смесители.

Горизонтальный двухвальный шнеково-лопастной или лопастной смеситель (рисунок 1.3) представляет собой удлиненное металлическое корыто шириной 0,5 м. Внутри корыта расположены два вала, укомплектованных шнеково-лопастной или лопастной навивкой, вращающихся в противоположные стороны с частотой $60...80 \text{ мин}^{-1}$. Потребляемая мощность 70 кВт. Масса 1,5...2,5 т.

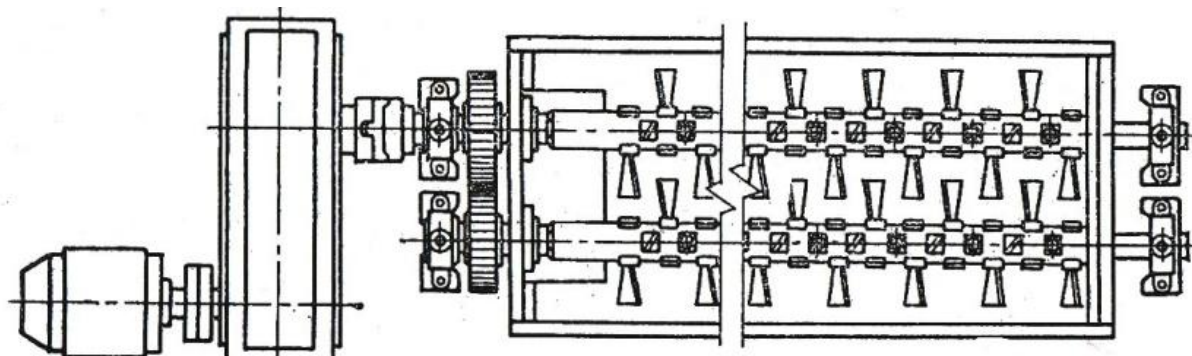


Рисунок 1.3 - Двухвальный лопастной смеситель

Смеситель-дезинтегратор (рисунок 1.4) представляет собой два вращающихся в противоположные стороны ротора, закрепленных на валах. Ротор – это кольцо и диск с расположенными стержнями (типа «Беличье колесо»). Частота вращения роторов $200...600 \text{ мин}^{-1}$; производительность от 10 до 50 т/ч; габаритные размеры: диаметр – 1000...3000 мм; ширина – 500...800 мм; мощность электродвигателя – 50...100 кВт; масса – 2...4 т.

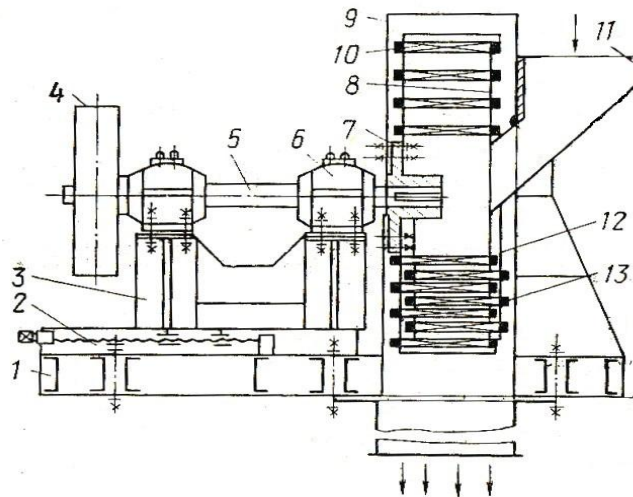


Рисунок 1. 4 - Смеситель – дезинтегратор:

1- рама, 2- винтовое устройство, 3 – передвижная станина, 4 – приводной шкив, 5 – подшипники качения, 7 – диск, 8 – кольца, 9 – кожух, 10 – бичи, 11 – приёмный бункер, 12 – диски, 13 – бичи

Вихревой смеситель – это автоматически работающая разгрузочно-смесительная установка. Она имеет устройство для взвешивания угля, дозировки и подачи связующего, пара и воды. Подготовка брикетной смеси осуществляется путем перевода угля во взвешенное состояние лопастями импеллера и взрыхления в разрыхленную массу зерен тонкораспыленного связующего. Выдача брикетной смеси производится периодически по истечению установленного времени (не более 40...60 с). На рисунке 1.5 показана принципиальная схема вихревого способа смешения угля и жидких связующих [28].

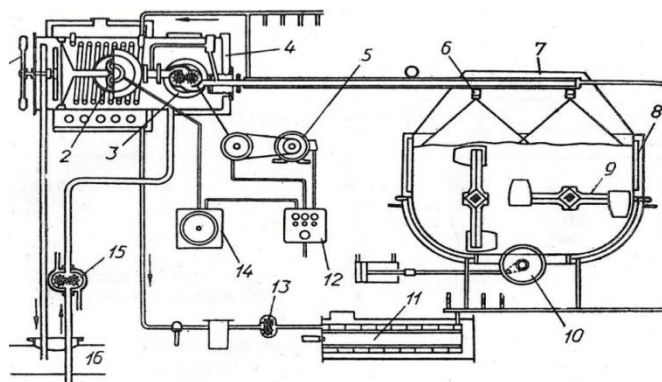


Рисунок 1.5 - Принципиальная схема вихревого способа смешения угля с жидким связующим:

1 – фильтр, 2 – счетчик связующего, 3- насос, 4 – дозатор, 5 – система вторичной коммуникации электродвигателя, 6 – трубки форсунок, 7 – весы, 8 – смесительные агрегаты, 9 – разрыхляющий импеллер, 10 – шибер, 11 – ёмкость для масла, 12 – расходомер, 13 – насос, 14 – прибор механически приводящий в работу насос 3, 15 – насос, 16 – расходная ёмкость

Вертикальный паровой смеситель (малаксер). Малаксер – это наиболее распространённый смесильный аппарат. Он пригоден для подготовки брикетной смеси как с жидким, так и твёрдым связующим. В малаксере осуществляется смешивание компонентов во взвешенном состоянии, что особенно целесообразно в случае применения жидких связующих.

Малаксер (рисунок 1.6) представляет собой вертикальный цилиндр, который имеет высоту 4,5 метров и диаметр 1,4 метров. Материал загружается сверху и медленно проталкивается вращающимися лопастями в горизонтальном и вертикальном направлениях. В результате связующее распределяется в объёме всей смеси за счёт трения между зёрнами и механического вдавливания от воздействия вращающихся лопастей.

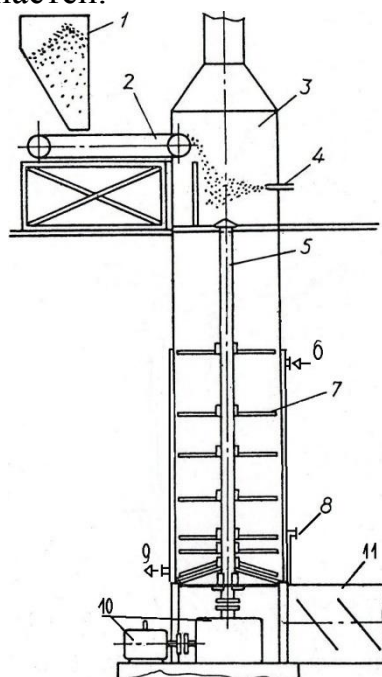


Рисунок 1.6 - Вертикальный смеситель (малаксер)

1 – подача шихты, 2 – камера смешения, 3 – форсунка - распылитель, 4 - вал, 5 - малаксер, 6 – трубы с паром, 7 – серповидные лопасти, 8 – регулировочный затвор, 9 - привод, 10 – выдача брикетной смеси

Технологическая характеристика основных показателей метода подготовки брикетной смеси в вихревом и вертикальном паровом смесителях в таблице 1.4.

Таблица 1.4 – Технологическая характеристика основных показателей метода подготовки брикетной смеси в вихревом и вертикальном паровом смесителях

Показатели	Единица измерения	Способ смешивания	
		Вихревой	Малаксер
Производительность	т/ч	50	45
Время смешивания	Мин	0,7... 1	до 10
Расход связующего	%	7,0...7,5	7,0 ...7,5
Мощность электродвигателя	кВт	94	45
Механическая прочность брикетов на сбрасывание	%	95	85

Для брикетирования полезных ископаемых применяют механические прессы различной конструкции с одно – и двухсторонним обжатием брикетной смеси, непрерывного и прерывного действия с электрическим и паровым приводом.

Вальцовый пресс (рисунок 1.7) представляет собой аппарат, состоящий из питателя - загрузчика (распределительной чаши), валков с бандажными кольцами и станины с размещенной на ней системой гидравлического сжатия валков. Техническая характеристика вальцового пресса представлена в таблице 1.5 [2].

Таблица 1.5 – Техническая характеристика вальцового пресса

Параметры	Показатели
Производительность, т/ч	45
Частота вращения валков, мин ⁻¹	8 ...12
Удельное давление прессования, Мпа	20...70
Усилия, развиваемые прессом, МН	0,8
Допустимый зазор между валками, мм	1
Размеры прессующих валков, мм	
диаметр	1000
ширина	500
Мощность электродвигателя, кВт	200
Габаритные размеры, мм	
длина	9000
ширина	5000
высота	7500
Масса, т	54

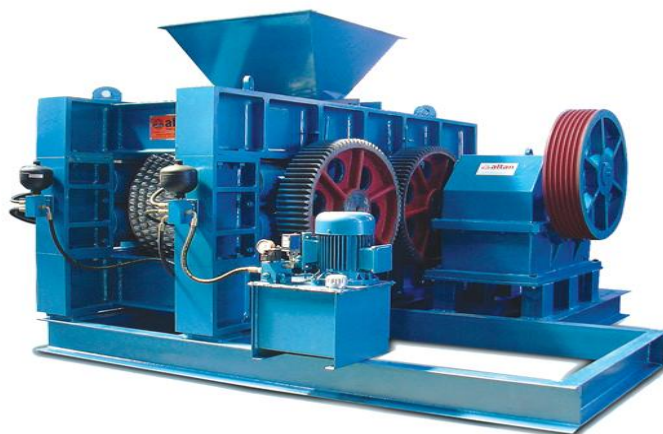


Рисунок 1.7 – Вальцовый пресс

Также могут применяться аппараты статического прессования, например, изготовленный в России ПБГ-400 (рис 1.8). Исходный материал для брикетирования загружается в бункер. При рабочем ходе пуансон выдает материал в матрицу, где происходит сжатие материала в замкнутом пространстве с расчетным давлением. При достижении расчетного давления движение пуансона прекращается, затвор перемещается, образуя открытое пространство для

выталкивания брикета пуансоном. После выталкивания брикета затвор возвращается в исходное положение. Таким образом, цикл брикетирования завершен. Основными характеристиками брикетного пресса следует считать удельное давление прессования, которое может достигать порядка 200 МПа, а так же размеры брикета [25]. Характеристики гидравлического пресса статического прессования представлены в таблице 1.6.

Таблица 1.6 – Техническая характеристика ПБГ-400

Показатели	Значение
Размеры брикетов, длина x диаметр, мм	50x50
Производительность расчетная, кг/час *	25
Усилие прессования максимальное, кН	400
Максимальное давление гидросистемы, МПа	20
Мощность привода, кВт	25



Рисунок 1.8 – Пресс гидравлический ПБГ – 400

Охлаждение готовых брикетов является заключительной операцией технологического отделения брикетирования. Охлаждение осуществляется на специальных конвейерах, отличающихся от обычных своей конструкцией, длиной и шириной. Скорость движения такого конвейера не превышает 0,1...0,2 м/с. Диаметр ленты не менее 1500 мм, ширина – 1800...2200мм, а длина в зависимости от производительности от 50...300 м. При недостаточном естественном охлаждении применяется принудительный обдув брикетов воздухом. Иногда на верхней ветви конвейера устанавливается ряд форсунок для орошения брикетов распыленной водой. Форсунки закрепляются в несколько рядов по длине и ширине ленты так, чтобы факел распыления охватывал всю поверхность охлаждаемых брикетов. Для повышения эффекта охлаждения брикеты обдувают горячим воздухом, вызывая быстрое испарение влаги и отдачу тепла. Расход воды составляет около 100 л/ч, скорость воздуха 15...25 м/с, время обдува 30...40 сек.

Вспомогательное оборудование- это оборудование, которое обеспечивает загрузку полезных ископаемых в аккумулирующие бункеры и резервные склады, дозировку сырья, а так же аппаратура приточно – вытяжной вентиляции.

Для выгрузки материала из бункеров и складов применяются питатели. Типы питателей весьма разнообразны. Выбор конструкции питателя определяется свойствами сыпучего материала и требованиями, предъявляемыми к точности дозирования. По характеру движения рабочего органа питатели разделяют на четыре группы (рисунок 1.8):

- с поступательным движением рабочего органа (ленточные, пластинчатые, скребковые);
- с вращающимся рабочим органом (шнековые, тарельчатые, секторные);
- с возвратно-поступательным движением (качающиеся, плунжерные);
- с вибрационным движением рабочего органа (электровибрационные).

Рабочим органом ленточного питателя является конвейерная лента, огибающая два барабана – приводной и натяжной. Рабочая (верхняя) ветвь ленты лежит на опорных роликах. Производительность ленточного питателя регулируется путем изменения высоты материала по ленте шибером или путем изменения скорости движения ленты с помощью вариатора.

На коксохимических заводах ленточные питатели применяют для подачи угля из бункеров отделений для приёма на ленточные конвейеры.

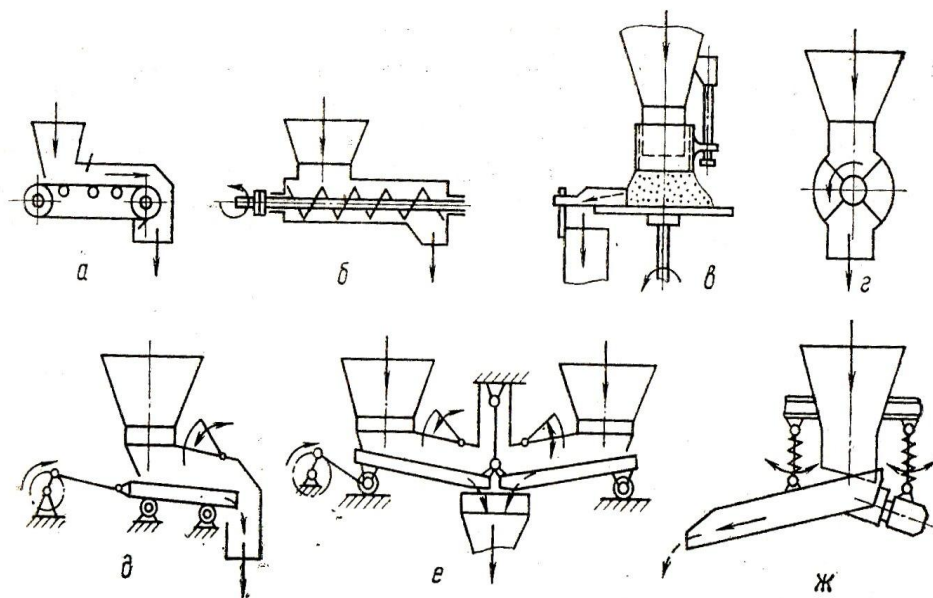


Рисунок 1.8 - Питатели:

а – ленточный, б – шнековый, в – тарельчатый, г – секторный, д – качающийся одинарный, е – качающийся сдвоенный (дуплекс-питатель), ж – электровибрационный.

Рабочий орган шнекового питателя – шнек расположенный в кожухе, на опорных подшипниках. При вращении шнека материал, поступающий из бункера, перемещается вдоль оси шнека к выпускному отверстию питателя. Эти питатели рекомендуется применять для подачи порошковых и мелкокусковых материалов.

Производительность регулируется изменением угловой скорости шнека с помощью вариатора.

Тарельчатые питатели применяются в дозирочных отделениях углеподготовительных цехов и на углеобогащительных фабриках.

Секторные питатели применяются для подачи и дозирования пылевидных хорошо сыпучих и мелкокусковых материалов. Рабочим органом является ротор с радиальными лопастями. Лопасти ротора и корпус питателя образует изолированные секции. При вращении ротора секции в верхней части заполняются материалом, поступающим из бункера, а при повороте их на 180° материал высыпается в разгрузочный патрубок.

Качающийся питатель представляет собой лоток, опирающийся на катки. Возвратно-поступательное движение лотку сообщается с помощью кривошипно-шатунного механизма.

