

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Институт горного дела, геологии и геотехнологий
институт
Горные машины и комплексы
кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

 А.В.Гилев
подпись инициалы, фамилия
« 6 » 02 2018 г.

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

21.05.04.09 «Горные машины и оборудование»

код и наименование специализации

Исследования по смешиванию материалов

тема

в лабораторной установке

Руководитель

 05.02.18г.
подпись, дата

И.И.Демченко
инициалы, фамилия

Выпускник

В.Сиф 6.02.18г.
подпись, дата

В.Д.Сибиряков
инициалы, фамилия

Консультанты:

Экономическая часть

А.Д. 02.02.18г.
подпись, дата

А.Д.Бурменко
инициалы, фамилия

Безопасность
жизнедеятельности

Н.М. 1.02.18
подпись, дата

Н.М.Капличенко
инициалы, фамилия

Нормоконтролер

 05.02.18г.
подпись, дата

И.И.Демченко
инициалы, фамилия

Красноярск 2018

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт горного дела, геологии и геотехнологий

институт

Горные машины и комплексы

кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

А.В.Гилев
подпись инициалы, фамилия

« 20 » 12 2017 г

ЗАДАНИЕ
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
в форме дипломной работы.

Студенту Сибирякову Владимиру Денисовичу

фамилия, имя, отчество

Группа Гм 12-13 Направление (специальность) 21.05.04 Горное дело,

номер

код

специализация 21.05.04.09 «Горные машины и оборудование»

наименование

Тема выпускной квалификационной работы Обоснование параметров экспериментальной установки по смешиванию материалов

Утверждена приказом по университету № 705/с от 23 января 2018 года

Руководитель ВКР И.И.Демченко, профессор, доктор технических наук

инициалы, фамилия, должность, ученое звание

кафедры Горные машины и комплексы

место работы

Исходные данные для ВКР Характеристика углей, добываемых на Балахтинском разрезе Канско-Ачинского бассейна: уголь бурый, марка-третий, витринитовый, рядовой (ЗБВ). Величина теплоты сгорания колеблется от 4360 до 5230 ккал/кг, в среднем равна 4810 ккал/кг. Зольность углей около 5-6%. Усредненный показатель пластовой влаги не превышает 22%. Производительность разреза составляет 500 тыс. тонн угля в год и подготовленные запасы за год – 685 тыс. тонн. По данным разреза потери угля составляют 4,2%.

Перечень разделов ВКР Содержание, введение, оценка стабильности теплотехнических характеристик топлива, классификация способов перемешивания твёрдого топлива, смеси углей Канско-Ачинского бассейна, проведение экспериментов на лабораторной установке по смешиванию и обработка результатов, экономическая часть, охрана труда и техника безопасности при ремонте оборудования котельных и пылеприготовительных цехов, заключение, список использованных источников.

Перечень графического материала Презентация в количестве 20 слайдов, лабораторная установка, таблицы с полученными результатами, формулы использованные в расчетах, графики.

Руководитель ВКР


подпись

И.И.Демченко

инициалы и фамилия

Задание принял к исполнению


подпись, инициалы и фамилия студента

В.Д.Сибиряков

подпись, инициалы и фамилия студента

« 20 » 12 2017 г.

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|----|
| ВВЕДЕНИЕ | 5 |
| 1 ОЦЕНКА СТАБИЛЬНОСТИ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТОПЛИВА | 7 |
| 1.1 Опробование топлива | 7 |
| 1.2 Виды проб | 8 |
| 1.3 Отбор проб | 9 |
| 1.4 Технический анализ твердого топлива | 15 |
| 1.5 Количественная оценка колебания качества топлива | 21 |
| 2 КЛАССИФИКАЦИЯ СПОСОБОВ ПЕРЕМЕШИВАНИЯ ТВЁРДОГО ТОПЛИВА | 24 |
| 3 СМЕСИ УГЛЕЙ КАНСКО - АЧИНСКОГО БАССЕЙНА | 29 |
| 4 ПРОВЕДЕНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТОВ НА ЛАБОРАТОРНОЙ УСТАНОВКЕ ПО СМЕШИВАНИЮ И ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ | 32 |
| 4.1 Описание лабораторной установки по смешиванию | 32 |
| 4.2 Проведение экспериментов по смешиванию | 33 |
| 4.3 Обработка экспериментальных данных | 35 |
| 4.4 Выводы | 40 |
| 5 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ | 42 |
| 5.1 Смесь топлива | 42 |
| 5.2 Годовой расход топлива котельной установки | 42 |
| 6 ОХРАНА ТРУДА И ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РЕМОНТЕ ОБОРУДОВАНИЯ КОТЕЛЬНЫХ И ПЫЛЕПРИГОТОВИТЕЛЬНЫХ ЦЕХОВ | 46 |
| 6.1 Промышленная санитария | 46 |
| 6.2 Влияние газов и пыли на организм человека | 47 |
| 6.3 Влияние производственных шумов на организм человека | 48 |
| 6.4 Требования к освещенности рабочего места | 49 |
| 6.5 Питьевая вода | 50 |
| 6.6 Сведения о профессиональных заболеваниях | 50 |
| 6.7 Режим труда и отдыха, личная гигиена рабочего | 51 |
| 6.8 Техника безопасности | 52 |
| 6.9 Обучение и инструктаж рабочих по правилам техники безопасности | 53 |
| 6.10 Медицинское освидетельствование | 55 |
| 6.11 Электротравматизм | 55 |
| 6.12 Защитные средства | 57 |
| 6.13 Применение системы нарядов | 57 |
| 6.14 Основные меры безопасности при ремонте оборудования котельных цехов | 58 |
| 6.15 Правила пользования механизированными инструментами и приспособлениями | 62 |
| 6.16 Техника безопасности при обслуживании станков, работе с механизированными инструментами и приспособлениями | 63 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ | 65 |
| СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ | 66 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ А | 67 |

ВВЕДЕНИЕ

В следствие непрерывного увеличения потребления угля возрастает потребность повышения его теплотворных свойств, так как твёрдое топливо зачастую не удовлетворяет показателям зольности и влажности возникают проблемы температурного выхода от их сжигания. Это ведёт к увеличению необходимого количества используемого угля, большему износу непосредственно печей и ухудшению экологического фона вокруг фабрик и заводов.

Использование современных моделей печей сглаживает негативное влияние от перечисленных факторов, но для достижения ещё более лучших результатов необходимо так же рассматривать возможности по улучшению качества угля. Бурые угли Канско-Ачинского бассейна представляют большой интерес в данном вопросе, так как характеризуются низкой зольностью и имеют более высокую удельную теплоту сгорания по сравнению с иными бурыми углями.

[Канско-Ачинский угольный бассейн](#), расположен на несколько сотен километров восточнее [Кузнецкого бассейна](#) на территории [Красноярского края](#) и частично в [Кемеровской](#) и [Иркутской областях](#) России. Этот Центрально-Сибирский бассейн обладает значительными запасами энергетического бурого угля. Добыча ведётся в основном открытым способом (открытая часть бассейна составляет 45 тысяч км² — 143 миллиардов тонн угля пласты мощностью 15 — 70 м.). Встречаются также месторождения каменного угля.

Общие запасы составляют около 638 миллиардов тонн. Мощность рабочих пластов от 2 до 15 м, максимальная — 85 м. Угли сформировались в юрский период. Площадь бассейна поделена на 10 промышленно-геологических районов.

Вследствие такого большого объёма угля и легкодоступности улей в Канско-ачинского бассейна они имеют низкую себестоимость, что является положительным фактором для развития данных углей.

Так же проблемой угольной промышленности является тот факт, что в зависимости от разрабатываемого пласта качество угля может падать, данные скачки качества угля негативно сказываются на оборудовании. Чтобы снизить это отрицательное влияние рекомендуется усреднять качество угля до определённого оптимального уровня.

Для усреднения рекомендуется использовать угли из разных разрезов, это позволит выдерживать тот уровень необходимый для работы печи без резких скачков температур, что позволит повысить срок службы оборудования и снизить затраты на эксплуатацию.