Электровибрационный питатель состоит из лотка, к днищу которого присоединён электромагнитный вибратор. Лоток с вибратором подвешен на пружинных тягах к рампе бункера. Движение материала происходит при вибрации лотка. К достоинствам этих питателей относятся: надёжное дозирование материалов с различной насыпной плотностью, от порошковых плохосыпучих до кусковых, отсутствие механического привода и быстроизнашивающихся частей, простота конструкции, возможность автоматического регулирования производительности.

В настоящее время на коксохимических заводах в качестве типового дозирочного устройства применяют автодозаторы (рисунок 9) ЛДА – 100 [7].

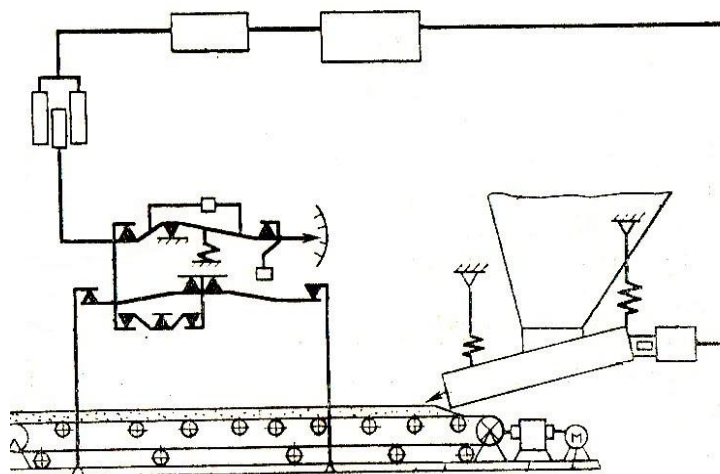


Рисунок 1.9 - Схема автодозатора ЛДА – 100

Вывод по разделу один

- выполнена работа по изучению литературных источников,
- рассмотрены: технологические схемы брикетирования шихты, применяемые за рубежом и оборудование для производства брикетов.

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ПРОЕКТА

2.1 Описание существующей технологической схемы подготовки углей к коксованию на действующем предприятии ООО «Мечел – Кокс» (Приложение А)

Углеподготовительный цех состоит из четырёх основных отделений:

- 1 Участок углеприёма (УУ),
- 2 Отделение предварительного дробления (ОПД),
- 3 Отделение дозирования (ОД),
- 4 Отделение окончательного дробления (ООД).

В состав каждого участка входит соответствующее оборудование.

1 Участок углеприема

Участок углеприема состоит из: гаражей размораживания грузов №№ 1, 2; вагоноопрокидывателей с электровозом-толкателем, управляемым дистанционно машинистом вагоноопрокидывателя и дробильно-фрезерными машинами; барабанных дробилок для предварительного дробления углей; открытого склада угля; перегрузочных станций и конвейеров.

На коксование угли поступают в железнодорожных вагонах. Сырьевой базой для коксохимического производства ООО «Мечел – Кокс» являются угли Кузнецкого, Южно – Якутского и Печорского угольных бассейнов.

Приём поступающих на коксование углей от Железнодорожного цеха (ЖДЦ) проводится на основании приёмосдаточной ведомости (накладной), оформляемой экспедицией ЖДЦ при станции «Металлургическая».

В накладной указывается: номер ведомости; станция отправления; наименование обогатительной фабрики или шахты (разреза); марка угля или технологическая шахтогруппа; номера железнодорожных накладных и номера вагонов; фактическая масса угля в каждом вагоне и всей партии или маршрута угля (масса нетто); номера удостоверений или сертификатов качества, выданных грузоотправителем, где указаны: влажность, зольность и другие качественные показатели угля.

Перед отправлением вагонов на станцию «Коксохим» на наружной стороне вагона работниками экспедиции наносится меловая разметка, указывающая наименование фабрики или шахты и дату поступления угля.

По прибытии маршрута угля на станцию «Коксохим» сменный мастер производственного участка или бригадир угольного склада сверяет меловую разметку на вагонах с накладной. При необходимости производит внешний осмотр угля в вагонах.

Вагоны с углём, не имеющие соответствующих документов или вызывающие сомнения в правильности определения технической шахтогруппы угля, не допускаются к разгрузке до установления технологических свойств угля.

Подача вагонов с углём для выгрузки производится железнодорожным цехом только по указанию сменного персонала УПЦ: машиниста вагоноорокидывателя, мастера производственного участка, бригадира угольного склада.

Перед подачей на выгрузку, все поступившие вагоны проходят провеску на вагонных весах, для взвешивания вагонов в движении.

Тракт участка углеприёма запускается в работу оператором УПЦ по распоряжению начальника смены.

Принятые под выгрузку вагоны подаются в ротор вагоноопрокида электровозом, управляемым дистанционно машинистом вагоноопрокида. Уголь из вагона высыпается на решётки вагоноопрокида, где частично при падении разламываются, мелкий уголь сразу падает в углеприёмные бункера вагоноопрокида. Куски угля, оставшиеся на решётках, дробятся дробильно – фрезерными машинами, управляемые с площадки пульта управления машинистом вагоноопрокида.

В зимнее время при транспортировке углей от поставщиков происходит их смерзание. Для разогрева поступающих углей в период с октября по май, с целью обеспечения разгрузки вагонов и снижения простоя вагонов, предназначены гаражи размораживания грузов.

Устройство гаражей размораживания грузов, режим разогрева вагонов с грузами, изложены в технологических инструкциях: ТИ-УПЦ-03-2012 «Размораживание углей в гаражах размораживания углей №№ 1, 2 УПЦ».

Разгруженный и частично раздробленный уголь передаётся непосредственно на производство или временно размещается на складе, либо одновременно поступает на склад и производство.

Открытый механизированный угольный склад служит для хранения и усреднения углей, поступающих на коксование. Оперативная ёмкость угольного склада 180 тысяч тонн угля. Он состоит из двух траншей, по 200 метров длиной каждая, и площадок для хранения угля. Площадки для хранения пронумерованы последовательно с севера на юг по длине траншей.

Распоряжением главного инженера поступающие угли делятся на шахтогруппы.

Усреднение углей осуществляется путём послойно укладки их в штабеля от главной опоры угольного перегружателя до маятниковой опоры, и заборе на производство угля вразрез уложенным слоям.

Схема закладки штабелей, хранения и усреднения и забор угля со склада разрабатывается начальником УПЦ совместно с Техническим управлением и утверждается главным инженером.

Контроль срока хранения угля на складе осуществляет старший мастер угольного склада.

При длительном хранении углей в результате окисления происходит изменение технологических свойств угля, при этом распадаются крупные куски с образованием мелочи, из-за чего увеличивается поверхность контакта угля с кислородом воздуха, что способствует развитию окисления угля; в результате этого снижается спекаемость угля (уменьшается толщина пластического слоя),

уменьшается выход химических продуктов коксования, уменьшается содержание в угле водорода и углерода, увеличивается содержание кислорода, что приводит к увеличению пирогенетической влаги при коксовании.

Установленные предельные сроки хранения угля на складе представлены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Установленные предельные сроки хранения угля на складе.

Род угля	Время хранения, сутки	
	Летний период	Зимний период
Газовые угли Кузнецкого бассейна и обогащённые угли всех бассейнов	60	90

Уголь, хранящийся на складе более установленного срока, может быть использован для коксования только после специального исследования в КХЛ (Коксохимической лаборатории) и по распоряжению главного инженера ООО «Мечел – Кокс».

2 Отделение предварительного дробления

Уголь после отделения углеприёма подаётся в отделение предварительного дробления на барабанные дробилки. В барабанных дробилках № 1, № 2 и № 3, расположенных в отделении предварительного дробления, уголь дробится до размеров кусков не более 80 мм, а в барабанной дробилке № 4 до размеров кусков не более 100 мм, при этом уголь освобождается от механических примесей и посторонних предметов (металл, дерево, куски породы и другое). Отходы с дробилок подаются по конвейерам в приёмный металлический бункер, откуда по мере его накопления отходы вывозятся автотранспортом. Потери в виде посторонних примесей составляют 0,007 % от перерабатываемого угля.

3 Отделение дозирования

Дозирование углей согласно установленному составу шихты производится в дозирочном отделении. Оно состоит из двух рядов цилиндрических железобетонных силосов с конусами в нижней части в количестве 14 штук, вместимостью 750 тонн каждый. Состав шихты для отдельных блоков печей (батареи №№ 1-4 и №№ 5-8) может быть одинаковый или разный, в зависимости от требований к качеству кокса и запасов тех или иных марок углей на угольном складе УПЦ.

Конусы силосов выполнены из листовой стали и футерованы внутренней поверхности нержавеющей сталью. Для обеспечения нормального схода угля из силосов они оборудованы системой автоматического пневмообрушения.

Силосы должны полностью освобождаться и зачищаться не реже одного раза в год по графику, утверждённому главным инженером.

Для приёма углей каждой шахтогруппы должны быть выделены отдельные силосы. Закрепление отдельных шахтогрупп углей за определёнными силосами

устанавливается технологической картой, утверждаемой главным инженером ООО «Мечел – Кокс».

Дозирование осуществляется автодозаторами ДВНД – 100. Изменение веса дозируемого из силоса угля производится тензодатчиком с тензометрическими преобразователями. Суммарный вес дозируемого из силосов угля фиксируется конвейерными весами на конвейерах У – 11^а и У – 11^б.

Допускаемое отклонение от заданного участия отдельных компонентов в шихте не должно превышать $\pm 1 \%$.

В целях усреднения угля в процессе дозирования каждая марка или смесь марок, как правило, должна выдаваться не менее чем из двух силосов. Исключение составляют компоненты, участие которых в шихте не превышает 5 %.

4 Отделение окончательного дробления и смешения

Шихта подаётся на измельчение и смешение в молотковые дробилки в здания отделения окончательного дробления № 1 и № 2 (ООД № 1 и ООД № 2).

Распределение шихты по молотковым дробилкам производится в ООД №1 по желобам, а в ООД № 2 – по желобам и по конвейеру У – 29.

Уровень дробления (измельчения) шихты устанавливается распоряжением директора ООО «Мечел – Кокс» и может быть изменён только по распоряжению начальника УПЦ по согласованию с директором ООО «Мечел – Кокс».

Допускаемое отклонение от заданного уровня помола (измельчения) шихты для разовых помолов составляет $\pm 2 \%$.

Контроль степени измельчения шихты и определение насыпной массы шихты осуществляется: дробильщиками ООД № 1 и ООД № 2, бригадиром участка подготовки шихты и начальником смены УПЦ, а также работниками КХЛ и ТО.

Шихта после молотковых дробилок подаётся в угольные башни.

Угольные башни № 1; № 2; № 3 представляют собой прямоугольные железобетонные сооружения, разделённые на 4 секции. Вместимость каждой секции 700 тонн. Общая вместимость угольной башни 2800 тонн. Угольная башня № 4 представляет собой двухсекционное цилиндрическое сооружение из сборных железобетонных элементов. Вместимость каждой секции 1250 тонн. Общая вместимость 2500 тонн.

В угольных башнях шихта распределяется по секциям специальными желобами. Заполнение шихтой угольной башни должно поддерживаться на уровне не менее 2/3 ёмкости (не более 9,3м от верха угольной башни).

Технологическая схема углеподготовительного производства представляет возможность изменения направления потока угля со сборочных конвейеров У - 11^а и У – 11^б с помощью системы шиберов в любой из коксовых цехов.

При подготовки шихты разных составов для коксовых батарей № 1...4 и для коксовых батарей № 5...8, заполнение шихтой угольных башен производится в зависимости от оборота угольных башен.

При окончании подачи шихты одного состава производится полное снятие нагрузки с конвейерных трактов.

Заполнение угольных башен контролируется электрическими датчиками, сигнализирующими на пульт управления о заполнении той или иной секции угольной башни.

2.1.1 Основное технологическое оборудование, применяемое на действующем предприятии ООО «Мечел – Кокс» в УПЦ

1 Вагоноопрокидыватель

Для выгрузки угля из полувагонов в УПЦ используется два роторных стационарных вагоноорокидывателя ВРС – 93 и ВРС – 134. Проектная производительность – 30 опрокидываний в час. По выгрузке угля – от 6 до 15 вагонов угля в час, в зависимости от условий выгрузки и времени года. Технические характеристики вагоноопрокидывателей представлена в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Техническая характеристика вагоноопрокидывателей

Наименование характеристик	ВРС – 93 (В/о №1)	ВРС – 134 (В/о №2)
Год ввода эксплуатацию	1988	1986
Угол поворота ротора, градус.	175	175
Ширина ж/д колеи, мм.	1524	1524
Габариты (длина ширина высота), мм	17480 9450 8435	22720 9038 9634
Провод	шестеренчатый	шестеренчатый
Грузоподъёмность разгружаемых вагонов, т	60,93	60,93,125
Мощность электродвигателей, кВт	60	60
Наименование характеристик	ВРС - 93	ВРС - 134

2 Машина дробильно – фрезерная

Машина дробильно – фрезерная ДФМ – 31 предназначена для дробления крупных кусков угля, сопутствующей породы, смёрзшихся глыб и разборки завалов угля на решётках приёмных бункеров вагоноопрокида. Машина способна дробить куски угля размером до 1500 мм по высоте.

Дробление кусков производится зубьями вращающейся фрезы при движении машины. Образаемые при фрезеровании мелкие куски угля проваливаются через ячейки решёток в бункер. Техническая характеристика дробильно – фрезерной машины представлена в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Техническая характеристика дробильно – фрезерной машины

Наименование характеристик	Показатели
Техническая производительность, т\ч	1600
Продолжительность рабочего цикла при ходе машины 6,2 м/с	87
Крупность дробимого материала, мм	До 1500
Предел прочности дробимого материала, кгс/	До 550
Средняя наработка на отказ, ч, не менее	1000
Ресурс работы до первого капитального ремонта, ч, не менее	11000
Срок службы, лет, не менее	10
Частота вращения фрез, об/мин:	
Основной	200
Боковой	250
Напряжение питания, В	380
Род тока	Переменный, трёхфазный
Установленная мощность, кВт	165
Колея, мм	4440
База, кг	1955
Габариты: длина ширина высота	3750 5810 1180
Масса, кг	32500
Скорость передвижения, м/мин	8,5
Активная зона дробления (общая длина фрез), мм	5470
Диаметр фрезы по концам зубьев, мм:	
основной	1150
боковой	790

3 Угольный перегружатель

Угольный перегружатель предназначен для перегрузки угля из траншеи на открытый склад и для подачи угля на производство. В УПЦ используется два угольных перегружателя №3 и №4. Технологическая характеристика угольных перегружателей (У/п) представлена в таблице 2.1.4.

Таблица 2.4 – Техническая характеристика угольных перегружателей

Наименование характеристик	У/п №3	У/п №4
Год ввода в эксплуатацию	1960	1997
Завод - изготовитель	«Фаут», Лейпциг ГДР	«Сибтяжмаш»
Тип крана	козловый	козловый
Производительность, т\ч	400	400
Наименование характеристик	У/п №3	У/п №4
Длина моста, м	140,2	141,7
Длина пролёта(по опорам), м	76,2	76,2
Допустимый перекося опор, мм	400(обе опоры жёсткие)	400
Масса крана, т	845	1200
Грузоподъёмность, т	30	40

4 Угольный трансферкар

Трансферкар №1 предназначен для транспортирования углей из бункеров угольного склада в траншеи, трансферкар №2 – для транспортирования углей со штабелей угольного склада на производство.

5 Дробилка барабанная

В УПЦ эксплуатируются 4 барабанные дробилки (рисунок 2.1).

Дробилка осуществляет дробление исходного материала, отсеивает определённый класс обрабатываемого материала.

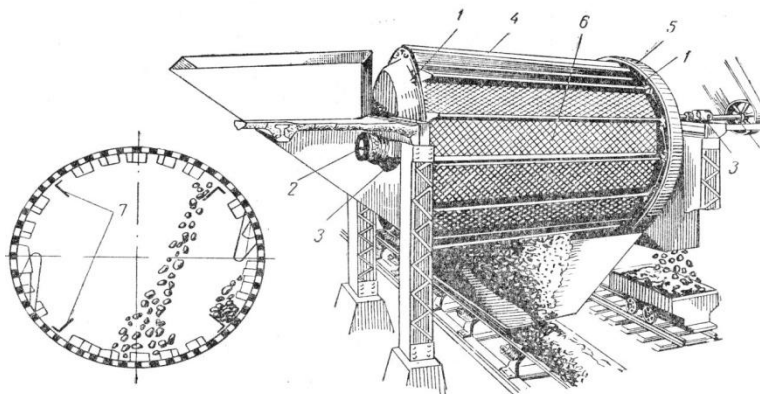


Рисунок 2.1 – Барабанная дробилка:

1 – крестовины; 2 – валы; 3 – подшипники; 4 - металлические балки; 5 – зубчатый венец; 6 – решета; 7 - полки

Вращение основного органа – барабана, приводится от электродвигателя через редуктор на приводную шестерню и дальше на зубчатый венец. Дробление заключается в следующем: исходный материал через загрузочный желоб поступает в барабан, поднимается полками барабана и падая с них, дробится от ударов о внутреннюю поверхность решёт барабана. Дробимый до размеров отверстий в решете уголь просеивается через отверстия решёт в приёмную воронку кожуха. Более прочный компонент: порода, деревянные и металлические предметы, перемещаясь, полками вдоль оси барабана и выбрасывается разгрузочными лопатами барабана в желоб для породы. Технологическая характеристика барабанных дробилок представлена в таблице 2.5.