Усреднение является перспективным и важным направлением в развитии угольной промышленности, так как это благотворно влияет на экономические показатели и снижает загрязнения окружающей среды, что в условиях современного общества является приоритетным направлением развития всего производства.

В данной работе целью является исследование данного процесса и выбор оптимальных параметров рабочей установки, приведение результатов опытов,

чтобы на их основе составить рекомендации по дальнейшей эксплуатации.
Экономическое обоснование выгоды усреднения.

1 ОЦЕНКА СТАБИЛЬНОСТИ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТОПЛИВА

Для получения численных оценок неравномерности качественных характеристик топлива, необходим набор значений этих характеристик, которые как правило, получают экспериментально. Для этого совершают отбор проб и их технический анализ.

1.1 Опробование топлива

Опробование топлива проводят для контроля его качества при добыче, обогащении, переработке. Оно включает операции отбора пробы, обработки (разделки) и анализа пробы.

Проба — небольшая, взятая из общей массы доля вещества, средний состав которого идентичен среднему составу опробуемого топлива. Основное требование, предъявляемое к пробе — ее представительность. Это понятие означает, что свойства пробы должны правильно отражать свойства всего топлива, от которого проба отобрана. Это особенно важно, так как опробуют многие тысячи тонн угля, а навески, например, для определения зольности, содержания серы, углерода и других компонентов составляют до 1г. По результатам, полученным при анализе этих навесок, судят о составе и свойствах всей массы опробуемого топлива.

Основной фактор, затрудняющий отбор представительной пробы,— неоднородность твердого топлива. Неоднородность проявляется прежде всего в том, что в состав угля входят органические и минеральные составляющие. Органическая масса, в свою очередь, неоднородна по составу, так как в ее образовании участвовали разнообразные высшие и низшие растения, а условия их превращения были различны в разные временные периоды. Слои органического материала периодически перекрывался наносами веществ неорганического происхождения (породные прослойки), что увеличивало неоднородность массы образующегося топлива. Условия добычи и степень измельчения также существенно влияют на неоднородность топлива.

Пробу, непосредственно отобранную от массы топлива, называют первичной. Такая проба обычно составляет от нескольких десятков до сотен килограммов различных по крупности кусков угля и поэтому непригодна для проведения анализа. Для того чтобы оценить среднее качество первичной пробы угля и провести лабораторные испытания, необходимо значительно уменьшить ее массу, т. е. сократить первичную пробу. Для сохранения представительности пробы процессу сокращения должно предшествовать измельчение пробы и тщательное ее перемешивание.

Совокупность операций по измельчению, перемешиванию и сокращению первичной пробы с целью приготовления проб, пригодных для проведения анализа, называется обработкой или разделкой.

Разделка — вторая ступень опробования. Основное требование к обработке первичных проб — сохранение представительности на всех стадиях разделки.

Для того чтобы правильно организовать опробование топлива на угольных предприятиях, следует проводить его в строгом соответствии с Правилами и нормами отбора и обработки проб, установленными ГОСТ 10742—71.

1.2 Виды проб

В зависимости от целей и назначения опробования различают пластовые, эксплуатационные, товарные, контрольные, сборные и технологические пробы.

Пластовые и эксплуатационные пробы характеризуют топливо в процессе его добычи; товарные и контрольные — оценивают топливо как товарную продукцию угольных предприятий и обогатительных фабрик; сборные пробы используют для определения средних показателей качества угля, отгружаемого потребителям в течение месяца, и, наконец, технологические пробы отбирают на различных стадиях обогащения для контроля за работой оборудования.

Пластовая проба характеризует строение и качество разрабатываемого пласта в точке отбора пробы (ГОСТ 9815—75). Пластовую пробу отбирают непосредственно в забоях горных выработок или на разрезах высеканием поперечной борозды в угольном пласте.

При простом строении пласта пробу вынимают по всему сечению борозды, включая все пачки угля и породные прослойки, подлежащие совместной добыче (общая проба). При сложном строении пласта от каждой пачки угля и породного прослойка мощностью более 10мм отбирают пробы отдельно, не допуская смешивания. После дробления каждую из проб делят на две части, в одной из которых определяют зольность и действительную плотность. Вторые части этих проб смешивают и составляют таким образом общую пробу, характеризующую пласт в целом. В общей пластовой пробе определяют содержание влаги и серы, зольность, выход летучих веществ, теплоту сгорания и показатели спекаемости.

Эксплуатационную пробу отбирают от добытого топлива для характеристики качества товарной продукции, выдаваемой из отдельной лавы или участка с учетом засорения угля породой (ГОСТ 16094—78). Эксплуатационные пробы предназначены для определения гранулометрического состава, зольности и содержания минеральных примесей (породы) с размерами кусков 25мм и более. Эксплуатационная проба отбирается на каждом участке при нормальном технологическом процессе добычи угля не реже одного раза в полугодие.

Товарная проба характеризует качество топлива, отгруженного потребителям. Это может быть уголь, добытый в шахте, на разрезе, или концентрат, полученные при обогащении. Одну товарную пробу отбирают от каждой партии топлива. Понятие «партия» означает: масса топлива, произведенная и отгруженная потребителям за определенный промежуток времени (сутки, смену и т. д.) (ГОСТ 10742—71). По результатам анализов товарной пробы (зольность, выход летучих веществ, содержание влаги, серы,

показатели спекаемости) производят взаимные расчеты между поставщиком и потребителем, поэтому эти пробы называют также товарно-расчетными.

Контрольную товарную пробу отбирают в случае необходимости для уточнения и проверки показателей, по которым производят расчеты при поставках. Контрольное опробование товарной продукции производится поставщиком или потребителем, если возникают разногласия или сомнения в правильности результатов анализа угля.

Сборные пробы предназначены для определения среднего качества топлива, отгруженного с предприятия в течение месяца (ГОСТ 1817—64). Сборные пробы приготавливают отдельно по маркам, технологическим группам углей и продуктам обогащения топлива в соответствии с видами продукции, которые производит предприятие. Сборную пробу составляют в течение месяца путем набора в нее по одной порции от каждой аналитической товарной пробы. Масса этих порций пропорциональна массе топлива (величине партии), от которой была отобрана первичная товарная проба. В сборной пробе после ее сокращения определяют влажность, зольность и другие параметры, предусмотренные в стандартах на топливо в зависимости от дальнейшего его использования, например, содержание серы, теплоту сгорания, показатели спекаемости.

Технологические пробы отбирают на обогатительных фабриках для контроля за технологическим процессом и работой основного оборудования, т.е. для проведения технического контроля производства.

1.3 Отбор проб

При товарном опробовании обычно применяют точечный способ отбора проб (ГОСТ 10742—71). Это означает, что первичная проба, называемая в этом случае объединенной, составляется из отдельных порций топлива — точечных проб.

Объединенная проба — это проба, состоящая из требуемого числа точечных проб, отобранных непосредственно от партии топлива, и характеризующая его среднее качество.

Точечная проба — это масса топлива, отобранная из одного места однократным движением устройства для отбора, проб.

Ранее при ручном способе отбора проб нормы отбора были установлены на основании многолетней практики опробования. Такой чисто эмпирический подход оказался недостаточным при переходе к механизированным и автоматизированным методам опробования. Была разработана теория опробования, в основе которой лежат закономерности теории вероятности и методы математической статистики.

Среди показателей качества угля имеется один, который распределяется по массе топлива наиболее неравномерно и, следовательно, может явиться характеристикой неоднородности топлива. Нормы отбора должны рассчитываться поэтому, наиболее изменяющемуся показателю качества. Теоретически и практически было доказано, что опробование, проведенное по этому параметру,

гарантирует сохранение представительности пробы по любому другому показателю качества. При изучении углей определили, что наиболее изменяющийся показатель качества — зольность, поэтому все расчеты норм отбора проб ведутся по "зольности, рассчитанной на сухой уголь".