Таблица 2.5 – Технологическая характеристика барабанных дробилок

Наименование характеристик	БД №1, №2	БД №3	БД №4
Завод - изготовитель	Новокраматорский машиностроительный завод	Пенсильвания, США	ЗАО «КМЗ им.Пархоменко», г.Караганда
Производительность дробилки, т/ч	600	600	240
Длина барабана, мм	6000	6500	4500

Наименование характеристик	БД №1, №2	БД №3	БД №4
Диаметр барабана, мм	3660	3660	2800
Диаметр отверстий сит, мм	60	60	100
Число оборотов барабана, об/мин	16	16	15,4
Тип двигателя	МА – 365 – 2/6	МА – 365 – 2/6	ВПр 25084
Мощность двигателя, кВт	125	125	75
Тип приводных ремней	Г - 800	Г - 800	-
Масса дробилки, т	46	46	33,5

6 Молотковая дробилка ДМРЭ 14,5 × 13

В УПЦ эксплуатируется восемь молотковых дробилок.

Молотковая дробилка реверсивная предназначена для мелкого дробления (измельчения) угля перед коксованием (рисунок 2.2). Принцип работы: на дисках закреплённых на валу насажены шарнирно молотки, которые при вращении вала ударяют по кускам поступающего в дробилку материала и разбивают его. Измельчённый материал просыпается через решётки.

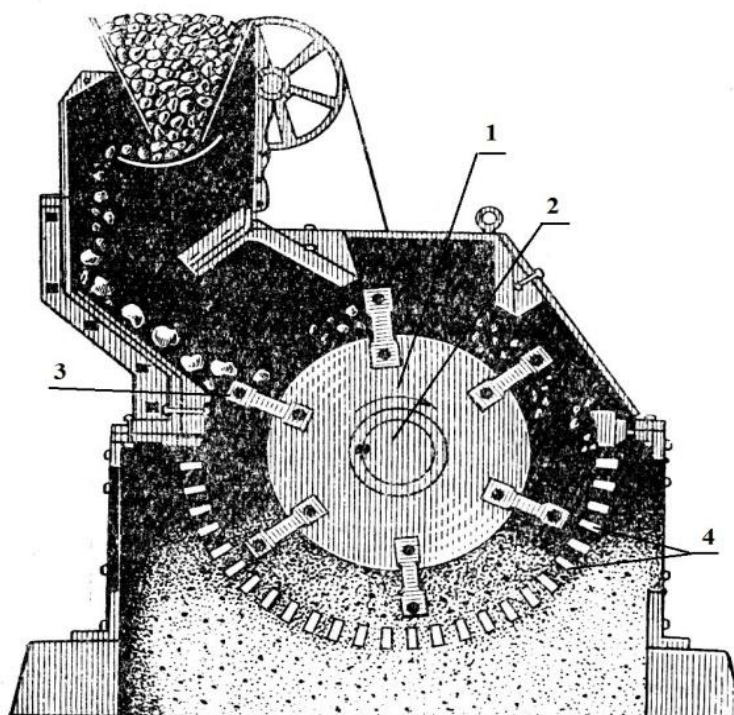


Рисунок 2.2 – Схема работы молотковой дробилки:

1 – диски; 2 – вал; 3 – молотки; 4 – решётка

Технологическая характеристика молотковых дробилок представлена в таблице 2.6.

Таблица 2.6 – Технологическая характеристика молотковых дробилок

Наименование характеристик	МД №1 -4	МД №5,6	МД №7	МД №8
Тип дробилки	ДМРЭ 14,5 13			
Завод - изготовитель		СызранскийМашиностроительный	ГДР	Электросталь
Диаметр ротора, мм	1450	1450	1450	1450
Длина ротора, мм	1300	1300	1230	1300
Наименование характеристик	МД №1 -4	МД №5,6	МД №7	МД №8
Завод - изготовитель		СызранскийМашиностроительный	ГДР	Электросталь
Мощность электродвигателя, кВт	450	370	370	450
Число оборотов, об/мин	780	750	750	780
Производительность, т/ч	350	350	150 - 180	350
Размер поступающего куска, мм, не более	80			
Размер выходящего куска, мм, в пределах	0...3			
Количество рядов молотков, шт	10			
Вес молотка, кг	13			

7 Конвейеры

В УПЦ эксплуатируются 37 конвейеров, 2 питателя. Стационарные ленточные конвейеры предназначены для горизонтального и наклонного транспортирования насыпных грузов с температурой до 100°С. Основа конвейера «бесконечная» резиноканевая лента, которая, огибая с одной стороны приводной, а с другой – натяжной барабаны, совершает поступательное движение и является одновременно тяговым и грузонесущим органом конвейера. Поступательное движение обеспечивает приводной барабан, проводимый во вращение редукторным приводом.

Ленточные конвейеры С – 1, У – 39, У – 40, У – 41; питатели в/о №1,2 обслуживают угольный склад. Ленточные конвейеры У – 2, У – 3, У – 4, У – 5, У – 6, У – 7, У – 8, У – 9, У – 10, У – 11, У – 12, У – 13, У – 14, У – 15, У – 16, У – 17, У – 18, У – 19, У – 20, У – 21, У – 22, У – 23, У – 24, У – 25, У – 26, У – 27, У – 28, У – 29, У – 30, У – 31, У – 32, У – 33, У – 34 обслуживают отделения ОУ и ОПД. Ленточные конвейеры У – 1, У – 2, У – 3, У – 4, У – 5, У – 6, У – 7, У – 8, У – 9, У – 10, У – 11, У – 12, У – 13, У – 14, У – 15, У – 16, У – 17, У – 18, У – 19, У – 20, У – 21, У – 22, У – 23, У – 24, У – 25, У – 26, У – 27, У – 28, У – 29, У – 30, У – 31, У – 32, У – 33, У – 34 обслуживают отделения ОД, ООД и подачу шихты в угольные башни.

8 Дизель-электрический железнодорожный кран КДЭ-253

Дизель-электрический железнодорожный кран КДЭ-253 предназначен для выгрузки и погрузки коксовой мелочи из вагонов местного парка на напольном складе коксовой мелочи. Дизель-электрический железнодорожный кран КДЭ-253

работает с кабельной тележкой, при помощи которой производится наматывание и разматывание шлангового кабеля электропитания крана. Технические характеристики представлены в таблице 2.7.

Таблица 2.7 - Технические характеристики КДЭ-253

Наименование характеристик	Показатели
Грузоподъёмность при работе с грейфером, т	4
Масса грейфера, т	1,7
Вместимость грейфера, м ³	2
Производительность, т/ч	200
Мощность двигателя, кВт	17
Скорость передвижения крана, м/мин	135

2.2 Усовершенствованная технологическая схема подготовки углей к коксованию, включающая отделение брикетирования (Приложение Б)

В Углеподготовительный цех с участием частичного брикетирования шихты входят основные отделения:

- 1 Участок углеприёма (УУ),
- 2 Отделение предварительного дробления (ОПД),
- 3 Отделение дозирования шихты (ОД),
- 4 Отделение окончательного дробления (ООД)
- 5 Отделение брикетирования шихты (ОБ).

Технологическое описание Углеподготовительных отделений:

1 ОУ, 2 ОПД, 3 ОД, 4 ООД, произведено в части 2.1 Описание существующей технологической схемы углеподготовки на ООО «Мечел – Кокс».

5 Отделение брикетирования (ОБ) – это механизированный комплекс, насыщенный специальным оборудованием позволяющий обеспечить дозировку, смешение и прессование брикетируемых материалов, охлаждение и складирование готовых брикетов (Приложение В).

Отделение состоит из нескольких основных операций:

- 5.1 Подготовки связующих
- 5.2 Подготовки брикетируемой массы
- 5.3 Прессования
- 5.4 Складирования и охлаждения

5.1 Подготовка связующих

Для получения хорошего качества брикетов нужно по возможности равномерное смешение угольной шихты со связующим, поэтому до брикетирования, как уголь, так и связующее подвергаются предварительной подготовке.

Жидкое связующее доставляется по заводу в цистернах. Для подогрева внутри цистерн установлены паровые трубки, одновременно с этим цистерна снабжена термоизолирующим слоем (кизельгур, асбест, войлок). Связующее из вагона – цистерны нагнетается в главный бак отделения брикетирования (ОБ), имеющий вид горизонтального котла, который также изолирован от потери тепла. Отсюда он распределяется в меньший бак, расположенным возле смесителя. Для перекачки связующего используются шестеренчатые и ротационно-зубчатые насосы, которые одновременно выполняют роль дозаторов связующих. Распыл связующего осуществляется форсунками – распылителями.

5.2 Подготовка брикетируемой массы

Подготовка брикетной смеси является сложным и ответственным этапом в технологическом комплексе брикетирования угля.

Шихта для брикетирования с основного потока в количестве 30 % (от всей массы шихты) подаётся ленточным конвейером в бункер дозирования. Процесс приготовления брикетной смеси происходит в вертикальном паровом смесильном аппарате, где в верхней его части происходит равномерно распределение связующего по потоку угольной массы, а в нижней части происходит смешение в виде механического воздействия, установленными в малаксере лопастями. На смесителе установлен дозатор связующего, который соединён с трубками форсунок и расходной ёмкостью через насос циркуляционной нагрузки. Для улучшения усреднения и равномерного тонкослоевого распределения связующего в малаксере предусмотрен обогрев глухим паром, нижней его части. Подготовка брикетной смеси в малаксере длится около 10 минут. Готовая брикетная смесь поступает из малаксера на винтовой конвейер с температурой примерно 80...90°C. Проходя через винтовой конвейер, который оборудован мощной вентиляционной системой, брикетная смесь остывает на 5...10 °С.

5.3 Прессование

Для уплотнения брикетной смеси применяются вальцовые прессы, развивающиеся усилия прессования, равные 20 – 50 МПа. В вальцовых прессах пластичная смесь сжимается в плотные брикеты одинаковой формы и массы.

5.4 Охлаждение

Охлаждение готовых брикетов происходит на конвейерах во время поступления на перегрузочную станцию в дозирочный бункер. Из бункера дозирующими устройствами брикеты в нужной пропорции смешиваются с шихтой основного потока поступающей из отделения окончательного дробления.

2.2.1 Основное оборудование для отделения брикетирования

Для проекта в отделении брикетирования используем оборудование:

1 Вальцевой пресс

Общий вид вальцового пресса показан на рисунке 2.3

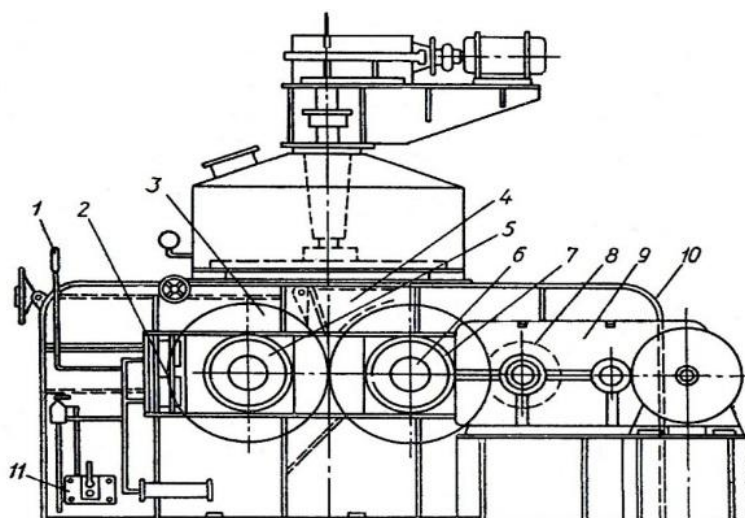


Рисунок 2.3 - Общий вид вальцового пресса:

1 – манометр, 2 – гидравлическая система, 3 – валки, 4 – загрузочная камера, 5 – подшипники, 6 – вал, 7 – валы барабаны, 8 – муфта отбора мощности, 9 – привод, 10 – сварная станина, 11 – насос повышения давления

Вальцовый пресс представляет собой станину 10, выполненную из толстолистовой стали. В её боковых стенках расположены четыре корпуса подшипников 5, на котором покоятся валки 3. Валок состоит из вала 6, двух пустотелых валов – барабанов 7, посаженных на вал 6 и шестерни. На пустотелые валы – барабаны 7 надеваются бандажные кольца с выфрезерованными в них ячейками. Форма ячейки соответствует форме полубрикета. Бандажные кольца изготавливаются в виде цельного пакета или отдельных сегментов из высококачественных сталей с термической обработкой после фрезерования ячеек. Валки 3 получают вращение от привода 9.

Вращаясь, они захватывают из загрузочной камеры 4 брикетную смесь. В пространстве между ячейками бандажных колец брикетная смесь спрессовывается. Когда ячейки расходятся, из них выпадает брикет.

Для поддержания необходимого давления прессования валы 6 сжимаются с помощью отдельной гидравлической системы 2. Контроль давления прессования ведётся по манометру 1. Для регулировки степени сжатия валков 3 используется ручной (иногда автоматический) насос повышения давления 11 гидравлической системы 2. В случае попадания в межвалковое пространство посторонних предметов или поступления высоковязкого малопластичного материала пресс автоматически останавливается. Для этого на приводе валков устанавливается муфта отбора мощности 8. В зависимости от производительности пресса на валу 6 могут закрепляться один или два пустотелых вала – барабана 7 с бандажными кольцами. В первом случае шестерня закрепляется на валу 6 со стороны привода пресса, во втором – между валками. Шестерни устанавливаются таким образом, чтобы зубья другой на полшага. Это обеспечивает плавное вращение валков.

Для равномерного распределения давления на валы 6 и их опорные шарикоподшипники ячейки на бандажных кольцах располагаются в шахматном порядке. Вальцовые прессы оборудованы автоматической смазкой всех трущихся поверхностей. Техническая характеристика вальцового пресса представлена в таблице 2.8.

Таблица 2.8 – Техническая характеристика вальцового пресса

Наименование характеристик	Показатели
Производительность, т/ч	45
Частота вращения валков, мин ⁻¹	8...12
Удельное давление прессования, МПа	20...70
Усилия, развиваемые прессом, МН	0,8
Допустимый зазор между валками, мм	1
Размеры прессующих валков, мм: диаметр × ширина	1000 × 500
Мощность электродвигателя, кВт	200
Габаритные размеры, мм: длина × ширина × высота	9000 × 5000 × 7500
Масса, т	54

2 Вертикальный паровой смеситель (малаксер)

Малаксер – это наиболее распространённый смесильный аппарат. Он пригоден для подготовки брикетной смеси как с жидким, так и твёрдым связующим. В малаксере осуществляется смешивание компонентов во взвешенном состоянии, что особенно целесообразно в случае применения жидких связующих.

Малаксер представляет собой вертикальный цилиндр, который имеет высоту 4,5 метров и диаметр 1,4 метров. Материал загружается сверху и медленно проталкивается вращающимися лопастями в горизонтальном и вертикальном направлениях. В результате связующее распределяется в объёме всей смеси за счёт трения между зёрнами и механического вдавливания от воздействия вращающихся лопастей. Технологическая характеристика основных показателей метода подготовки брикетной смеси в малаксере 2.9.