Погрешность определения зольности служит для оценки погрешности опробования в целом (отбор, обработка и анализ пробы). Это значение погрешности устанавливается заранее в стандарте или в договоре о поставках топлива и является основанием для расчета норм отбора проб. Так, в ГОСТ 10742—71 погрешность опробования с вероятностью 95% принята для топлива с зольностью менее 20% — $\pm 10,0\%$ (относительная погрешность определения), а с зольностью более 20% — $\pm 2\%$ (абсолютная погрешность определения). Это означает, что если при анализе пробы зольность составляет 35%, то истинная зольность топлива с вероятностью 95 % находится в пределах от 33 до 37 % и такое расхождение в результатах определения зольности допускается при опробовании партии топлива, проведенном поставщиком и потребителем.

Товарные пробы отбирают от каждой партии топлива. Однако при регулярных поставках допускается по договоренности с потребителем проводить периодическое опробование, расчет норм которого приведен в ГОСТ 10742—71.

Существуют два основных способа отбора проб топлива: из потока и из неподвижного слоя.

Отбор проб из потока легче поддается механизации и автоматизации, чем опробование неподвижной массы топлива. Отбор проб из потока осуществляется при транспортировании топлива с помощью конвейера или из падающего потока при пересыпке угля с одного конвейера на другой. Точечные пробы из движущегося потока отбирают через равные интервалы времени. При контрольных испытаниях пробы отбирают с поверхности конвейера, который специально останавливают перед каждым отбором.

Опробование неподвижной массы топлива допускается только в том случае, если невозможно осуществить отбор из потока.

Государственным стандартом установлено, что отбор проб топлива должен производиться механизированным способом и только при невозможности применения пробоотборников допускается ручное опробование. В настоящее время на угольных предприятиях для отбора проб из потока применяют ковшовые (ПК) и скреперные (ПС) пробоотборники.

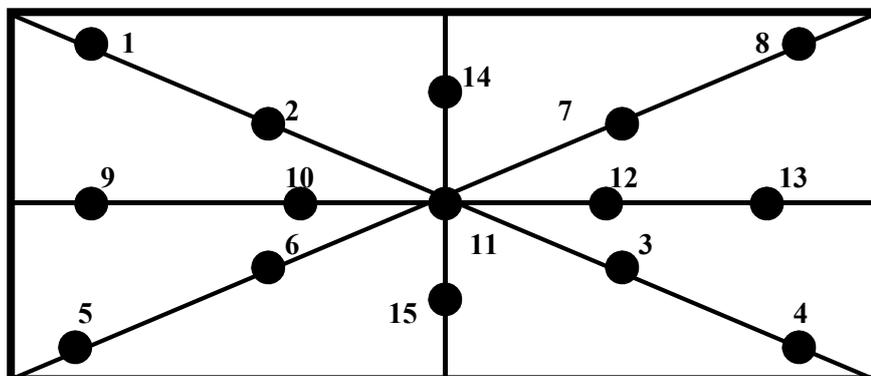
Ковшовые пробоотборники предназначены для отбора проб из потоков в местах перепада угля: через определенный промежуток времени ковш пересекает падающий поток, захватывает точечную пробу и разгружает ее в специальный бункер, откуда уголь поступает в машину для обработки проб.

Скреперный пробоотборник предназначен для отбора проб с движущегося ленточного конвейера. Скрепер (обычно в виде полукруглого ковша), скользя по ленте конвейера, смещает определенную массу угля в приемный желоб.

Для отбора проб из неподвижных масс угля разработаны пробоотборники нескольких типов. Наибольшее распространение получили шнекобуровые, а также с ковшовым или грейферным захватом точечной пробы. Обычно эти

пробоотборники выполнены в виде механизированных комплексов, позволяющих не только отбирать, но и разделять пробы. Так на разрезе «Назаровский» отбор проб производят шнекобуровой установкой для неподвижной массы угля, в определенных местах.

1.3.1 Отбор первичной пробы из железнодорожных вагонов



Точки 1, 4, 5 и 8 расположены по диагоналям на расстоянии 0,5 м от углов вагона; точки 2, 3, 6, 7 — по диагоналям на разном расстоянии от центра вагона и угловых точек 1, 4, 5, 8; точки 9, 10, 12, 13 — на равном расстоянии друг от друга, а также от центра вагона и его бортов; точка 11 — в центре вагона; точки 14, 15 — посередине между центром и бортами вагона.

Рисунок. 1.3.1- Схема мест (точек) отбора первичной пробы топлива из железнодорожных вагонов.

В каждой точке из ямки глубиной 0,4 м в один прием отбирают совковой лопатой порцию топлива. Масса порции топлива в зависимости от максимального размера кусков должна быть следующей:

Угли ископаемые:

| | | | | |
|---------------------------------|-------|-------|----------|-------|
| максимальный размер кусков, мм: | до 25 | 26—50 | 51 — 100 | > 100 |
| минимальная масса порций, кг: | 1 | 2 | 4 | 5 |

Сланцы горючие:

| | | | |
|---------------------------------|-------|----------|-------|
| максимальный размер кусков, мм: | до 30 | 31 — 125 | > 125 |
| минимальная масса порций, кг: | 3 | 5 | 10 |

Число порций топлива, отбираемых из вагонов в зависимости от их емкости и зольности топлива, указано в табл. 1.1.

ПРИМЕР 1: Отгружено 10 вагонов емкостью 50 т угля каждый с предельной зольностью 6%. Из первого вагона отбирают три порции угля в точках 1, 2, 3; из второго — три порции в точках 4, 5, 6; из третьего - три порции в точках 7,8,9 и т. д. Всего отбирают 30 порций угля.

Таблица 1.1 Число порций топлива, отбираемых из вагонов в зависимости от их емкости и зольности топлива

| Емкость | Минимальное количество порций при A ^c , % |
|---------|--|
|---------|--|

| вагонов, <i>t</i> | до 10 | 10-20 | более 20 |
|--|-------|-------|----------|
| До 20..... | 1 | 1,5 | 2 |
| 20-40..... | 2 | 3 | 4 |
| 40-60..... | 3 | 4,5 | 6 |
| Примечание: Для партии менее 300 т минимальное количество проб 15. | | | |

Далее рассмотрим пример 2, отбора проб бурого угля за месяц из вагонов поставляемого с Бородинского разреза на ТЭЦ ОАО «АГК», которое производится в соответствии с ГОСТом – 10742 – 71. Результаты отбора проб неоднородности топлива изобразим графически (1, 2).

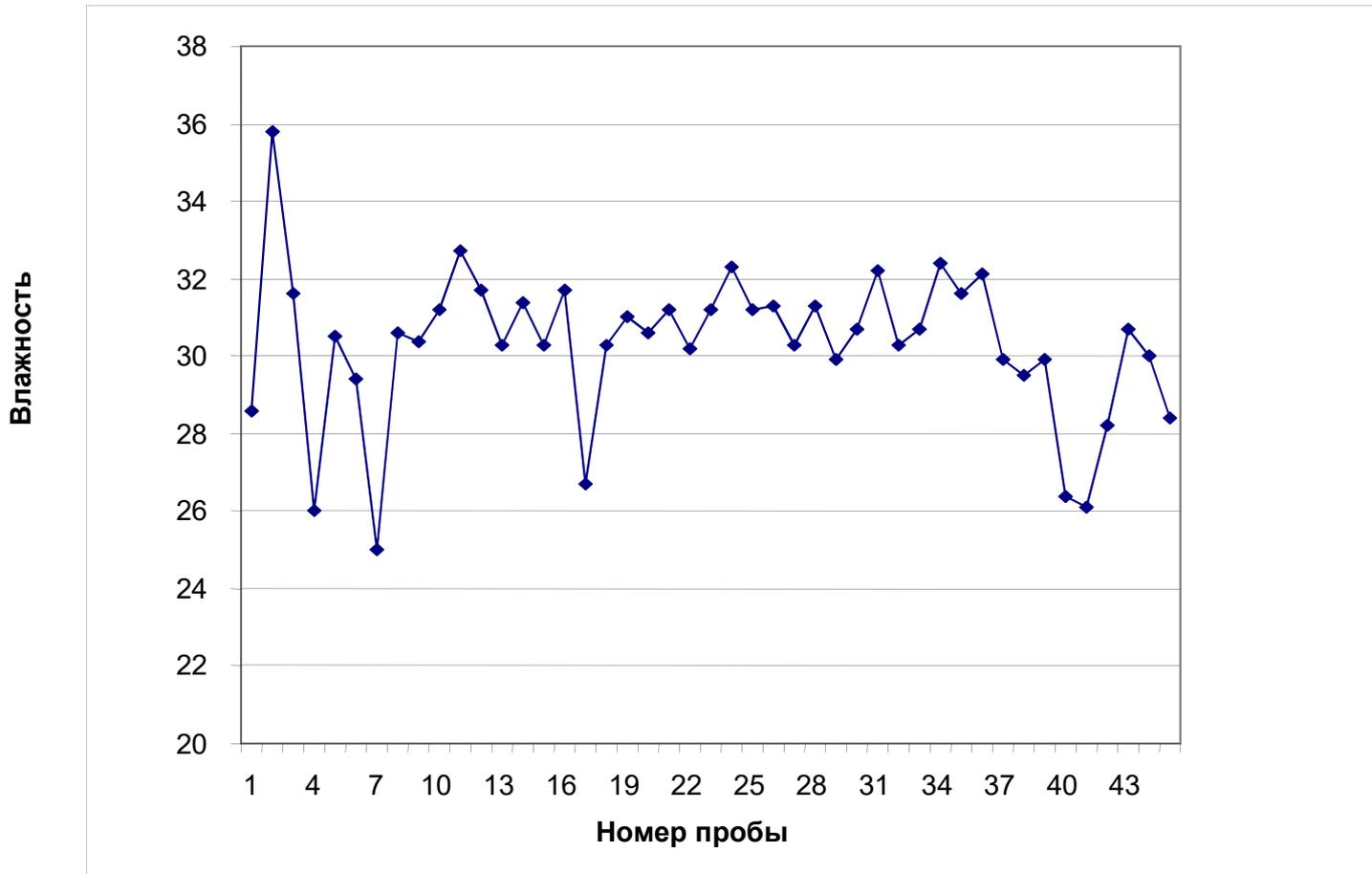


Рисунок 1.3.2- График влажности

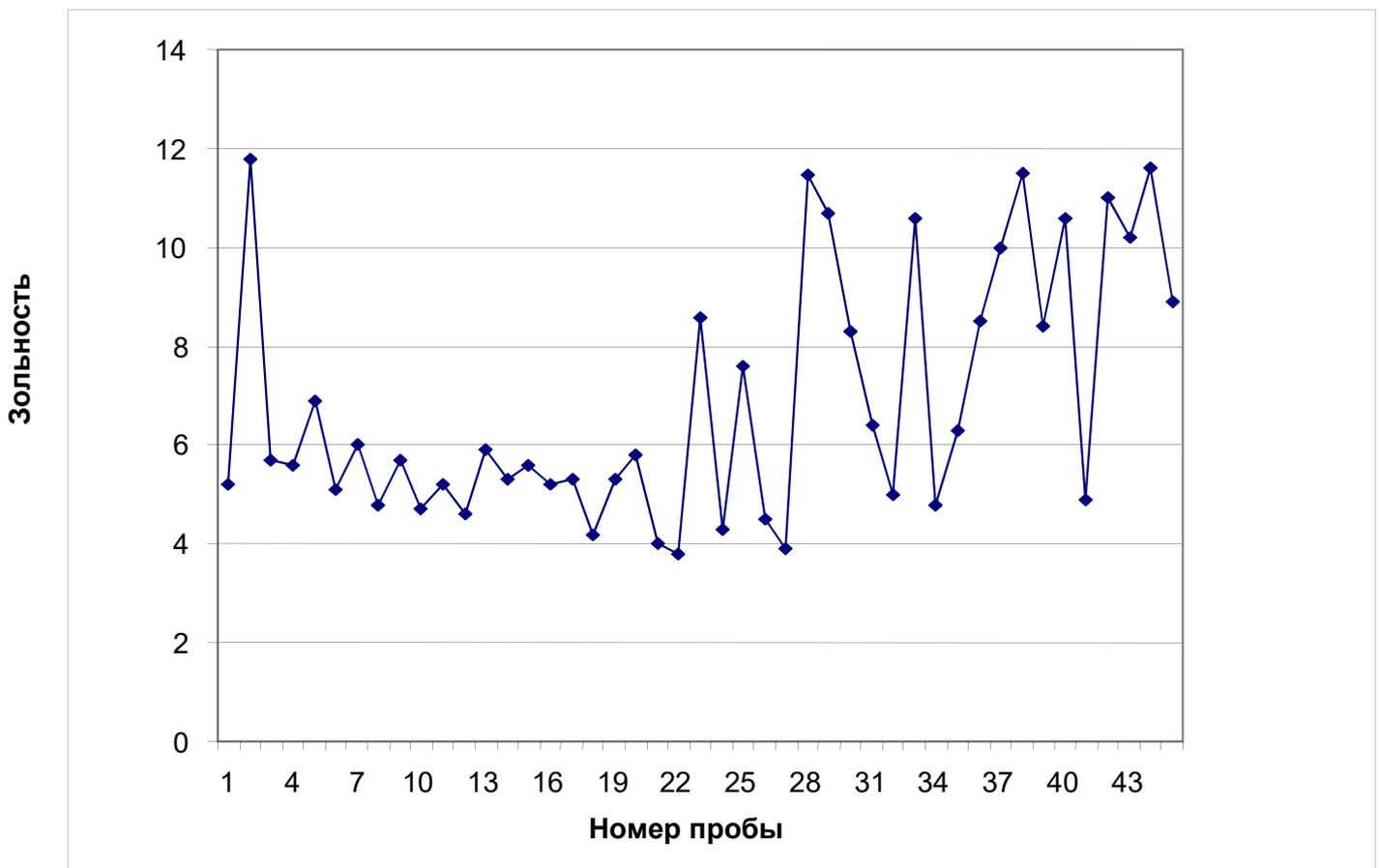


Рисунок 1.3.3 – График зольности

Отобранные из ямок порции топлива ссыпают в ящики, ведра с крышками или брезентовые мешки и немедленно направляют в проборазделочное отделение.

Из ямок перед набором порций топлива отбирают куски угля с максимальным размером более 150 мм (куски сланца более 200 мм). Из этих кусочков отбирают дополнительную порцию массой не менее 8 кг.

Соотношение масс дополнительной порции крупных кусков и масс основных порций отобранного топлива определяют ежеквартально на шахтах просеиванием не менее 10 т топлива через сито с размером отверстия 150X150 мм (для угля) и 200X200 мм (для сланца).

При отборе проб грохоченного топлива с размером кусков более 75 мм порции крупных кусков отдельно не отбирают.

Первичные пробы топлива разделяют в проборазделочных машинах согласно ГОСТ 9594—61. Проборазделочные машины, применяемые для непосредственного приготовления аналитических проб топлива, должны обеспечивать возможность автоматического определения содержания рабочей влаги в отгружаемом топливе или выделения дополнительного экземпляра лабораторной пробы для определения содержания влаги в рабочем топливе.

Согласно инструкций на электростанциях при подаче угля конвейерами пробы следует отбирать механизированным способом непосредственно из потока угля, а при подаче вагонетками — из вагонеток перед их разгрузкой. При наличии

в системе топливоподачи дробилок пробу отбирают от дробленого угля. Отбор проб от пыли не допускается.

Максимальное число порций, набираемых в суточную первичную пробу от каждой топливоподачи, — 30 при Q более 5000 ккал/кг и 45 при Q 5000 ккал/кг. При производительности топливоподачи более 1000 т условного топлива в сутки число проб увеличивается в 1,5 раза. Рекомендуются: для измельчения угля — пластинчато-молотковые дробилки ДМ-300, а для сокращения проб — двухступенчатые порциомеры ВТН, обеспечивающие сокращение до 1 : 500 в один прием.

1.3.2 Лабораторная проба

Лабораторную пробу готовят измельчением и сокращением объема первичной пробы сразу же после ее отбора. Первичную пробу измельчают до крупности не более 3 мм и просторном помещении, защищенном от атмосферных осадков, ветра, солнечного нагрева и непосредственного излучения отопительных устройств. Отопление помещения допускается до температуры не выше 15° С.