Таблица 2.9 – Технологическая характеристика метода подготовки брикетной смеси в малаксере

Название характеристик	Показатели
Производительность, т/ч	45
Время смешивания, мин	до 10
Расход связующего, %	7,0...7,5
Мощность электродвигателя, кВт	45
Механическая прочность брикетов на сбрасывание, %	85

Для равномерной подачи связующего в смеситель на смесителе установлен автоматический дозатор. Дозатор оборудован фильтром для очистки связующего

от посторонних примесей и счётчиком связующего. Счётчик измеряет объём впрыскиваемого связующего на каждую порцию загружаемой шихты. Подача связующего в форсунки осуществляется насосом высокого давления. Количество связующего, перекачиваемого насосом фиксируется расходомером. Показания расходомера механически переводятся на шкалу прибора. Как только стрелка доходит до значения заданного расхода связующего, насос отключается, а стрелка возвращается в первоначальное положение. Счётчик связующего представляет собой систему с овальными шестернями, вращающимися с определённой скоростью, зависящей от количества проходящего связующего. В нём механические показания превращаются в механические сигналы, которые воздействуют на электродвигатель насоса. Форсунка распыляющая связующее (рисунок 2.4), имеет шариковый клапан с пружиной, срабатывающий только при установленном давлении не менее 1,5 МПа.

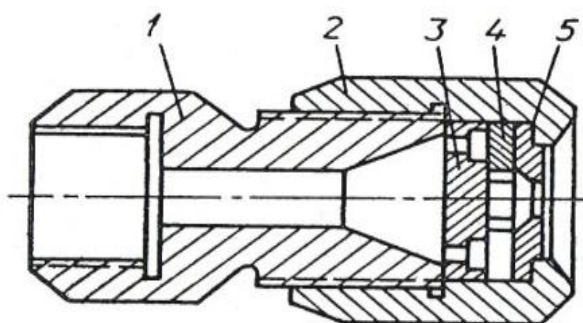


Рисунок 2.4 - Широкофакельная механическая форсунка:

1 – корпус форсунки; 2 – гайка; 3 – распределитель; 4 – завихритель; 5 – распылитель

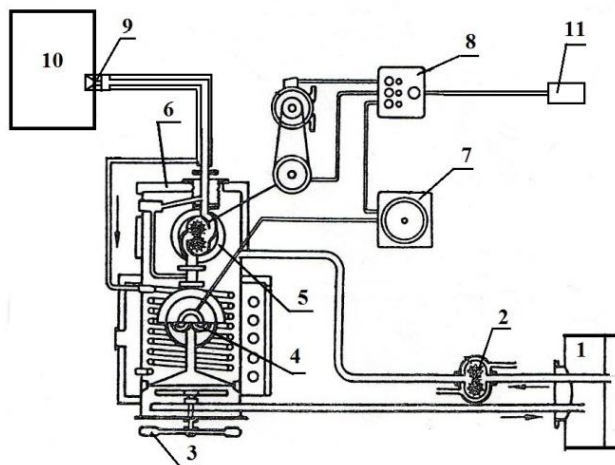


Рисунок 2.5 – Принципиальная схема дозирования связующего:

1 – расходная ёмкость со связующим; 2 – насос циркуляционной нагрузки; 3 – фильтр для очистки связующего; 4 – счётчик связующего; 5 – насос; 6 – автоматический дозатор связующего; 7 – прибор для приёма импульсов; 8 – расходомер; 9 – форсунка – распылитель; 10 – смеситель; 11 – счётчик подачи шихты

3 Винтовой конвейер

Винтовой конвейер представляет собой одно – двухрядную спираль длиной 5...6 метров. Он оборудуется мощной вытяжной вентиляцией, которая позволяет охладить брикетную смесь на 5...10 °С и довести до минимума влагу в брикетной смеси.

4 Дозировка

Дозировка материалов осуществляется с помощью питателей – дозаторов. Они представляют собой систему вибрационного питателя и ленточного автоматического дозатора с дистанционным показателем весов. Производительность этих дозаторов колеблется от 60...200 т/ч.

Перемещения шихты для брикетирования и готовых брикетов осуществляется по ленточным конвейерам [24,27].

2.2.2 Методы контроля качества брикетов

Испытание готовых брикетов производится на зольность, влажность, теплоту сгорания, механическую прочность, термоустойчивостью и влагопоглощение.

Испытание брикетов на механическую прочность производят по сопротивлению сжатию, изгибу, истиранию и ударной нагрузке (сбрасыванию). Механическая прочность брикетов на сжатие определяется с помощью лабораторного гидравлического пресса. Для проведения испытаний отбирают семь внешне целых брикетов и поочередно подвергают их раздавливанию в прессе. По результатам испытаний определяют механическую прочность на сжатие:

$$O_{сж} = P/(d_1/d_2)^2,$$

где P – среднеарифметическое значение раздавливающего усилия, МПа;

d_1 и d_2 – соответственно диаметр поршня пресса и раздавливающей вставки, мм.

Механическая прочность на изгиб брикетов определяется на аппарате, работающем по принципу весов (рисунок 2.6). Излом брикета производится между призмами 2, 11. Средняя из них соединена с коротким плечом коромысла 4 и совершает с ним вертикальные движения. Боковые призмы могут передвигаться только по горизонтали. Это расстояние ограничено длиной брикета. Призмы устанавливаются на направляющих 9 и закрепляются на них винтами 10. Коромысло 4 покоится на опорной стойке 3. В конце длинного плеча подвешено приспособление для укладки в него груза 8. На коротком плече имеется стержень с уравновешивающим грузом 1. Под длинным плечом коромысла установлен амортизатор 5. Усилие, необходимое для размола брикета, создают соответствующим грузом 8,7, устанавливаемым в подвеске 6. Для расчета изгибающих усилий, прикладываемых к брикету, можно воспользоваться формулой:

$$O_{\text{изг}} = 9 \cdot m \cdot l / b \cdot h^2,$$

где $O_{\text{изг}}$ – сопротивление брикета изгибающим усилиям, МПа;

m – масса груза, кг;

b, h – ширина и высота брикета, м;

l – расстояние между нижними призмами, м.

Измерение ведётся по среднеарифметическому значению массы груза m , взятого из семи испытываемых брикетов.

Механическая прочность брикетов на истирание определяется с помощью вращающегося барабана. Диаметр барабана 500 мм, частота вращения – 25 мин⁻¹. Одновременно в барабан загружается 10 кг брикетов. После 100 оборотов барабан останавливают. Содержимое рассеивается на сите с отверстиями 25 мм. Расчёт механической прочности на истирание ведут по формуле:

$$O_{\text{ист}} = 100m_2/m_1, \tag{1}$$

где $O_{\text{ист}}$ – сопротивление брикетов действию истирающих нагрузок, %;

m_1, m_2 – масса брикета до и после истирания в барабане, кг.

Механическая прочность брикетов на ударное воздействие (сбрасывание) производится путём сбрасывания на чугунную плиту 4 кг брикетов с высоты 1,1 м. Сбрасывание производится с помощью специальной установки (рисунок 2). Установка представляет собой металлический ящик с открывающимся металлическим дном. Габаритные размеры ящика: длина – 300 мм, ширина – 250 мм, высота – 250 мм. Металлическая плита имеет толщину 15 мм, длину и ширину 1500 и 2000 мм. Плита оборудована деревянной отбортовкой высотой 250 мм. В ящик загружаются брикеты и сбрасывают их на металлическую плиту четыре раза. Затем брикеты рассеивают на сите с отверстиями 25 мм. Расчёт механической прочности брикетов на сбрасывание производят по формуле (1).

Испытание на водопоглощение и влагоустойчивость ведут в сосуде, где могут свободно на специальном приспособлении с сетчатым дном разместиться от 7 до 10 брикетов. Сетчатое устройство в момент испытания не должен касаться дна. Сосуд заливают питьевой или дистиллированной водой. Испытываемые брикеты перед укладкой на сетчатое приспособление взвешивают, после чего окунают в воду так, чтобы сетчатое дно не касалось дна сосуда (лучше на глубину 30 мм от поверхности воды). Каменноугольные брикеты выдерживают в воде в течении 24 ч. По истечении указанного времени сетчатое приспособление с брикетами вынимают из сосуда. Брикеты отстаивают в течении 2 ч и взвешивают.

Влагопоглощение определяют по формуле:

$$W_{\text{погл}} = 100(m_2 - m_1)/m_1,$$

где $W_{\text{погл}}$ – количество поглощённой влаги, %;

m_1, m_2 – масса испытываемых брикетов до и после водопогружения, кг.

Слипаемость определяется следующим образом: пробу в 5 кг помещают в термостат, где выдерживают её в течение 3 ч, затем охлаждают до 20 – 25 °С. Если брикеты качественные, то они не слипаются.

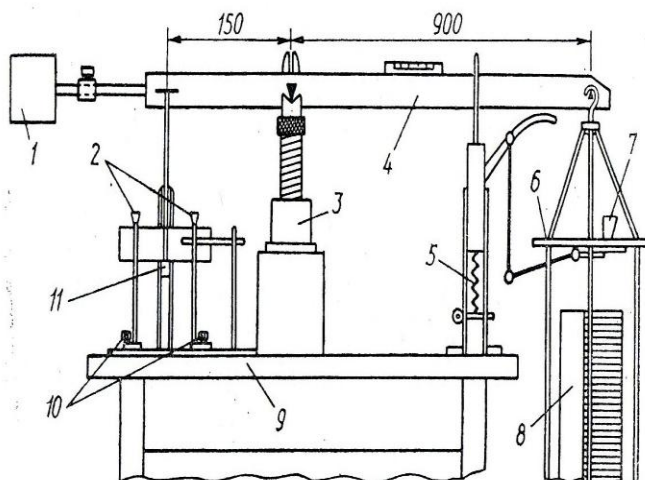


Рисунок 2.6 – Аппарат для определения механической прочности брикетов на изгиб:

1, 7, 8 – груз; 2, 11 – призмы; 3 – опорная стойка; 4 – плечо коромысла;
5 – амортизатор; 6 – подвеска; 9 – направляющая; 10 – винты

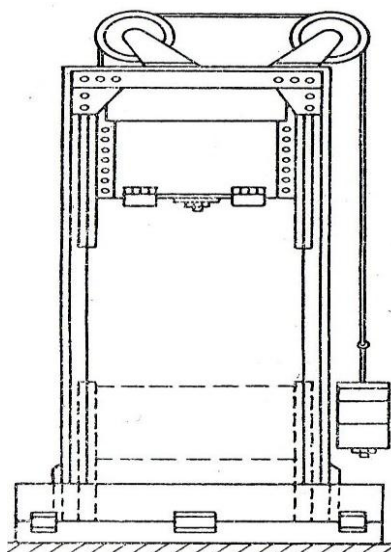


Рисунок 2.7 – Аппарат для определения механической прочности брикетов на сбрасывание

Вывод по разделу два:

- представлены технологические схемы существующей схемы подготовки углей к коксованию на ООО «Мечел – Кокс» и усовершенствованной технологической схемы;
- сделан выбор основного оборудования для проекта.

3 РАСЧЁТНАЯ ЧАСТЬ ПРОЕКТА

Примем объем производства проектируемого отделения брикетирования шихты 270320 тонн в год.

Для изготовления каменноугольных брикетов применяется двухкомпонентная композиция: шихта – 93 %; связующее – 7 %.

Эта композиция позволяет в результате резкого различия в дисперсности порошковых материалов получать изделия с высокой плотностью и механической прочностью.

Для расчета количества компонентов возьмём производственные данные рецептуры используемую на ООО «Мечел – Кокс» (таблица 3.1), и делаем расчёт в тоннах на загрузку в смеситель (на одну загрузку).

По композиции брикетной смеси на 1000 кг потребуется:

- угольной шихты 930 кг;
- связующего (каменноугольного смолы) – 70 кг.

На выполнение годовой программы требуется:

- угольной шихты: $0,93 \cdot 270320 = 251397,6$ тонн в год;
- связующего: $0,07 \cdot 270320 = 18922,4$ тонн в год.

Общий расход основных материалов представлен в таблице 3.1

Таблица 3.1 – Общий расход основных материалов

Наименование материала	Расход на 1 тонну брикетов, т	Расход на 1 год, т/год
Угольная шихта	0,93	251397,6
Каменноугольная смола	0,07	18922,4
Всего	-	270320

Для расчета материального баланса используем состав шихты применяемый на действующем производстве ООО «Мечел – Кокс» в Углеподготовительном цехе (таблица 3.2).

Таблица 3.2 - Состав и качество шихты по маркам на 2010 год

Марка угля	ЦОФ,ГОФ,ОФ	Участие в шихте, %	Технический анализ, %						
			W _p , %	A _c , %	V _{daf} , %	S, %	X, %	Y, %	Ив, мм
ГЖ	Распадская	20	8,4	8,4	35,4	0,61	38	18,0	98
Ж	Кузнецкая, Абашевская	25	7,7	7,9	36,0	0,68	20	25,1	105
КО+К С	Томусинская	15	6,4	9,2	20,6	0,39	29	10,5	17
ОС+К С	Сибирь	30	7,1	9,3	19,8	0,35	26	10,0	14

Марка угля	ЦОФ,ГОФ,ОФ	Участие в шихте, %	Технический анализ, %						
			W _p , %	A _c , %	V _{daf} , %	S, %	X, %	Y, %	Ив, мм
К(2К)	Нерюнгринская	10	7,5	10,2	19,7	0,29	26	10,0	28
Расчётное качество шихты									
Итого	-	100	7,4	8,8	27,1	0,48	27	15,5	55

3.1 Расчёт сырья для производства брикетов

Количество сырья, нужного для производства брикетов, начинаем рассчитывать с конечной операции с учётом годного по переделам.

1 Дозировка, смешение

Выход годного продукта – 99 %

Составляем пропорцию:

251397,6 т – 100 %

X_T – 101 %

$$X_T = (251397,6 \cdot 101) / 100 = 253911,6 \text{ т/год}$$

Потери на переделе составят 2514 т/год

2 Подготовка пека

Выход годного продукта – 99 %

Составляем пропорцию:

18922,4 – 100 %

X_T – 101 %

$$X_T = (18922,4 \cdot 101) / 100 = 19111,6 \text{ т/год}$$

Потери на переделе составят 189,2 т/год

3 Прессование брикетной смеси

Выход годного – 99 %

253911,6 – 100 %

X_T – 101 %

$$X_T = (253911,6 \cdot 101) / 100 = 256450,7 \text{ т/год}$$

Потери на переделе составят 2539,1 т/год

Для выполнения годовой программы (270320 т/год) потребуется:

- угольной шихты – 252934,7 тонны;

- каменноугольной смолы – 19038,1 тонн.

Таблица 3.3 - Материальный баланс для отделения брикетирования

Приход	Количество тонн в год	Расход	Количество тонн в год
1	2	3	4
Угольная шихта Каменноугольная смола	256450,7	Брикеты	270320
	19111,6	В том числе: Дозировка и смешение брикетной смеси	2514
		Прессование	2539,1
		Потери при подготовке пека	189,2
Итого	275562,3	Итого	275562,3

Для расчёта количества оборудования необходимо знать часовой расход материала, определяем часовую производительность по переделам (таблица 3.4).

Таблица 3.4 – Часовая производительность отделения брикетирования

Наименование передела	Производительность	
	т/год	т/час
Дозирования и смешения	270320	31
Подготовка пека	19111,6	2,2
Прессование	256450,7	30

3.2 Расчёт количества оборудования

1 Смешение брикетной смеси

Принимаем смесильный аппарат производительностью 45 т/ч

Время простоя находим согласно ППР

$$H = H_{T.O} + H_{T.P.} + H_{д.пр.},$$

где H – время простоя, ч/год;

$H_{T.O}$ – технический осмотр, ч/год;

$H_{T.P.}$ – технический ремонт, ч/год;

$H_{д.пр.}$ – время простоя по другим причинам, ч/год.

$$H = 300 + 400 + 140 = 840 \text{ (ч/год)}$$

Определяем коэффициент использования оборудования

$$((7920 - 840) / 7920) \cdot 100 \% = 89,4 \%$$

Определяем количество смесителей

$$34 / (45 \cdot 0,89) = 0,85$$

Принимаем один смеситель
2 Прессование брикетной смеси
Принимаем вальцовый пресс производительностью 40 т/ч
Находим время простоя

$$H = 300 + 400 + 140 = 840 \text{ (ч/год)}$$

Определяем коэффициент использования оборудования
 $((7920 - 840) / 7920) \cdot 100 \% = 89,4 \%$

Определяем производительность одного вальцового пресса по формуле:

$$Q = 10^{-5} \cdot g \cdot m \cdot n \cdot L \cdot b,$$

где g – масса брикета, г;
 m – число ячеек в бандаже;
 n – частота вращения вальцов, об/мин;
 L – число прессов;
 k – коэффициент использования прессов.