При отсутствии дробилок, измельчающих пробу до 3 мм, допускается ступенчатое дробление первичной пробы. Сначала ее измельчают до размера кусков не более 25 мм и, затем сокращают пробу до 60 кг в порциомерах, обеспечивающих получение представительной пробы, и вторично измельчают до размера кусков не более 3 мм.

Сокращение проб производят при помощи порциомеров, а при их отсутствии вручную методом квартования. Пробу собирают и коническую кучу, насыпая каждую последующую порцию на вершину конуса. Затем надавливанием какой-либо плоскостью на вершину конуса его сплющивают, превращая в диск одинаковой толщины, не сдвигая оси конуса. Диск разделяют крестовиной на четыре равных сектора и, не снимая крестовины, удаляют два противоположных сектора. Топливо, оставшееся в двух секторах, вновь собирают в конус и подвергают квартованию до тех пор пока масса пробы не сократится до 2—4 кг.

Полученный остаток перемешивают и располагают на плите тонким слоем, имеющим форму квадрата. Его делят посредством делительной решетки на квадратики, сторона которых равна 10 см.

Из каждого квадратика в шахматном порядке плоским совком на всю глубину слоя отбирают необходимое число лабораторных проб массой не менее 0,5 кг каждая.

Отобранные лабораторные пробы немедленно помещают в предварительно взвешенные герметически закрываемые металлические, стеклянные или пластмассовые банки. Проба должна заполнять 0,75 объема банки. Взвешивание пустой банки с крышкой, материалом для опечатывания, бланком, этикеткой и т. д. и банки с пробой топлива осуществляют с точностью до 1 г. В банку вкладывают этикетку и удостоверение об отборе пробы, в котором должны быть указаны: номер удостоверения; наименование предприятия, отгрузившего топливо; место и дата отбора пробы; количество и номера вагонов, вагонеток или грузовиков;

масса партии топлива, т, масса пробы, кг; марка и класс топлива; наименование и адрес потребителя. Удостоверение подписывают лица, ответственные за отбор проб. Второй экземпляр этикетки наклеивают на банку. Банки с пробами тщательно печатают или пломбируют.

1.3.3 Аналитическая проба

Аналитическую пробу каменного и бурого углей, антрацита и сланца готовят согласно ГОСТ 9080—59 из лабораторной пробы. Ее высыпают на противень слоем не толще 10 мм и подсушивают в сушильном шкафу при температуре $50 \pm 5^\circ\text{C}$ до состояния, приближающегося к влажности воздушносухой пробы. Размер частиц аналитической пробы допускается не более 0,2 мм и масса не менее 125 г.

Перед подсушиванием из лабораторной пробы берут навески для определения содержания влаги в топливе.

Примерная продолжительность сушки антрацита 2—3 ч, каменного угля 3 ч, бурого угля и сланца 4—5 ч.

При подготовке аналитической пробы только для определения зольности и содержания серы допускается более быстрое подсушивание топлива при температуре $102\text{—}105^\circ\text{C}$.

Подсушенную пробу измельчают в один прием в лабораторной высокооборотной дробилке или барабанной мельнице до прохождения через сито с отверстиями 0,20 мм. Измельченную, тщательно перемешанную пробу сокращают до 100—125 г. в механических делителях и пересыпают в стеклянную банку с резиновой или притертой стеклянной пробкой.

1.4 Технический анализ твердого топлива

Твердое топливо подвергают техническому анализу для определения содержания влаги, золы и серы, выхода летучих веществ и теплоты сгорания.

Содержание углерода, водорода, азота и кислорода (по разности) определяют элементарным анализом топлива.

1.4.1 Определение влаги

Определение содержания влаги производят обычно косвенным методом - по разности массы влажного и высушенного топлива (ГОСТ 6379—59*).

Определение содержания влаги в каменном и буром углях, антраците:

а. Л а б о р а т о р н а я п р о б а . Навеску 10 ± 1 г. взятую с точностью до 0,001 г из лабораторной пробы, высушивают в сушильном шкафу при температуре $105\text{—}110^\circ\text{C}$ до постоянной массы. Это достигается для каменного угля и сланца за 50—60 мин; бурого угля и продуктов мокрого обогащения за 90 мин; антрацита за 120 мин.

После просушивания пробы со стаканчиками охлаждают 2 мин. на воздухе, затем до комнатной температуры в эксикаторе и взвешивают.

Для определения постоянной массы производят контрольное просушивание пробы в течение 30 мин. Определение заканчивают при изменении массы пробы не более 0,01 г. Для расчета принимают минимальную массу.

б. Аналитическая проба. Навеску 1—2 г, взятую с точностью до 0,0002 г, высушивают при температуре 105—110°С до постоянной массы. Для каменного угля и сланца продолжительность высушивания составляет 30 мин; бурого угля, антрацита и продуктов мокрого обогащения 40—60 мин. Затем пробы со стаканчиком охлаждают, взвешивают и подвергают повторному просушиванию в течение 30 мин. Постоянство массы считают достигнутым при изменении массы пробы менее 0,001 г (ГОСТ 6379—59).

Ускоренный метод определения содержания влаги в каменном угле, антраците:

а. Лабораторная проба. Навеску 10 ± 1 г, взятую с точностью до 0,001 г, высушивают в течение 20 мин при температуре 130—150°С охлаждают 2—3 мин на воздухе, затем — в эксикаторе до комнатной температуры и взвешивают без контрольного просушивания (ГОСТ 6963-55).

б. Аналитическая проба. Навеску $1 \pm 0,1$ г, взятую с точностью до 0,0002 г, высушивают в течение 5 мин при температуре 130—150°С, охлаждают 2—3 мин на воздухе, затем в эксикаторе до комнатной температуры и взвешивают (ГОСТ 6963—55).

Определение содержания влаги производят параллельно в двух навесках. За результат принимают среднее значение двух определений.

Расхождения в результатах параллельных определений (ГОСТ 6379—59*; 6963—55) не должны превышать:

в одной лаборатории 0,4% для лабораторной пробы и 0,3% для аналитической пробы;

в разных лабораториях 0,5% в дубликатах одной лабораторной пробы. Содержание влаги W подсчитывают по формуле (1.4.1)

$$W = \frac{g_1 100}{g} \%, \quad (1.4.1)$$

где g_1 — убыль массы при высушивании, г;

g — навеска топлива, г.

Результат подсчета округляют до 0,1%.

Расхождения между результатами двух параллельных определений не должны превышать в одной лаборатории 0,3% для аналитической пробы и 0,4% для лабораторной, а в разных лабораториях 0,5%.

Определение содержания влаги (прямой метод)

Определение содержания влаги по прямому методу в аналитических пробах каменного и бурого углей заключается в нагревании навески угля с толуолом, отгонке паров воды и замере объема сконденсировавшейся влаги (ГОСТ 9339—60), или в нагревании навески угля $1 \pm 0,01$ г при температуре 105—110°C в высушенном азоте и определении массы выделившейся влаги (ГОСТ 9516 - 60).

Улавливание паров воды, выделившихся из угля и увлеченных азотом, происходит в трубках, наполненных хлорнокислым магнием.

Продолжительность определения содержания влаги в каменном угле 1,5-2 ч, в буром угле 2,5—3 ч.

Инструментальные экспресс - методы определения влаги на потоке применяют на угольных предприятиях для оперативного автоматического контроля за влажностью топлив. Зависимость электро - и ядерно-физических свойств углей от содержания влаги позволяет преобразовать влажность в контролируемую физическую величину. К таким свойствам угля относятся электрическая проводимость, емкость и диэлектрическая проницаемость. Однако на точность и чувствительность измеряемой физической величины влияют зольность, состав минеральной и органической частей угля, гранулометрический состав и температура. Обязательное условие работы влагомеров — калибровка прибора для каждого вида испытываемого материала.

Регламентированный стандартом (ГОСТ 11056—77) и выпускаемый прибор типа ВАК представляет собой автоматический конвейерный влагомер для непрерывного измерения влажности (в пределах 3 — 30%) на потоке угля, крупностью не более 13мм. Прибор основан на измерении полной электрической проводимости влажного угля в высокочастотном электрическом поле. Датчик выполнен в виде «лыжи» из нержавеющей стали, скользящей по поверхности потока. Шкалу градуируют путем сопоставления показаний влагомера с результатами лабораторного определения влаги угля. При крупности угля выше допустимого предела из потока отбирают пробу, дробят до крупности— 13 мм и формируют из нее поток на специальном конвейере, над которым устанавливают измерительный датчик влагомера.