Число ячеек определяется по формуле:

$$i = 2\pi \cdot R \cdot b \cdot Y / S \cdot l,$$

где S – ширина ячейки (размер по окружности валка), мм;
 l – длина ячейки (размер вдоль образующего валка), мм;
 b – ширина валка;
 Y – степень использования поверхности валков(0,9-0,95).

$$i = 2 \cdot 3,14 \cdot 500 \cdot 500 \cdot 900 / 100 = 14130 \text{ шт}$$

$$Q = 10^{-5} \cdot 200 \cdot 14130 \cdot 10 \cdot 1 \cdot 1,2 = 40 \text{ т/ч}$$

Определяем количество прессов

$$34 / (40 \cdot 0,89) = 0,95$$

Принимаем один вальцовый пресс

3 Дробилка молотковая производительностью 5 т/ч

Находим время простоя

$$H = 300 + 400 + 140 = 840 \text{ (ч/год)}$$

Определяем коэффициент использования оборудования
 $((7920 - 840) / 7920) \cdot 100 \% = 89,4 \%$

Определяем количество дробилок

$$2,4 / (5 \cdot 0,89) = 0,54$$

Принимаем одну дробилку

3.3 Тепловой расчёт смесителя

Расход теплоты, получаемой в смесителе от греющего пара, находим по уравнению:

$$Q_{\text{вх}} - Q_{\text{вых}} \pm Q_{\text{х.р.}} \pm Q_{\text{ф.п.}} \pm Q_{\text{ос.}} - Q_{\text{нак}} = 0,$$

где $Q_{\text{вх}}$ – тепло входящее с продуктами смеси;

$Q_{\text{вых}}$ – тепло выходящее с брикетной смесью;

$Q_{\text{х.р.}}$ – тепло химической реакции (о);

$Q_{\text{ос.}}$ – тепло остаточное;

$Q_{\text{нак}}$ – тепло накопительное.

$$Q_{\text{вх}} = (C_{\text{ш}} \cdot \rho_{\text{ш}} \cdot V_{\text{ш}} \cdot T_{\text{ш}} \cdot \Delta t) + (C_{\text{пек}} \cdot \rho_{\text{пек}} \cdot V_{\text{пек}} \cdot T_{\text{пек}} \cdot \Delta t) = 879138 \text{ Вт}$$

$$Q_{\text{вых}} = C_{\text{см}} \cdot \rho_{\text{см}} \cdot V_{\text{см}} \cdot (T_{\text{вх}} - \Delta t) = 3775122 \text{ Вт}$$

$$Q_{\text{ос}} = K_{\text{т.о.}} \cdot F_{\text{т.о.}} \cdot \Delta T.$$

$$Q_{\text{нак}} = C_{\text{пар}} \cdot \rho_{\text{пар}} \cdot V_{\text{пар}} \cdot (\Delta T / \Delta t).$$

$$V_{\text{апп}} = 6,28 \cdot 0,7 \cdot 2,5 = 11 \text{ м}^3.$$

$$C_{\text{р см}} \cdot \rho_{\text{см}} \cdot V_{\text{см}} (T_0 - T) + K_{\text{т.о.}} \cdot F_{\text{т.о.}} \cdot \Delta T = C_{\text{р пар}} \cdot \rho_{\text{пар}} \cdot V_{\text{пар}} \cdot (\Delta T / \Delta t),$$

где $C_{\text{р см}}$ – удельная теплоёмкость брикетной смеси,

$\rho_{\text{см}}$ – плотность брикетной смеси,

$V_{\text{см}}$ – количество брикетной смеси, т;

T_0 – начальная температура поступающих продуктов;

T – конечная температура брикетной смеси;

Δt – время обрабатываемой паром смеси, ч;

$C_{\text{р пар}}$ – удельная теплоёмкость греющего пара.

$$\Delta T = T_{\text{нач}} - T_{\text{кон}} = 300 - 80 = 120 \text{ }^\circ\text{C}.$$

Расход теплоты в смесителе с исходной смесью:

$$Q_{\text{исх}} = 1,05 \cdot G_{\text{исх}} \cdot C_{\text{исх}} (t_{\text{исх}} - t_{\text{нач}}),$$

где тепловые потери приняты в размере 5 %, удельная теплоёмкость исходной смеси:

$$C_{\text{исх}} = 0,5 \cdot (C_{\text{р пек}} \cdot X_{\text{пек}} + C_{\text{р ш}} \cdot X_{\text{ш}})$$

$$C_{\text{исх}} = 0,5(1,2 \cdot 2400 + 1,7 \cdot 31600) = 28300 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К}).$$

При $t = (t_{ш} + t_{пек}) / 2 = (17 + 180) / 2 = 96 \text{ } ^\circ\text{C}$

$$Q_{исх} = 1,05 \cdot 34 \cdot 28300 \cdot 96 = 9698970 \text{ кВт}$$

Расход греющего пара, имеющее давление $p_{п} = 4 \text{ кгс/см}^2$ и влажность 5 %:

$$G_{гр} = 9698970 / (2141 \cdot 10^3 \cdot 34000) = 0,133 \text{ кг/с или } 0,037 \text{ т/ч}$$

Вывод по разделу три:

- сделан расчёт материального баланса и основного оборудования.

4 ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ПРОЕКТА

В проекте предусматривается внедрение нового метода подготовки углей к коксованию путём частичного брикетирования шихты в действующее производство ООО «Мечел - Кокс» цеха углеподготовки.

Новый метод подготовки углей к коксованию заключается в том, что часть шихты (30% от всей приготовленной массы шихты) приготовленная традиционным способом после отделения окончательного дробления поступает в отделение брикетирования, откуда в виде брикетов поступает в основной поток шихты (70% от всей приготовленной массы шихты) который идёт в угольную башню.

Проектный метод применяется на одну угольную башню.

Основным оборудованием брикетного отделения является: вертикальный паровой смеситель (малаксер) и вальцовый пресс.

Технические характеристики оборудования таблица 4.1.

Таблица 4.1 – Техническая характеристика оборудования

Показатели	Ед. измерения	Смеситель	Пресс
Производительность	т/ч	45	48
Время смешивания и прессования	мин	до 10	0,4 - 0,6
Параметры: высота диаметр длина ширина	мм	4500 1400 - -	7500 - 9000 5000
Мощность электродвигателя	кВт	45	200
Масса	т	4	54

Отделение брикетирования состоит из оборудования общей стоимостью 10500 тыс. рублей.

Для размещения отделения брикетирования требуется здание.

Стоимость здания 11250 тыс. руб.

Срок полезного использования вводимого оборудования 5...7 лет, а срок полезного использования здания 10...15 лет данные взяты из: «Классификации основных средств, включаемых в амортизационные группы».

Оборудование работает непрерывно круглосуточно. Амортизация начисляется линейным методом.

Норма амортизации оборудования равна:

$$N_{\text{ам.об.}} = (1/84) \cdot 100\% = 1,11 \%$$

$$N_{\text{ам.зд.}} = (1/120) \cdot 100\% = 0,83 \%$$

Амортизационные отчисления равны:

$$A_{\text{отч}} = (\text{Ц}_{\text{об}} \cdot \text{Н}_{\text{ам.об.}}) + (\text{Ц}_{\text{зд}} \cdot \text{Н}_{\text{ам.зд}}),$$

где $\text{Ц}_{\text{об}}$, $\text{Ц}_{\text{зд}}$ – стоимость оборудования, здания.

$$A_{\text{отч}} = (10500 \text{ тыс. руб.} \cdot 1,19 \%) + (11250 \text{ тыс. руб.} \cdot 0,83 \%) = 21832,5 \text{ тыс. руб./месяц}$$

$$K_{\text{вл}} = (\text{Ц}_{\text{об}} + \text{Ц}_{\text{зд}}) \cdot 1,15 = (10500 \text{ тыс. руб.} + 11250 \text{ тыс. руб.}) \cdot 1,15 = 25012,5 \text{ тыс. руб.}$$

где $K_{\text{вл}}$ – капитальные вложения;

$\text{Ц}_{\text{об}}$, $\text{Ц}_{\text{зд}}$ – стоимость оборудования и здания;

1,15 – расходы по монтажу оборудования.

4.1 Затраты на производство 1 тонны брикетов в месяц представлены в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Затраты на производство 1 тонны брикетов в месяц

Наименование	Ед. изм.	Количество	Цена	Всего, тыс. руб./мес
Электроэнергия	кВт	245	5,12 руб.	176,4
Пар	Гкал	0,1524	5,21 руб.	0,571
ФЗП	чел	8	55 руб./ч.	152,731
Амортизационные отчисления	-	-	-	21832,5
Итого				22162,2

Для обслуживания нового отделения необходимо принять дополнительно рабочих: операторы – 4 чел., бригадиры – 4 чел.

Расчет фонда заработной платы. Заработная плата (З/П) на рабочего определяется:

$$\text{З/П} = \text{Тст.} \cdot t \cdot 1,10 \cdot 1,4^* \cdot 1,4,$$

где Тст – тарифная ставка рабочего;

t - время работы в месяц;

1,10 – дополнительная З/П;

1,4* - премия;

1,4 – доплата за ночные часы.

$$\text{ФЗП} = 55 \text{ руб./ч} \cdot 161 \text{ ч} \cdot 1,10 \cdot 1,14 \cdot 1,14 = 19091 \text{ рублей} \cdot 8 \text{ чел.} =$$

= 152,73 тыс. руб./мес.

4.2 Производственная программа на год (таблица 4.3)

Таблица 4.3 – Производственная программа на год

Наименование	Базовые данные	Проектные данные	
		70 % шихты	30 % шихты
P	105,3 т/ч	73,7 т/ч	34 т/ч
ФРВ	7920 ч	7920 ч	7920 ч
Q	833,9 тыс. т/год	583,704 тыс.т/год	269,28 тыс.т/год
		852,9 тыс.т/год	

Для сравнения и расчёта индекса производства используется приведение к условной тонне базового проекта.

$$Q_{\text{баз}}^{\text{усл}} = Q_{\text{баз}} \cdot K_{\text{тр}}^{\text{ш}},$$

где $Q_{\text{баз}}$ - объём производства базовый,
 $K_{\text{тр}}^{\text{ш}}$ – коэффициент трудоёмкости шихты

$$Q_{\text{баз}}^{\text{усл}} = 833900 \cdot 1 = 833,9 \text{ усл.тыс.т/год}$$

$$Q_{\text{пр. ш}}^{\text{у.т}} = Q_{\text{пр. ш}} \cdot K_{\text{тр}}^{\text{ш}},$$

где $Q_{\text{пр. ш}}^{\text{у.т}}$ – объём производства шихты в условных тоннах,
 $K_{\text{тр}}^{\text{ш}}$ – коэффициент трудоёмкости шихты,
 $Q_{\text{пр. ш}}$ - объём производства шихты.

$$Q_{\text{пр. ш}}^{\text{у.т}} = 583704 \cdot 1 = 583,704 \text{ усл.тыс.т/год},$$

$$K_{\text{тр}}^{\text{бр}} = P_{\text{max}}/P_i = 73,7/34 = 2,15,$$

где $K_{\text{тр}}^{\text{бр}}$ – коэффициент трудоёмкости брикетов;
 $P_{\text{max}} - 73,7 \text{ т/ч}; P_i - 34 \text{ т/ч}.$

$$Q_{\text{пр. бр}}^{\text{у.т}} = Q_{\text{пр. бр}} \cdot K_{\text{тр}}^{\text{бр}},$$

где $Q_{\text{пр. бр}}^{\text{у.т}}$ – объём производства в условных тоннах,
 $K_{\text{тр}}^{\text{бр}}$ – коэффициент трудоёмкости брикетов,
 $Q_{\text{пр. ш}}$ - объём производства шихты.

$$Q_{\text{пр. бр}}^{\text{у.т}} = 269280 \cdot 2,15 = 578,952 \text{ усл. тыс.т/год}$$

Рассчитаем объём производства для проекта в условных тоннах

$$Q_{\text{пр}}^{\text{усл}} = Q_{\text{пр. ш}} + Q_{\text{пр. бр}} = 583,704 + 578,952 = 1162,656 \text{ усл. тыс. т/год}$$

Расчёт индекса прироста производства

$$I = Q_{\text{пр}}^{\text{усл}} / Q_{\text{баз}}^{\text{усл}} = 1162,656 / 833,9 = 1,39$$

4.3 Себестоимость 1 тонны шихты на ООО «Мечел – Кокс»

Калькуляция по себестоимости 1 тонны шихты на ООО «Мечел - Кокс» за месяц в базовом периоде (таблица 4.4).

Таблица 4.4 – Калькуляция по себестоимости 1 тонны шихты на ООО «Мечел – Кокс» в базовом периоде

Наименование	Количество на единицу	Цена, руб.	Сумма на ед., руб.
1 Угли ф.вес	1,08115	2161,29	2569,89
2 Расходы по переделу			
2.1 Технологическое топливо (тыс.м.куб)	0,00359	1384,42	4,97
2.2 Энергетические затраты			
Электроэнергия (тыс.кВт час)	0,00330	1554,00	5,12
Пар(Гкал)	0,01524	342,00	5,21
Вода техническая (тыс.м.куб)	0,00022	696,00	0,15
Сод. насосной техн. воды			1,19
Сжатый воздух (тыс.м.куб.)	0,00082	208,00	0,17
3 Основная зарплата			7,43
4 ЕСН			1,93
5 Текущий ремонт			5,10
6 Содержание основных средств			9,60
7 Аренда основных средств			1,52
9 Охрана труда			0,34
10 Прочие расходы			1,62
11 Работа транспортных цехов			26,15
12 Капитальный ремонт			0,87
Итого по переделу			71,410
Итого затрат			2478,26
Себестоимость шихты			2478,26

4.4 Проектная себестоимость 1 тонны шихты

Дополнительные затраты:

$$\Delta \text{ Эл. эн.} = ((\sum P \cdot t \cdot Ц) / Q_{\text{пр}}) + \text{эл.эн.}_{\text{баз}} / I,$$

где t – время рабочее;

Ц – стоимость электроэнергии;

P – мощность;

$Q_{\text{пр}}$ – производительность;

эл.эн.баз – электроэнергия базовая (таблица 3.1);

I – индекс увеличения производительности.

$$\Delta \text{ Эл. эн.} = (245 \cdot 24 \cdot 5,12/1162656) + 5,12/1,39 = 3,70 \text{ руб/ч}$$

$$\Delta \text{ Пар} = (\sum P \cdot t \cdot \text{Ц}) / Q_{\text{пр}},$$

где Ц – стоимость пара;

t – время;

P – производительность;

парбаз – базовая (таблица 2);

I – индекс увеличения производительности.

$$\Delta \text{ Пар} = (0,015 \cdot 24 \cdot 5,21/1162656) + 5,21/1,39 = 3,75 \text{ руб/ч}$$

$$\Delta \text{ ФЗП} = \text{ФЗП}_{\text{г}} / Q_{\text{пр}} + \text{ФЗП}_{\text{баз}} / I,$$

где $\text{ФЗП}_{\text{пр.г}}$ – годовой фонд заработной платы для проекта;

$\text{ФЗП}_{\text{баз}}$ – фонд заработной плата базовый;

I – индекс увеличения производительности.

$$\Delta \text{ ФЗП} = 2309,3/1162,656 + 7,43/1,39 = 7,33 \text{ руб./ч}$$

Калькуляция производственной себестоимости шихты с частично сбrikетированной шихтой (таблица 4.5) в проектном периоде.

Таблица 4.5 – Калькуляция производственной себестоимости шихты с частично сбrikетированной шихтой в проектном периоде

Наименование	Количество на ед.	Цена, руб.	Сумма на ед., руб.
1 Угли Ф.вес	1,08115	2161,29	2569,89
2 Расход по переделу			
2.1 Технологическое топливо (тыс.м.куб.)	0,00359	1384,42	3,60
2.2 Энергетические затраты			
электроэнергия (тыс.кВт.ч.)	0,00330	1554,0	3,70
пар (Гкал)	0,01524	342,00	3,75
вода техническая (тыс.м. куб.)	0,00022	696,00	0,10
сод. насосной техн. воды			0,85

Сжатый воздух (тыс.м.куб)	0,00082	208,00	0,12
3 Основная з/плата			12,67

Окончание таблицы 4.5

Наименование	Количество на ед.	Цена, руб.	Сумма на ед., руб.
4 ЕСН			3,54
5 Текущий ремонт			5,10
6 Капитальный ремонт			0,87
7 Содержание основных средств			8,56
8 Охрана труда			0,24
9 Прочие расходы			1,16
10 Работа транспортных цехов			18,81
11 Аренда основных средств			1,09
Итого по переделу			64,19
Итого затрат			2634,05
Себестоимость шихты для проекта			2634,05

$$C/C_{\text{пр}} (2634,05) > C/C_{\text{баз}} (2478,26)$$

На ООО «Мечел-Кокс» производится кокс ТУ 1107-076100-00190437(таблица 4.6).