Технологический контроль за содержанием влаги в углях и продуктах обогащения — один из наиболее массовых анализов, поэтому будущее за автоматическим непрерывным определением влажности угля на потоке с помощью влагомеров.

1.4.2 Определение зольности углей

Твердое топливо всех видов содержит примесь минеральных веществ, которые составляют его минеральную массу. По своему происхождению минеральные вещества углей можно разделить на внутренние, которые были накоплены в процессе образования пластов угля, и внешние, попавшие в топливо при его добыче из окружающих пород (кровли, почвы, прослойков пласта). Содержание внутренних минеральных веществ более или менее

постоянно для углей данного месторождения и незначительно по сравнению с внешними минеральными примесями, содержание которых зависит от способа добычи угля.

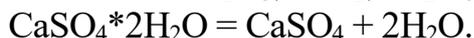
Минеральная масса углей представляет собой смесь разнообразных неорганических веществ. В большинстве случаев ее основу составляют силикаты алюминия, железа, кальция, магния, натрия, калия, главным образом в виде глинистых минералов, и кремнезем (кварц).

При сжигании топлива его органическая масса удаляется в виде CO_2 и H_2O , а минеральные компоненты, подвергаясь ряду превращений, образуют золу.

Зола — неорганический остаток после полного сгорания угля. Масса образующейся золы, или зольность, зависит от содержания и состава минеральной массы углей, а также условий их сжигания.

При озолении угля в лабораторной муфельной печи протекают следующие основные процессы превращения минеральных компонентов углей.

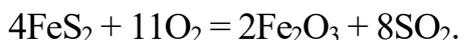
1. Дегидратация, т. е. удаление гидратной влаги из алюмосиликатов (глин), оксидов и гидроксидов железа (гематиты) при температуре выше $500\text{ }^\circ\text{C}$ с образованием Al_2O_3 , SiO_2 , Fe_2O_3 и H_2O , а также из гипса при $500\text{ }^\circ\text{C}$



2. Разложение карбонатов с выделением диоксида углерода в интервале температур $500\text{—}900\text{ }^\circ\text{C}$:



3. Окисление дисульфидов железа (пирит, марказит) начинается при $400\text{—}500\text{ }^\circ\text{C}$:

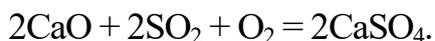


4. Разложение сульфата железа протекает при $850\text{—}950\text{ }^\circ\text{C}$:

Сульфат кальция начинает разлагаться при $1300\text{ }^\circ\text{C}$, однако уже при $1100\text{ }^\circ\text{C}$ он реагирует с кремнеземом и алюмосиликатами с выделением SO_2 .

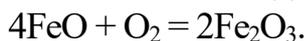
5. Улетучивание хлоридов и соединений щелочных металлов происходит при температуре выше $500\text{ }^\circ\text{C}$.

6. Образование сульфата кальция происходит в интервале температур $700\text{—}1100\text{ }^\circ\text{C}$:



Эта реакция протекает по мере выделения SO_2 при сгорании органической серы и окислении дисульфида железа, а также разложения карбонатов, содержащихся в минеральной массе углей.

7. Окисление соединений Fe^{+2} до Fe^{+3} :



Этот процесс происходит обычно после полного сжигания органической массы углей и является основной причиной увеличения массы золы при контрольных прокаливании.

При рассмотрении реакций, происходящих в минеральной массе при озолении углей, можно сделать следующие общие выводы.

1. В процессе сжигания углей и прокаливания остатка химический состав минеральной массы значительно изменяется, поэтому масса и состав золы

никогда не бывают равны массе и составу минеральных веществ угля .

2. Среди реакций, протекающих в минеральной массе при озолении углей, преобладают реакции разложения, поэтому зольность угля всегда получается несколько меньше, чем содержание минеральной массы.

3. Каждая из приведенных реакций протекает на определенных стадиях озоления угля, в определенном интервале температур. В соответствии с этим масса и состав золы, полученной при озолении одного и того же угля, при разных температурах, например при 500, 800 и 1000 °С, будут значительно отличаться друг от друга.

Отсюда следует, что зольность угля — понятие в известной мере условное, так как масса и состав золы зависят в основном от условий озоления топлива, и прежде всего от скорости озоления и конечной температуры прокаливания.

Методы определения зольности углей

Зольность угля — это масса золы, определяемая в установленных условиях, отнесенная к единице массы угля и выраженная в процентах. Зольность угля обозначается символом *A*.

При определении зольности углей для получения воспроизводимых результатов необходимо соблюдать следующие условия определения.

1. Сжигание навески топлива следует проводить при свободном доступе воздуха, т. е. в открытых тиглях или лодочках, помещенных в муфельные печи с естественной вентиляцией.

2. Озоление навески необходимо проводить при возможно более низкой температуре, а окончательное прокаливание золы при 815 ± 15 °С. При этой температуре заканчивается протекание большинства реакций превращения минеральных компонентов углей.

3. Озоление навески должно осуществляться без появления пламени, т. е. уголь должен тлеть, а не гореть. При сожжении в пламени твердые частицы уносятся и получаются заниженные результаты. Появление пламени означает, что температура озоления слишком высока.

4. Образовавшаяся зола должна быть прокалена до постоянной массы, что достигается контрольными прокаливаниями при установленной температуре.

Стандартный метод определения зольности углей (ГОСТ 11022—75) заключается в полном сжигании навески топлива (озолении), прокаливании зольного остатка до постоянной массы при (815 ± 15) °С и определении массы образовавшейся золы. Метод может выполняться по двум вариантам, отличающимся скоростью озоления и, следовательно, общей продолжительностью анализа: медленное и ускоренное озоление.

При возникновении разногласий арбитражным является метод определения зольности при медленном-озолении.

В обоих случаях зольность определяют из аналитической пробы топлива. При медленном озолении прямоугольные лодочки с навесками помещают в холодную муфельную печь и затем постепенно поднимают температуру до (815 ± 15) °С

Зольный остаток при анализе бурых углей и горючих сланцев прокаливают в течение 1 ч, каменных углей и антрацитов— 1,5 ч.

Методы определения зольности с медленным и ускоренным озолением по воспроизводимости результатов равноценны. В соответствии с этим установлены одинаковые допускаемые расхождения между результатами двух параллельных определений в таблице 1.4.1

Таблица 1.4.1- Зольность в угле

| Зольность, % | В одной лаборатории | В разных лабораториях (в расчете на сухой уголь) |
|----------------|---------------------|---|
| До 10 | 0,2 | 0,3 |
| Свыше 10 до 20 | 0,3 | 0,4 |
| Свыше 20 до 25 | 0,4 | 0,5 |
| Свыше 25 | 0,5 | 0,7 |

Зольность — основной показатель качества угля. Для оперативного контроля процессов добычи, обогащения и переработки угля необходимо определять зольность в аналитической пробе за несколько минут, а предпочтительно, минуя стадию отбора,— непосредственно на ленте конвейера. Стандартные лабораторные методы определения зольности непригодны для этой цели.

В последние годы для экспресс - определения зольности были разработаны приборы типа золомеров. Эти анализаторы основаны на радиационном методе измерения зольности с использованием рентгеновских лучей и радиоактивных источников.

При действии на уголь ионизирующего излучения начальная интенсивность потока ослабляется в результате поглощения и рассеяния. Степень ослабления проникающего или отраженного (рассеянного) излучения определенной длины волны зависит от атомного номера элементов, входящих в состав угля.

Известно, что минеральная масса угля содержит более тяжелые элементы (Fe, Ca, Si, Al, Mg), чем органическая (C, H, N, O), и средний атомный номер угля растет с увеличением зольности. В современных анализаторах использована зависимость между зольностью угля и интенсивностью проникающих или отраженных излучений.