Таблица 4.6 – Качественные показатели кокса на ООО «Мечел – Кокс»

Наименование	Качественный базовый показатель	Качественный проектный показатель
Зольность	11,5 – 13,6	11,3
Сера	0,4 – 0,8	0,51
Выход летучих, %, не более	1,2	1,3
Прочность, %		
М 40, не менее	57	57,7
М 10, не менее	10	10
Массовая доля кусков размером менее 25 мм	2,2	1,9

Оптовая продажа каменноугольного кокса производится по ценам без НДС таблица 4.7[15].

Таблица 4.7 – Оптовая продажа каменноугольного кокса

Кокс фракции, мм	Наименование производителя				
	ОАО «Алтай-Кокс»	ОАО «НТМК»	ОАО «Кокс»	ОМК «Губахинский кокс»	ОАО «Московский коксо-газовый завод»
Литейный +60	14600 р.	14500 р.	14500 р.	15000 р.	15000 р.

Литейный +40	13500 р.		13500 р.	14000 р.	14000 р.
--------------	----------	--	----------	----------	----------

Окончание таблицы 4.7

Доменный +40	13500 р.	13500 р.		14000 р.	
Доменный 25- 40	11000 р.		11500 р.	11500 р.	
Доменный 25					
Доменный 10 – 25			9000 р.		
Коксовая мелочь 0 - 10		2500 р.	2500 р.	2500 р.	

Промышленные испытания подтвердили технологическую эффективность частичного брикетирования шихты: при 30...35 % брикетов в шихте плотность брикетированной шихты возрастает на 8...12 % по сравнению с шихтой без брикетов, выход металлургического кокса повысился на 1,4%, качество кокса по показателям М10 и М25 и на истираемость улучшилось на 1...0,6 % [13].

С повышением качественных показателей кокса повышается и цена на кокс. Если кокс стоит 10 тыс. за тонну, то при улучшении качественных показателей его цена может составлять 10,1 тыс. руб. за тонну.

4.5 Расчет экономической эффективности

Дополнительная прибыль по ценовому фактору

$$\Delta \text{ Приб.} = C_{\text{пр}} - C_{\text{баз}} = 10,0 - 10,1 = 100 \text{ руб.},$$

$$\text{Ток} = K_{\text{вл}} / [(C_{\text{баз}} - C_{\text{пр}}) \cdot Q_{\text{пр}}^{\text{y.t}} + \Delta \text{ Приб.} \cdot (Q_{\text{пр}}^{\text{y.t}} / \text{расх. шихты по загрузке (1,3)})],$$

где Ток – срок окупаемости проекта;

$C_{\text{баз}}$ – себестоимость базовой шихты;

$C_{\text{пр}}$ – себестоимость проектной шихты;

$Q_{\text{пр}}$ – производительность проекта;

$\Delta \text{ Приб.}$ – прибыль.

$$\text{Ток} = 250125000 / [(2478 - 2634) \cdot 1162600 + 100 \cdot 894300] = 1,4 \text{ года}$$

Экономический эффект (Э.э):

$$\text{Э.э} = Q_{\text{пр}}^{\text{y.t}} / (C_{\text{пр}} - C_{\text{баз}}) = 1162600 / (2634 - 2478) = 7452,6 \text{ тыс. руб./год}$$

Вывод по разделу четыре:

Внедрение метода частичного брикетирования шихты на действующем производстве ООО «Мечел – Кокс» в цехе углеподготовки шихты перед

коксованием на одну угольную башню является рентабельным. Экономический эффект составляет 7452,6 тыс. руб. в год. Срок окупаемости проекта 1,4 года.

5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Дипломный проект рассматривает введение нового метода подготовки углей к коксованию, путём частичного брикетирования шихты, в действующее производство ООО «Мечел – Кокс» цеха углеподготовки.

Брикетирование шихты осуществляется в брикетном отделении.

Характеристика отделения:

- размеры здания 15 м × 15 м, здание 2-х этажное каркасное панельное, первый этаж состоит из 2-х пролётов: в первом пролёте расположен вальцовый пресс, во втором приёмный бункер для связующего; второй этаж состоит из 2-х пролётов в первом расположена система пылеулавливания, во втором смесильный аппарат, бункер для приёма шихты, дозатор, бункер для связующего, насосы для подачи связующего в бункер и в смеситель схема отделение брикетирования представлена рисунке 5.1:

- количество рабочих - 8 человек;
- отделение работает круглосуточно, график работы 2-х сменный, 4хбригадный; смены по 11,5 часов.

5.1 Анализ опасных и вредных факторов в отделении брикетирования

Регламентируется по ГОСТ 12.0.003-2015 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация»

В отделении брикетирования имеются следующие вредные факторы:

- микроклимат;
- вредные химические вещества;
- шум;
- вибрация;
- электробезопасность;
- освещение рабочих мест;
- охрана окружающей среды;
- движущиеся механизмы;
- гражданская оборона и чрезвычайные ситуации.

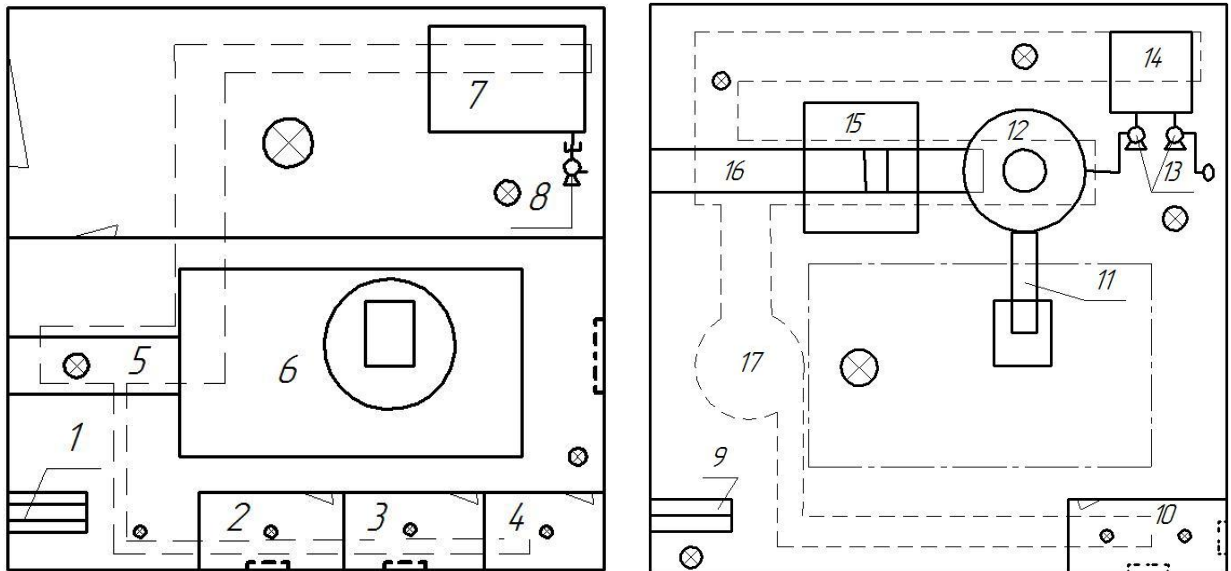


Рисунок 5.1 – Схема отделения брикетирования:

⊗ – свет в помещении; ———— двери в помещении; - · - · - · - окна; - - - - -
 – система вентиляции и пылеулавливания; (а) – первый этаж здания : 1 –
 лестница, 2 – рабочее помещение , 3, 4 – бытовые помещения, 5 – конвейер с
 брикетами, 6 – вальцовый пресс, 7 – приёмный бункер для связующего, 8 – насос
 ;(б) – второй этаж здания: 9 – лестница, 10 – рабочее помещение, 11 – винтовой
 конвейер, 12 – смеситель, 13 – насосы, 14 – бункер со связующим, 15 – приёмный
 бункер для шихты, 16 – конвейер с шихтой

5.2 Мероприятия по обеспечению безопасных условий труда

5.2.1 Микроклимат

Регламентируется по ГОСТ 12.1.005-88 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны (с Изменением N 1)», СанПиН 2.2.4.548–96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений».

Показатели, характеризующие микроклимат:

- температура воздуха;
- относительная влажность воздуха;
- скорость движения воздуха;
- интенсивность теплового излучения.

Микроклимат – метеорологические условия внутренней среды производственных помещений, которые определяются действующими на организм человека сочетаниями температуры, влажности, скорости движения воздуха. Показатели микроклимата должны обеспечивать сохранение теплового баланса человека с окружающей средой и поддержания оптимального или допустимого теплового состояния организма.

Мероприятия по созданию оптимальных и допустимых метеорологических параметров регламентируются ГОСТ 12.1.005-88 «Система стандартов

безопасности труда (ССБТ). Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны (с Изменением N 1)».

Для защиты работников от неблагоприятных метеорологических условий, при низких температурах окружающей среды применяются средства индивидуальной защиты, в холодный период используется тёплая одежда, обувь, помещения. Распространённым методом коллективной защиты является специальное помещение для обогрева работающих в холодное время года и охлаждения – в тёплое. Для отопления помещений применяют горячую воду из магистралей, а в тёплый период применяют принудительную вентиляцию.

Выполнение работ должно происходить исключительно в закрытых помещениях, обеспечивающих удержание положительной температуры в течение всего периода работ.

Оптимальные и допустимые нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне производственных помещений (таблица 5.1).

Таблица 5.1 – Оптимальные и допустимые нормы температур

Период года		Холодный	Тёплый
Категория работ		Лёгкая 1-б	Лёгкая 1-б
Температура на рабочих местах, °С	Оптимальная	21...23	22...24
	Допустимая	17...24	19...28
Относительная влажность, %	Оптимальная	40...60	40...60
	Допустимая на рабочих местах постоянных и не постоянных	75	60
Скорость движения, м/с	Оптимальная	0,1	0,2
	Допустимая	н/б 0,2	0,1...0,3

Температура в отделения брикетирования в холодное время года 17...23 °С а в тёплое время года 20...25 °С, что удовлетворяет требованиям в соответствии с СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» и ГОСТ 12.1.005-88 (01.04.2004) ССБТ «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны».

Для удаления производственных вредностей и создания в рабочей зоне воздушной среды, отвечающей гигиеническим требованиям, используется производственная вентиляция.

Чтобы обеспечить эффективность местной вытяжной вентиляции выполняются следующие требования:

- отсос максимально приближён к источникам выделения вредных веществ, влаги с тем, чтобы максимально локализовать и удалить вредные вещества, избыточное тепло, влагу;

- удаляемый воздух проходит через систему очистки, где воздух очищается от мелких частичек угольной пыли и возвращается в помещение. Угольная пыль возвращается в производство (смесильный аппарат).

5.2.2 Вредные химические вещества

Регламентируются по ГОСТ 12.1.007 – 76 (02.2002) ССБТ «Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности». ГН 2.2.5.1313 – 03 «Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны».

В условиях производства токсические и агрессивные вещества встречаются в виде сырья, промежуточного, побочного и готового продуктов. Для обеспечения безопасных условий труда необходимо знать свойства этих веществ, пути проникновения их в организм, меры безопасности при работе с ними.

Токсические и агрессивные вещества, которые используются в промышленном предприятии, при неправильной организации труда и несоблюдении определённых профилактических мероприятий могут нанести вред здоровью работающих, снизить их работоспособность. При незначительных концентрациях этих веществ возможны отравления, а при длительном воздействии малых концентраций – профессиональные заболевания.

Содержание токсических и агрессивных веществ в воздухе производственных зон и помещений, при котором в организме человека не происходит изменение даже в случае длительного воздействия, называется предельно допустимой концентрацией (ПДК). Величины ПДК выражаются количеством вредных веществ в одном кубическом метре воздуха (мг/м^3 или г/м^3). Они определяются на основе специальных токсикологических исследований и утверждаются органами Государственной силы по согласованию с этими организациями.

Администрация предприятий обязана не допускать содержание в воздушной среде производственных зон и помещений паров, газов и пыли токсических веществ выше предельно допустимой концентрации.

В отделении брикетирования имеют место быть в атмосфере рабочих зон и помещений токсические и агрессивные вещества в большей или меньшей степени. Содержание вредных веществ в атмосфере рабочих зон и помещений отделения брикетирования можно сказать, что к основным вредным производственным факторам в этом отделении можно отнести: угольную пыль, пары каменноугольного пека (таблица 5.2).

Таблица 5.2 – Содержание вредных веществ в атмосфере рабочих зон и помещений в отделении брикетирования

Место отбора Наименование места	Вид анализа	Реальная концентрация, замеры мг/м^3	ПДК мг/м^3	Атм.давл. ммРТ.ст
Рабочее место оператора	Пары смолы	0,3	0,5	745
	Угольная пыль	3,3	6,0	
Рабочее место бригадира	Пары смолы	0,3	0,5	745
	Угольная пыль	2,5	6,0	

Описание вредных веществ

Основным фактором в отделении брикетирования является наличие в атмосфере рабочей зоны вредных веществ.

Процесс подготовки брикетов на всём протяжении технологической схемы характеризуется выделением вредных веществ в атмосферу. Такими веществами в отделении являются:

- 1) пары каменноугольной смолы (составляющий элемент исходного сырья);
- 2) угольная пыль (составляющий элемент исходного сырья);

Возможные места выбросов вредных веществ в атмосферу (таблица 5.2):

- 1) узел перегрузки шихты, с конвейера в бункер;
- 2) смесильная машина;
- 3) узел выдачи брикетов на конвейер.

Биологическое воздействие опасных и вредных веществ, участвующих в технологическом процессе, на организм человека

Вредное вещество, это вещество, которое при воздействии на организм человека может вызывать профессиональные заболевания или отклонения в состоянии здоровья. Под воздействием вредных веществ, проникающих в организм человека через органы дыхания, кожные покровы, в организме человека могут происходить различные нарушения. Эти нарушения проявляются в виде острых и хронических заболеваний.

Каменноугольная смола и угольная пыль, содержащие вредные вещества оказывают отрицательное влияние на организм человека.

Наибольшую опасность для человека представляют вредные вещества, которые могут встречаться в газообразном и жидком состоянии в производственных помещениях и на участках брикетного отделения:

- пары каменноугольной смолы;

При воздействии таких паров на человека возможны кожные заболевания, ожоги и отравления. Проявления отравлений парами разнообразны. Наблюдается – потеря сознания, судороги, поражение почек, отёк легких, психические расстройства. У персонала, постоянно работающих с углями и пеком отмечаются заболевания верхних дыхательных путей.

Каменноугольная смола вызывает поражения кожных покровов и органов зрения.

Угольная пыль способна приводить к онкологическим заболеваниям верхних дыхательных путей, а также к силикозу верхних дыхательных путей.

Замеры ПДК определяют концентрацию пыли на рабочих местах. Периодичность контроля устанавливается в зависимости от класса опасности вредного вещества. В соответствии с ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ «Вредные вещества» (02.2002).

В целях борьбы с пылью в брикетном отделении проводятся серьёзные профилактические мероприятия:

- герметизируются конвейеры;

- окожушиваются оборудование и пылящая аппаратура;
- предельно уменьшаются высоты перепадов при транспортировке шихты и брикетов;
- используются закрытые желоба;
- устанавливаются мощные установки пылеулавливания и вентиляции.

Основной принцип работы систем пылеулавливания заключается в максимальном осаждении пыли из воздушно-газово-пылевой смеси и по возможности возвращение её на брикетирование. Для этого установлена система сухого пылеулавливания, в виде установки циклонов различной конструкции.

Дополнительные мероприятия: обслуживающий персонал должен пользоваться индивидуальными средствами защиты (респираторы) по ГОСТ 12.4.033 – 78 ССБТ (08.10.2003) « Средства индивидуальной защиты органов дыхания. Классификация».

5.2.3 Производственное освещение рабочих мест

Одной из причин возникновения несчастных случаев на производстве является нерациональное, неправильное освещение рабочих мест, так как свет имеет исключительно важное значение для человека. Качество зрительной информации во многом определяется условиями зрительной работы. Неудовлетворительная организация системы производственного освещения приводит к появлению ошибок при выполнении операций, связанных с трудностями в распознавании тех или иных предметов, или определения степени опасности.

Требования к искусственному освещению регламентируется СНиП 23 – 05 – 95 «Естественное и искусственное освещение. Нормы проектирования», отраслевыми нормами искусственного освещения РД 48 – 2 – 16 – 89. Эти нормы и требования сводятся к следующему (таблица 5.3):

- достаточная освещенность рабочих мест;
- отсутствие слепящего действия;
- повышенная освещённость опасных мест.

Естественное освещение

Регламентируется СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственно освещение»

Естественное освещение, с точки зрения гигиены, имеет большое преимущество перед другими видами освещения. Источником света является солнце (прямой или диффузно рассеянный свет небесного купола). Естественное освещение характеризуется тем, что создаваемая освещенность изменяется в очень широких пределах в зависимости от времени года, дня, метеоусловий. Учитывая степень влияния естественного света на организм человека, гигиена труда требует максимального использования естественного освещения. Оно осуществляется:

- через окна помещений (боковое) одно- или двухстороннее;
- через аэрационные или зенитные фонари, проемы в перекрытиях (верхнее);
- комбинированное когда к верхнему освещению добавляют боковое.

В качестве нормируемой величины для естественного освещения (КЕО), равный процентному отношению освещенности в данной точке внутри помещения E_v к одновременному значению наружной горизонтальной освещенности E_n , создаваемой светом полностью открытого небосвода.

С течением времени из-за загрязнений и запыления остекления, эффективность естественного освещения снижается (до 25% норм.). Поэтому необходимо 2 раза в год очищать стёкла, 1 раз в год белить стены и потолки.

Искусственное освещение

Искусственное освещение делится на рабочее и аварийное. Питание аварийного освещения должно осуществляться то генератора с независимым источником энергии. Искусственное освещение может быть общим, когда освещено всё помещение, местным – при необходимости освещения участков, а также применяется комбинированное освещение.

В отделении брикетирования, где важное значение имеет освещенность рабочих мест, используется смешанное освещение. На рисунке 5.1 (а) и (б) в показано размещение освещения в производственном отделении брикетирования шихты. Освещение в отделении брикетирования представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.3- Освещение рабочих мест в отделении брикетирования

Наименование мест оборудованных освещением	Освещение, лк
Основное освещение первого этажа:	
- первый пролёт;	250
- второй пролёт;	250
- подсобные помещения;	100
- рабочее место бригадира.	100
Дополнительное освещение первого этажа:	
- участок расположения приёмного бункера;	100
- участок расположения вальцового прессы	100
Основное освещение второго этажа	250
- рабочее место оператора.	100
Дополнительно освещение:	
- участок смесильного аппарата;	100
- участок приема шихты;	50
- участок расположения насосов.	100

Искусственное освещение вычисляется из формулы коэффициента светового потока:

$$E = \Phi \cdot N \cdot n / K \cdot S \cdot Z = 1500 \cdot 15 \cdot 10 / 1,2 \cdot 450 \cdot 1,15 = 362 \text{ лк,}$$

где Φ - световой поток светильника, лм;

N - число светильников;

n – коэффициент использования системы освещения;

Z – коэффициент неравномерности освещения.

Таким образом, освещение на рабочих местах соответствует нормам, которое должно быть больше 300 лк.

5.2.4 Производственный шум

Регламентируется по ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ «Шум. Общие требования безопасности» (05.12.2014).

В отделении брикетирования источниками шума являются электродвигатели оборудования.

Движущиеся машины и механизмы. Регламентируется по ГОСТ 122.002 – 75 ССБТ – 1.05.30 (12.09.2009).

В отделении брикетирования представляют собой опасность ленточные конвейера, которые имеют движущиеся и вращающиеся механизмы, являющиеся травмоопасными.

Мероприятия для предотвращения несчастных случаев при работе конвейеров:

- конвейера оборудуются защитными ограждениями, световой сигнализацией и защитным тросиком для случая аварийного останова конвейера;
- обслуживающий персонал брикетного отделения при работах должен руководствоваться производственными инструкциями, журналами сменных заданий, технологическими картами.

5.2.5 Производственная вибрация

ГОСТ 12.1.012–2004 ССБТ «Вибрационная безопасность труда. Общие требования»

В отделении брикетирования шихты наблюдается присутствие локальной вибрации (участок вальцового пресса). Для людей работающих в этом отделении предусмотрены изолированные, от шума и вибрации, рабочие места соответствующие стандартным нормам.

Дополнительные мероприятия:

- соблюдение правил и условий эксплуатации оборудования технологических процессов, использование оборудования только в соответствии с их назначением, предусмотренным НД;
- контроль вибрационных характеристик оборудования, с соблюдением требований вибробезопасности и выполнением предусмотрительных для условий эксплуатации мероприятий.

5.2.6 Статическое электричество

Допустимые уровни напряжённости электростатических полей установлены в ГОСТ 12.1.045-84 «Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля» (01.10.2006). Допустимые уровни напряжённости полей зависят от времени пребывания на рабочих местах. Предельно допустимый уровень напряжённости электростатических полей равен 60 кВ/м в 1 час.

При удалении из помещения пыли из диэлектрического материала с помощью вентиляции может привести к накоплению в газоотводах электрических зарядов и отложения пыли. При перекачке по трубопроводам, сливе из цистерны или за счёт плескания жидкости накапливаются электростатические заряды, и может возникнуть искра, которая воспламенит жидкость.

Для защиты от статического электричества необходимо применять слабоэлектризующиеся или неэлектризующиеся материалы, устранять или ограничивать трение, распыление, разбрызгивание, плескание диэлектрических жидкостей. Устранение зарядов статического электричества достигается прежде всего заземлением корпусов оборудования.

Применение средств защиты работающих обязательно в тех случаях, когда фактические уровни напряжённости электростатических полей на рабочих местах превышает 60 кВ/м.

При выборе средств защиты от статического электричества должны учитываться особенности технологических процессов, физико-химические свойства обрабатываемого материала, микроклимат помещений и др., что определяет дифференцированный подход при разработке защитных мероприятий.

5.2.7 Электромагнитное излучение

В соответствии со стандартом ГОСТ 12.1.002-84 ССБТ «Электрические поля промышленной частоты. Допустимые уровни напряжённости и требования к проведению контроля на рабочих местах» (01.06.2002).

Нормы допустимых уровней напряжённости электрических полей зависят от времени пребывания человека в опасной зоне. Присутствие персонала на рабочем месте в течении 8 часов допускается при напряжённости электрического поля (E), не превышающей 5 кВ/м.

Электромагнитное поле обладает определённой энергией и характеризуется электрической и магнитной напряжённостью, что необходимо учитывать при оценке условий труда.

Источниками электромагнитных излучений служат радиотехнические и электронные устройства, индукторы и др.

Электромагнитные излучения оказывают вредное воздействие на организм человека. В крови, являющейся электролитом, под влиянием электромагнитных излучений возникают ионные токи, вызывающие нагрев тканей, что вызывает тепловой порог.

Ещё влияет на нервную систему, вызывая нарушение сердечнососудистой системы и обмен веществ.

Для обеспеченности безопасности работ с источниками электромагнитных волн проводится систематический контроль фактических значений нормирующих параметров на рабочих местах и в местах возможного нахождения персонала.

5.2.8 Электробезопасность

Регламентируется по ГОСТ Р 12.1.009-2009 ССБТ (01.01.2011) «Электробезопасность. Термины и определения». ГОСТ Р 12.1.019-2009 ССБТ

(01.01.2011) «Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защит».

В отделении брикетирования электрооборудование пресса, смесителя, дозатора и освещения представляет опасность поражения током.

Условиями возникновения электротравм являются:

- прикосновения к токоведущим частям электроприбора, находящегося под напряжением (непреднамеренное прикосновение к оголённым проводам, токоведущим частям);
- нахождение вблизи места замыкания (вблизи оборванного токоведущего провода, упавшего на землю или касающегося земли);
- прикосновение к незаземлённому оборудованию.

Электробезопасность в отделении брикетирования достигается применением следующих мероприятий:

- ограждение токоведущих частей;
- изоляция, которая обеспечивает защиту от поражения электрическим током в случае прикосновения;
- защитное заземление для устранения опасности поражения током при появлении напряжения.

Регламентируемые нормы допуска уровня напряжения ГОСТ 12.1.038-82 «Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов», приведённых в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Предельно допустимые значения напряжений прикосновения токов

Род тока	U, В (не более)	I, mA (не более)
Переменный, 50 Гц	2,0	0,3
Постоянный	8,0	1,0

Электрооборудование, находящееся в отделении брикетирования удовлетворяют нормам на допустимые токи и напряжение и соответствует ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ «Электропроводность. Защитное заземление. Зануление» (23.06.2009).

При обслуживании и ремонта оборудования в отделении используется напряжение 12 В, лампами накаливания 40...60 Вт с использованием переносных проводов (удлинителей) огнестойкой изоляцией. В связи с токопроводящими способностями угольной пыли, кроме 12 В, другое напряжение не используется. Исключение: оборудование для смешения брикетной массы и приготовления брикетов, которое работает на напряжении 380 В, должно иметь заземление по ГОСТ 12.1.033 – 81 «Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление» (22.06.2009).

Организационные меры защиты:

- ежеквартальный инструктаж персонала;
- ежегодная проверка знаний;
- надзор за выполнением правил электробезопасности со стороны руководства.

Проектом отделения брикетирования предусмотрена:

- система аварийных блокировок и сигнализаций по отклонению параметров и прекращению подачи электроэнергии.

5.2.9 Безопасность производственных процессов и оборудования

К работе на производстве допускаются лица, прошедшие обучение по технике безопасности, противопожарной безопасности, электробезопасности.

Запрещается загромождать доступы к выходу, вентиляции, производственным участкам

5.2.10 Пожарная безопасность

ГОСТ 12.1.004 – 91 ССБТ «Пожарная безопасность. Общие требования», 123-ФЗ (22.07.2008) «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» ППБ 01- 03

Пожаровзрывоопасность и пожарная опасность технологических сред характеризуется показателями пожаровзрывоопасности и пожарной опасности веществ, обращающихся в технологическом процессе, и параметрами технологического процесса.

В отделении брикетирования источниками пожара могут быть:

- каменноугольная смола;
- угольная пыль (показатели пожаровзрывоопасности каменноугольного пека и различных марок угля представлены в таблице 5.5);

По классификации пожаров по виду горючего материала отделение брикетирования шихты относится к классу «В» (пожары твёрдых горючих веществ и материалов).

В целях обеспечения пожарной безопасности, предусматриваются следующие мероприятия:

- уборка рабочих площадок, помещений, вывоз мусора;
- устройство вентиляции в рабочих помещениях для снижения загрязнения воздуха газами и пылью;
- отделение должно иметь систему оповещения;
- производственные помещения и комнаты отдыха должны комплектоваться средствами пожаротушения и схемами эвакуации при пожаре
- периодическую проверку знаний и выполнение предписаний противопожарных требований.

Таблица 5.5 – Показатели пожаровзрывоопасности каменноугольного пека и различных марок угля

Наименование материалов	Показатели
Угли марки: ОС	Горючее твёрдое вещество; склонно к самовозгоранию. Дисперсность образца менее 75 мкм. Температура воспл. 575 °С; температура самовоспл. 635 °С; нижн. конц. предел расп. пл. более

	400 г/м ³ .
--	------------------------

Окончание таблицы 5.5

Наименование материалов	Показатели
Г	Горючее твёрдое вещество; склонно к самовозгоранию. Дисперсность образца менее 75 мкм. Температура воспл. 335...455 °С; температура самовоспл. 495...575°С; нижн. конц. предел расп. пл. 52...62 г/м.
Т	Горючее твёрдое вещество; склонно к самовозгоранию. Дисперсность образца менее 19 мкм. Температура воспл. аэровзвеси 670 °С; температура тления 300 °С; нижн. конц. предел расп. пл. 60 г/м; макс. давл. взрыва 860 кПа; макс. скорость нарастания давл. 4,3 МПа/с.
Каменноугольная смола	Горючее твёрдое вещество. Температура воспл. ≥80 °С; температурасамовоспл.≥570 °С; темп.всп.≥80 °С

Проект брикетирования части шихты перед коксованием предусматривает:

- систему аварийных блокировок и систему сигнализации в случаях возгорания;
- систему управления вентиляционной системы.

5.2.11 Эргономика и производственная эстетика

Проблемами приспособления производственной среды к возможностям человеческого организма занимается эргономика.

Для оценки качества производственной среды используются следующие эргономические показатели:

- гигиенические;
- уровень освещённости, температура, влажность, давление, запылённость, шум, радиация, вибрация и др.;
- антропометрические – соответствие изделий антропометрическим свойствам человека (размеры, форма). Эта группа должна обеспечивать рациональную и удобную позу, правильную осанку, оптимальную хватку руки и т. д., предохранять человека от быстрого переутомления;
- психологические – соответствие изделия психологическим особенностям человека.

Психологические показатели характеризуют соответствие изделия закреплённым и вновь формируемым навыкам человека, возможностям восприятия и переработки человеком информации.

Производственная эстетика включает планировочную, строительно-оформительскую и технологическую эстетику.

Планировочная эстетика включает структуру, размеры, размещение и взаимосвязь помещений. Она должна разработать кратчайшие пути перемещения людей, транспортных средств, создать условия для внедрения прогрессивной технологии и повышения производительности труда.

Технологическая эстетика предусматривает подбор и размещение оборудования, проходов, коммуникационных и линий.

Правильное решение комплекса вопросов производственной эстетики благоприятно воздействует на организм человека, исключает причины травматизма и профессиональных заболеваний, повышает производительность труда и культуру производства.

Техническая эстетика предусматривает конструирование и эксплуатацию оборудования, приспособлений, инструмента и включает:

- архитеконику (учёт форм, пропорций, гармоничность планировки);
- безопасность и безвредность работы (ограждение опасных зон, предохранительные устройства).

5.3 Охрана окружающей среды

На всех стадиях технологического процесса приготовления брикетной смеси и готового продукта наблюдается значительное выделение угольной пыли – частиц крупностью 0,001...0,01 мм. Наличие пыли в атмосфере ухудшает санитарно-гигиенические условия работы трудящихся, образует взрывоопасные пылевоздушные смеси.

Среди загрязнений воздушной среды выбросами в производстве брикетирования основными являются пары каменноугольного пека и угольной пыли.

Для снижения количества пыли, выбрасываемой в атмосферу, в отделении брикетирования предусмотрены:

- герметизация пылящего оборудования и мест перепадов угля;
- уплотнение на питателях-дозаторах;
- установлена вентиляционная пылеулавливающая система (рисунок 5.1).

Пылеуловители по принципу осаждения частиц из воздушного потока классифицируют на пылесадительные камеры, циклоны, батарейные пылеуловители, рукавные фильтры, электрофильтры, мокрые пылеулавливатели.

В циклонах улавливается до 60...70% из газового потока. Запылённость на выходе из циклонов составляет 5...60 г/м³.

В отделении брикетирования создан замкнутый технологический цикл, который заключается в том, что угольная пыль улавливаемая в пылесборниках возвращается в производство (в смесильный аппарат), а часть которая не улавливается уносится в атмосферу (не превышающая ПДК таблица 5.2).

В отделении брикетирования вода используется техническая только в небольших количествах (для влажной уборки помещения), поэтому образования сточных вод не происходит.

Отходы (бумага, пищевые отходы, металл и др.), образованные в отделении вывозят на полигон для промышленных отходов предусмотренный предприятием.

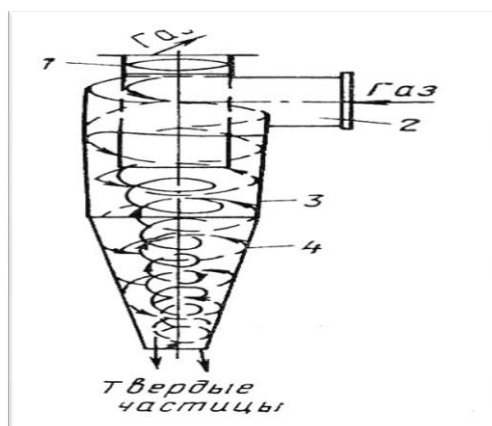


Рисунок 5.2 - Схема движения потока в циклоне:

1 – выходная труба, 2 – входной патрубок, 3 – цилиндрическая часть циклона, 4 – коническая часть циклона

5.4 Гражданская оборона и чрезвычайные ситуации

В основные задачи ГО в поведении единой государственной политики в области предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, защиты жизни и здоровья людей, материальных и культурных ценностей, окружающей среды в чрезвычайных ситуациях мирного времени. Обязательное обучение граждан Российской Федерации действиям в чрезвычайных ситуациях и по гражданской обороне – условия подготовки их к умелой и эффективной защите в чрезвычайных ситуациях. Основные обязанности населения производственного персонала в промышленных мероприятиях ГО:

- оповещение в чрезвычайной ситуации (порядок оповещения);
- знать действия рабочих и случаи при стихийных бедствиях, авариях и катастрофах (вид стихийного бедствия, их характеристика, характеристика возможных производственных аварий, анализ последствий, понятия о спасательных и других неотложных работах по ликвидации);
- действия рабочих при радиационном заражении местности, понятия о дозах облучения, уровне загрязнения различных поверхностей и объектов;
- действия при обнаружении «активно химических опасных веществ» (признаки отравления хлором, оказания первой медицинской помощи);
- знать и уметь пользоваться средствами индивидуальной защиты;
- порядок заполнения и эвакуации защитных сооружений, особенности использования их при авариях (бомбоубежище находящиеся на территории завода);
- медицинские индивидуальные средства защиты (аптечка индивидуальная АИ - 2; индивидуальный противохимический пакет ИПП – 8);
- оказание само- и взаимопомощи при ранениях, кровотечениях, переломах, ожогах, основы ухода за больными.