Общий принцип действия золомеров состоит в том, что поток лучей направляется на пробу анализируемого материала; рассеянный или ослабленный поток воспринимается соответствующим детектором и преобразуется в электрический сигнал, величина которого пропорциональна интенсивности излучения; далее сигнал усиливается и подается на вход измерительного блока.

В золомерах не предусмотрена полная компенсация погрешностей, вызываемых изменениями в химическом составе минеральных компонентов, поэтому их можно применять для анализа углей с относительно устойчивым составом минеральной массы. На интенсивность рассеянного или ослабленного

излучения помимо химического состава угля влияет содержание влаги, гранулометрический состав и степень уплотнения топлива в измерительной кювете. В соответствии с этим обязательное условие работы золомеров — калибровка прибора для каждого типа испытуемого материала и периодическая проверка калибровки путем сравнения с результатами, полученными по стандартному лабораторному методу с медленным озолением.

Существуют золомеры двух видов: лабораторные — для определения зольности в стационарных условиях и анализаторы зольности угля в потоке (ГОСТ 11055—78).

К приборам первого типа относятся золомеры: ЗАР и БРА — для определения зольности в аналитической пробе (измерение интенсивности рассеянного рентгеновского излучения), РКТ-2 — в лабораторной пробе (измерение интенсивности ослабленного гамма-излучения), ЭАЗ — для углей крупностью менее 25 мм (измерение интенсивности рассеянного гамма-излучения).

К приборам второго типа относятся золомеры типа РАМ — для непрерывного контроля зольности угля в потоке при крупности менее 13 мм (измерение интенсивности рассеянного рентгеновского излучения), РКТП-2 — для углей крупностью менее 100 мм при содержании класса 50—100 мм не более 12% (измерение интенсивности рассеянного гамма-излучения).

Подобно влагомерам, золомеры могут быть установлены непосредственно в основном потоке топлива и на байпасных потоках с предварительным измельчением угля перед определением зольности.

С помощью золомеров можно определять зольность углей в пределах от 3 до 50 % с относительной погрешностью, не превышающей 10% при работе в стационарных условиях и 20%.

1.5 Количественная оценка колебания качества топлива

Количественная оценка колебания качества угля оценивается с помощью статистических или динамических показателей.

Для характеристики амплитуды колебаний используются размах колебаний и среднее квадратическое отклонение, для характеристики частоты колебаний — спектральная плотность дисперсии, средний и максимальный периоды, средняя частота и коэффициент взаимной корреляции.

Среднее квадратическое отклонение вычисляется по формуле (1.5.1):

$$\sigma = \sqrt{\sum_1^n (\alpha_i - \bar{\alpha})^2 / (n - 1)} \quad (1.5.1)$$

где σ - среднее квадратическое отклонение; α_i - текущее значение показателя качества в i -ой пробе; $\bar{\alpha}$ - среднее арифметическое значение величины показателя качества (или нормативное значение показателя качества); n - общее число отобранных проб.

Среднее квадратическое отклонение σ зависит от величины α , имеет его размерность. Это не позволяет использовать величину σ в чистом виде для сравнительной оценки качества полезного ископаемого с различным содержанием в нем ценного компонента (различным значением показателя качества). Поэтому для оценки неоднородности применяют коэффициент вариации, который определяется по формуле (1.5.2):

$$V_i = \frac{100\sigma_i}{\alpha}, (i=1,2,\dots). \quad (1.5.2)$$

Средний период колебаний определяется по пространственному или временному графику процесса колебания показателей качества и рассчитывается по формулам (1.5.3) и (1.5.4):

$$T_{cp} = \frac{l}{(n-1)}; \quad T_{cp} = \frac{t}{(n-1)}, \quad (1.5.3)$$

где l - линейный интервал, м; t - временной интервал, ч, смена, сутки; n - число пересечений графика с уровнем среднего значения показателя качества.

Максимальный период колебаний определяется по графику реализации процесса колебаний показателей качества как максимальный линейный или временной интервал однозначных отклонений показателей качества от среднего значения.

Частота колебаний показателей качества - число полных колебаний за период времени $ч^{-1}$, смена $^{-1}$, сутки $^{-1}$ или в радианах в секунду, рад/с.

$$\omega = \frac{1}{T}, \text{ или } \omega = \frac{2\pi}{T}. \quad (1.5.4)$$

Коэффициент взаимной корреляции - коэффициент, характеризующий тесноту линейной связи между смежными показателями качества (1.5.5):

$$r = \frac{\alpha_i \alpha_j - 1 - \overline{\alpha^2}}{\sigma}. \quad (1.5.5)$$

Спектральную плотность дисперсии находят с помощью преобразования Фурье; при обработке экспериментальной информации, которая носит дискретный характер, применяют дискретное преобразование Фурье.

Результаты расчетов спектральной плотности по данным выше приведенного примера на ТЭС ОАО «АГК» показаны на рисунке 1.5.1 – спектр влажности, 1.5.2 – спектр зольности

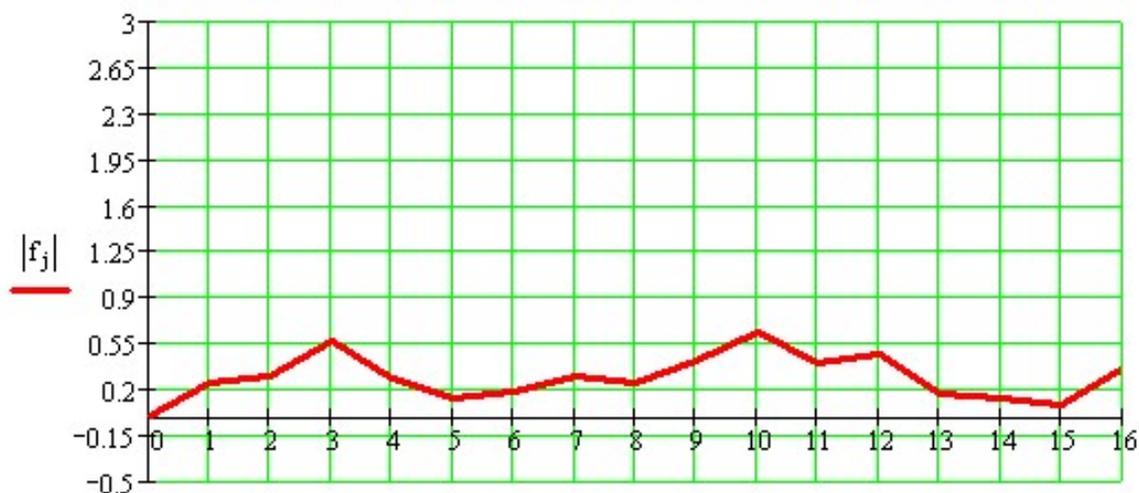


Рисунок 1.5.1 – спектр влажности W

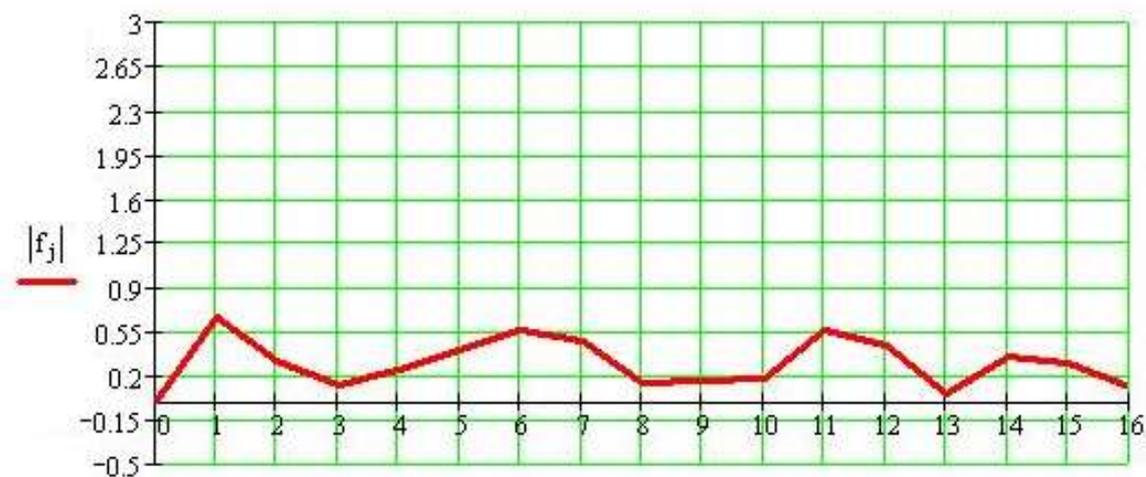


Рисунок 1.5.2- Спектр зольности A

Значения среднего квадратического отклонения влажности и зольности угля соответственно равны:

спектр влажности - $\sigma_W = 1.919$,

спектр зольности - $\sigma_A = 2.043$.