Вывод по разделу пять:

- проведён анализ вредных факторов производства;

- разработаны мероприятия по борьбе с ними.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Знание основ брикетного дела даёт возможность наиболее правильно и целенаправленно решать актуальные вопросы расширения сферы применения брикетирования и использование его продукции. Перспективные планы развития мировой индустрии ставят важные задачи совершенствование брикетного производства.

Брикетирование каменноугольной мелочи со связующим должно найти своё дальнейшее развитие в создании новых технологий брикетирования композиционных смесей энергетических смесей и коксующихся углей.

Особая задача для каменноугольного брикетирования – изыскание недефицитных, дешёвых, нетоксичных и многотоннажных связующих, привлечение для этих целей связующих минерального происхождения, а также разработка специальных добавок, улучшающие механические и термические свойства брикетов.

Важное место в брикетировании каменных углей занимает новое направление по их окусковыванию перед коксованием. При этом в коксовой шихте могут быть использованы неспекающиеся марки углей каменных углей.

Брикетирование обеспечивает максимально тесный контакт частиц угля и их уплотнение в брикете. Это, увеличивает разовую загрузку камер коксовых батарей, повышает разовую загрузку камер коксовых батарей, повышает их производительность, улучшает механические свойства кокса.

В дипломном проекте:

- предложена усовершенствованная технологическая схема подготовки углей к коксованию, включающая отделение брикетирования;
- выполнен выбор и расчёт оборудования для обеспечения производительности 107,7 т/ч;
- проработан вопрос о расположении отделения брикетирования на территории коксохимического завода;
- выполнен расчёт экономических показателей;
- проведён анализ вредных факторов производства и разработаны мероприятия по борьбе с ними.

ПЕРЕЧЕНЬ ПРИНЯТЫХ СОКРАЩЕНИЙ

ООО «Мечел – Кокс» - Общество с ограниченной ответственностью «Мечел – Кокс»;
КХП - коксохимическое производство;
ИНКРУ – институт культуры рынка угля;
ВУХИН – Восточный углехимический институт;
УХИН – углехимический институт;
ДШ – дробление шихты;
К – коксовые угли;
КЖ – коксовые жирные угли;
ОС – отощённые спекающиеся угли;
Т – тощие угли;
ГОСТ – государственный стандарт;
ТУ – технические условия;
ПДК – предельно допустимые концентрации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 Браун, Н. В. Перспективные направления развития коксохимического производства / Н. В. Браун, И. М. Глущенко. – М: Металлургия, 1989. – 272 с.
- 2 Елишевич, А. Т. Брикетирование полезных ископаемых / А. Т. Елишевич. – Киев: Одесса «Лыбидь». – 1990. - 400 с.
- 3 Жидко, А. С. Совершенствование и оптимизация технологии подготовки углей для коксования. – Челябинск: Металлургия. – 1989. – 184 с.
- 4 Зашквара, В. Г. Подготовка углей к коксованию / В. Г. Зашквара, А.Г. Дюганов. – М: Металлургия, 1990. – 227с.
- 5 Обуховский, Я. М. Составление угольных шихт для коксования / Я.М. Обуховский. – М: Металлургиздат. – 1957. – 330 с.
- 6 Руденко, К. Г. Основы обогащения и брикетирования углей / К. Г. Руденко. – М: Углетехиздат, 1958. – 300с.
- 7 Ткачѳв, В. С. Оборудование коксохимических заводов / В. С. Ткачѳв, М. А. Остапенко. – М: Металургия, 1983. – 360с.
- 8 Тематический отраслевой сборник. Термическая подготовка углей к коксованию. – М: Металлургия. – 1983. – 330 с.
- 9 Тематический отраслевой сборник. Нетермические методы подготовки углей и шихт к коксованию. – М: Металлургия. – 1984. – 60 с.
- 10 Шелкова, А. К. Справочник коксохимика в шести томах, том 1, Сырьевая база и подготовка углей к коксованию / Под редакцией инженера А. К. Шелкова. – М: Металлургия, 1964. – 490 с.
- 11 Степанов, Е. Н. Определение технологических ценности концентратов для коксования / Е. Н. Степанов, Г. В. Ларин, А. Е. Степанова, И. В. Семиохина // Кокс и химия. – № 2. – 2010. – С.2 – 7.
- 12 Ухмылов, Г. С. Увеличение срока службы коксовых батарей на коксохимических предприятиях Европы // Кокс и химия.-№ 6. – 2006. – С. 44 – 46.
- 13 Литвин, Е. М. Коксование частично брикетированных угольных шихт и перспективы его внедрения на коксохимических предприятиях СССР / Е. М. Литвин, П. Я. Нефѳдов, В. И. Сухоруков, Л. В. Копелиович, Ю. С. Васильев, А. Г. Дюганов, Ю. Д. Тимофеев, Л. Н. Борисов // Кокс и химия.-№ 3. – 1987. – С. 13 – 17.
- 14 Станкевич, А. С. Об оценки спекаемостипетрографически неоднородных угольных шихт / А. С. Станкевич, Ф. М. Станкевич // Кокс и химия, № 3. – 1986. – С. 4 – 7.
- 15 Аналитика / Чѳрные металлы, № 3. – 2005. – [http: // www.urm. ru / ru / analjtics16 - articlt 522. html](http://www.urm.ru/ru/analjtics16-articlt522.html).
- 16 Уральский рынок чѳрных металлов, № 10. – 2007. - [http: // www.urm.ru/ru](http://www.urm.ru/ru).
- 17 Тѳмкин, И. В. Производство электроугольных изделий: учебное пособиедля подготовки рабочих на производстве / И. В. Тѳмкин – Москва: «Высшая школа», 1975. – 232с.

18 Гельперин, Н. И. Основные процессы и аппараты химической технологии в двух книгах, серия «Процессы и аппараты химической технологии и нефтехимической технологии» / Н. И. Гельперин. – М: «Химия», 1981.– 812с.

19 Кауфман, А. А. Мастер коксового производства / А. А. Кауфман. – Екатеринбург, 2002, - 227 с.

20 Иванов, Е. Б. Технология производства кокса / Е. Б. Иванов, Д. А. Мучник. – М: «Высшая школа», 1976. – 232 с.

21 Шелкова, А. К. Справочник коксохимика в шести томах, том 5, Экономика коксохимического производства / Пол редакцией инженера А. К. Шелкова. – М: Металлургия. – 1966. – 340 с.

22 Пат. 2233864 Российская федерация, МПК C10L 5/08 (2000.01). Способ брикетирования каменных углей / В.Н. Лётов. - № 2003100161/04; заявл. 04.01.2003; опубл. 10.08.2004, Бюл. № 22. – 4с.

23 Солодов, В.С. Технологические аспекты брикетирования мелкодисперсных твердых углеродсодержащих материалов / В.С. Солодов, А.В. Папин, В.И. Косинцев, А.И. Сечин // Вестник КузГТУ. Серия «Экономика и экономические науки». -2013. – С.110-113.

24 Егоров, Н.С. Оценка параметров брикетируемости углей с целью совершенствования процесса / Н.С. Егоров, С.С. Будаев, С.Ю. Ананьев // Неделя горняка-2011. Семинар № 23. -2011. – С.8-9.

25 Китаева, Д.А. Физико-механические основы улучшения брикетируемости плотных бурых и каменных углей Д.А. Китаева, Н.М. Ташиев// Вестник КРСУ. - 2013. –Том 13. -№7 – С.27-31.

26 ПБ 05-580-03 Правила безопасности при обогащении и брикетировании углей. – М.:Пром. безопасность, 2008. – 249 с.

27 Коксование частично брикетированных угольных шихт и перспективы его внедрения на коксохимических предприятиях. - <http://masters.donntu.org/2009/feht/knysh/library/article7.htm>.

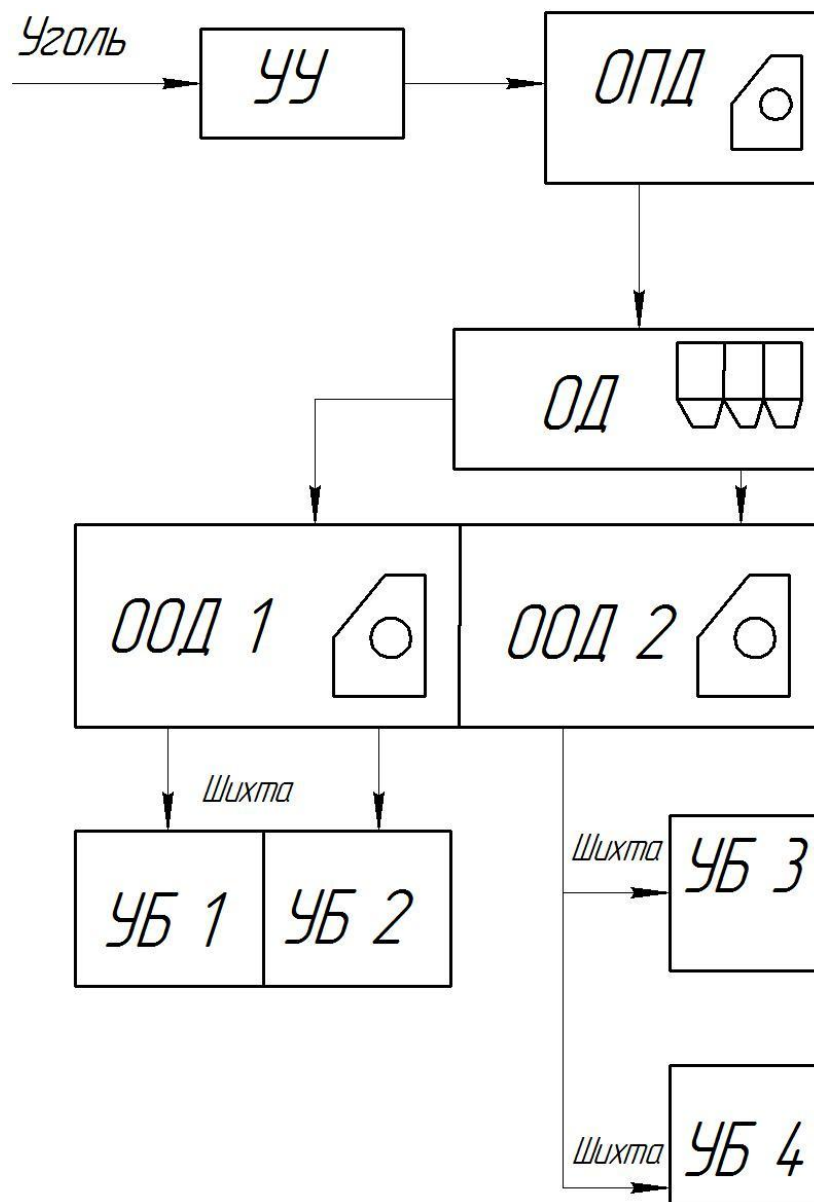
28 Гидрофобное связующее - <https://www.fundamental-research.ru/ru/article/view?id=36173>.

29 Принципиальная технологическая схема брикетирования - <http://steel-education.org/content/razdel-34-principialnaya-tehnologicheskaya-shema-briketirovaniya>.

30 Брикетирование - <http://www.mining-enc.ru/b/briketirovanie>.

ПРИЛОЖЕНИЯ
ПРИЛОЖЕНИЕ А

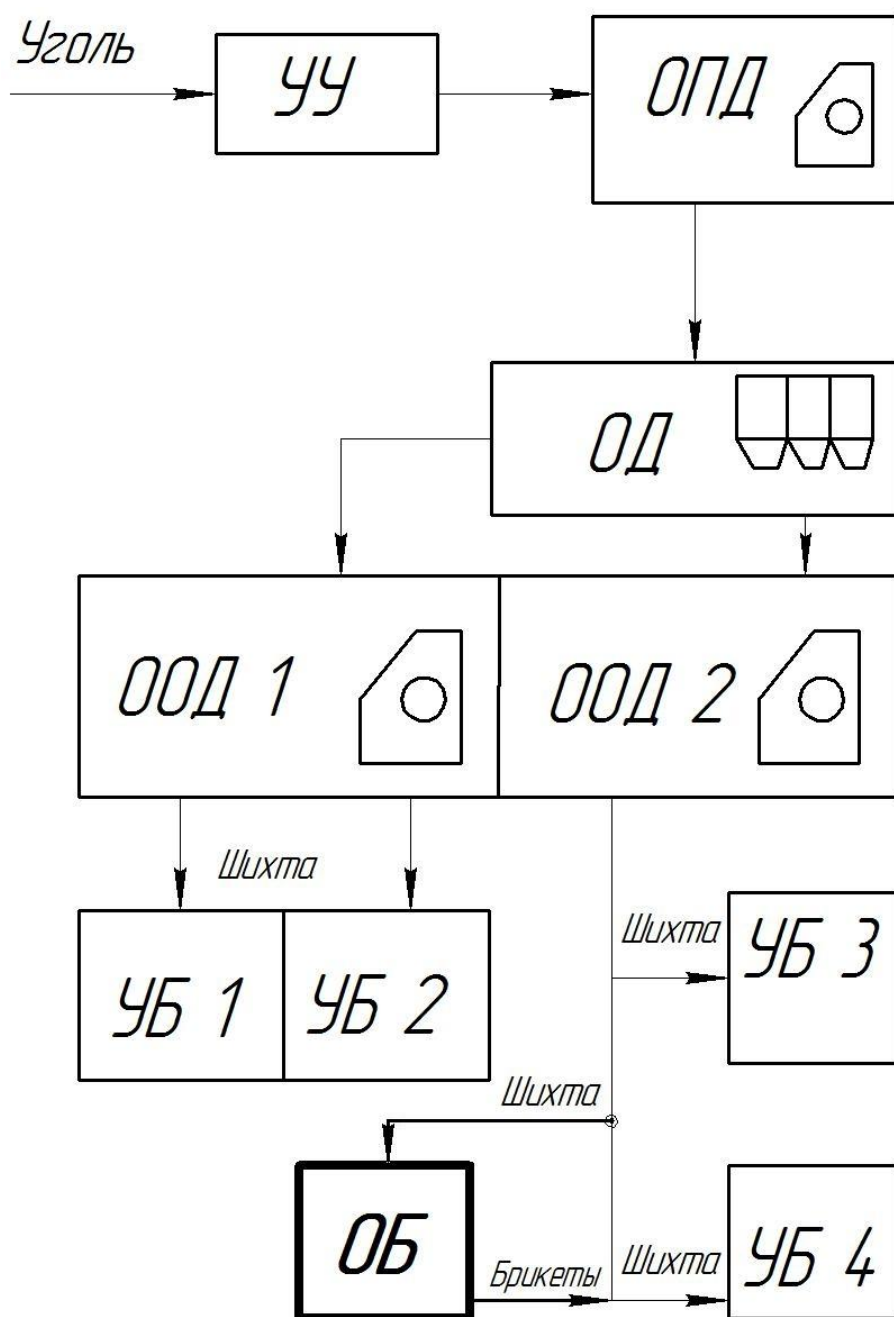
Существующая технологическая схема подготовки углей
к коксованию на ООО «Мечел – Кокс»



УУ – участок углеприёма;
ОПД – отделение предварительного дробления;
ОД – отделение дозирования шихты;
ООД 1 и ООД 2 – отделения окончательного дробления № 1 и № 2; УБ 1, УБ 2,
УБ 3, УБ 4 – угольные башни № 1...4

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Усовершенствованная технологическая схема подготовки углей к коксованию



УУ – участок углеприёма;

ОПД – отделение предварительного дробления;

ОД – отделение дозирования шихты;

ООД 1 и ООД 2 – отделения окончательного дробления № 1 и № 2;

УБ 1, УБ 2, УБ 3, УБ 4 – угольные башни № 1...4;

ОБ – отделение брикетирования

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Технологическая схема отделения брикетирования