Анализируя результаты обработки можно сделать вывод, что значения колебаний качества угля сравнительно равномерно распределена по частотам, что говорит скорее о случайном характере этих колебаний и о сложности их уменьшения.

2 КЛАССИФИКАЦИЯ СПОСОБОВ ПЕРЕМЕШИВАНИЯ ТВЁРДОГО ТОПЛИВА

Добыча КАУ для нужд энергетики ведётся, в основном, на Назаровском, Ирша-Бородинском, Березовском месторождениях, однако в последние годы увеличивается добыча и на Переясловском и Абанском месторождениях.

При общей схожести углей разных месторождений разница физико-химических свойств их органической и минеральной части не позволяет сделать их взаимозаменяемыми. То есть, невозможно в одном типе котла эффективно и надёжно сжигать угли указанных месторождений. Однако возможно разработать оборудование для использования смеси углей определённого и заданного качества (шихты).

Российские специалисты приходят к пониманию, что в современных условиях топливо для электростанций необходимо готовить - облагораживать, смешивать, усреднять. За рубежом такие технологии используются уже давно, и это позволяет снижать издержки при производстве тепловой и электрической энергии на ТЭС.

Усреднение твёрдого топлива - процесс стабилизации показателей качества (зольности, влажности и т.п.) данной марки твёрдого топлива, т.е. формирование его однородности, смешение - процесс перемешивания топлива с целью получения однородной механической смеси с заданным массовым (процентным) содержанием каждой марки твёрдого топлива. Путём усреднения или смешения может быть достигнуто получение смеси улучшенного качества, снижение выбросов вредных веществ в атмосферу;

- снижение шлакования и загрязнения поверхностей нагрева котлов в результате изменения свойств золы;

- повышение экономичности работы котлов; возможность сжигания низкосортного топлива.

Для усреднения и смешения твёрдого топлива обычно используются четыре основные технологии:

- ёмкостные (пластовые и бункерная); динамическая (конвейерная), комбинированная.

Ёмкостные.

Бункерные усреднительные и смешивающие системы обычно состоят из многосекционных или многоячейстых ёмкостей (бункеров, силосов и т.п.) и должны быть достаточно вместительными (от 2 до 100 тыс. т) Чем больше число бункеров (силосов) или степень сложности приемного бункера (число отделений в нём), тем выше способность системы распределять, разбивать или рекомбинировать твёрдое топливо. По способу загрузки и разгрузки бункера подразделяются на:

- бункера с послышной загрузкой и ячейковой разгрузкой топлива;
- бункера с ячейковой загрузкой и послышной разгрузкой.

Недостатком усреднения в бункерах является сегрегация угля по крупности, в результате чего однородность качества не только не улучшается, но может даже ухудшиться. Кроме того, усреднения невозможно достигнуть, из-за того, что происходит только частичное смешение смежных слоёв.

Кроме того, используется усреднение угля в штабеле путем наслоения. Сущность его заключается и укладке угля в штабель параллельными слоями (пластами), а забор топлива из штабеля осуществляя, направлении, перпендикулярном расположению слоев.

Пластовая технология усреднения или смешения является наиболее экономичной при переработки больших объемов твердого топлива. Всё топливо поступает на площадку (склад), где оно укладывается в штабель слоями по заданной технологии и по заданной программе выдаёте из штабеля. Однако, колебания получаемых показателей качества при этой технологии больше, чем при бункерной технологии.

Динамическая система усреднения или смешения заключается в формировании заданного качества топлива с использованием механизмов непрерывного транспорта (конвейеров, питателей) на тракте топливоподачи. Условно можно выделить следующие основные методы:

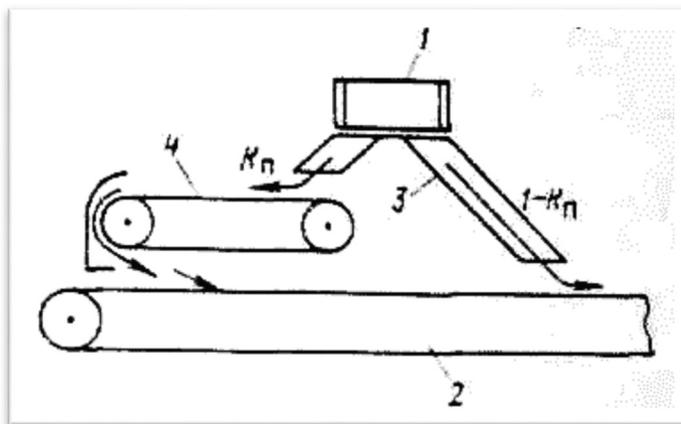
- продольный сдвиг потока топлива, позволяющий управлять процессом выравнивания качества угля путем изменения длины сдвига (за счёт регулирования скорости подачи питателя и приходящейся на него части потока угля);

- поперечного сдвига потока топлива,

- суммирование потоков топлива;

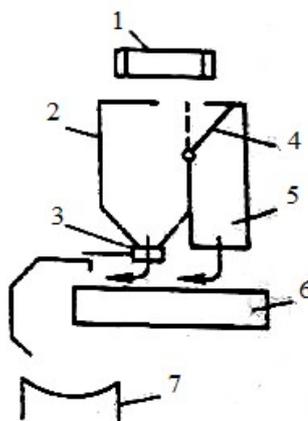
- выравнивания зольности топлива по его плотности (существует корреляция зольности угля от его плотности, что позволяет подобрать жидкость соответствующей плотности, например, магнезитовую и в ней разделять твёрдое топливо по плотности);

- выравнивания зольности топлива по его гранулометрическому составу, который основан на закономерности и корреляционной зависимости зольности от размера куска (до 100 мм). Физический смысл этой зависимости заключается в том, что высокзольная угольная масса будучи крепче разрушается незначительно в процессе добычи и в дробильной установке (роторный экскаватор, дезинтегратор и пр.), чем низкзольный (мягкий) уголь. Для кусков, размер которых превышает 100 мм, подобная корреляция практически отсутствует. Однако доля таких кусков незначительна - выравнивания зольности по весу (более тяжелый - более зольный). Основные способы показаны на рисунках (2.1) и (2.2).



1 - конвейер I; 2- конвейер II; 3 - рассекатель; 4- питатель

Рисунок- 2.1 - Схема поточной стабилизации угля:



1 - конвейер I; 2 - бункер; 3 - затвор; 4 - шибер; 5 – воронка; 6 – питатель; 7 - конвейер II.

Рисунок 2.2 - Схема стабилизации угля продольным сдвигом:

Комбинированная.

Комбинированные системы усреднения и смешения твёрдого топлива представляют собой комбинации описанных выше систем. Эти системы, как правило, требуют больших капитальных затрат, но результаты эксплуатации их показывают, что в этих случаях достигается более высокая однородность качества топлива и сглаживание технических недостатков, присущих указанным выше технологиям.

Таким образом, применение комплекса организационно-технических и проектных мероприятий позволит приготавливать для одной или нескольких тепловых электростанции топливо или смесь топлив однородного и заданного качества в достаточно больших (до нескольких миллионов тонн) объёмах.

Применение машин и механизмов позволят не только повысить производительность складских работ, но и снизить отрицательное воздействие

топливоприготовительных систем на окружающую среду. Всё это в итоге должно привести к снижению издержек производства электрической энергии и повысить конкурентоспособность электростанций, использующих твёрдое топливо.

Рассмотренный ряд способов стабилизации качества топлив приведен на рисунке 2.3 в виде схемы. Некоторые из них используются в процессе добычи топлива, другие при его доставке, складировании или подготовке к сжиганию.

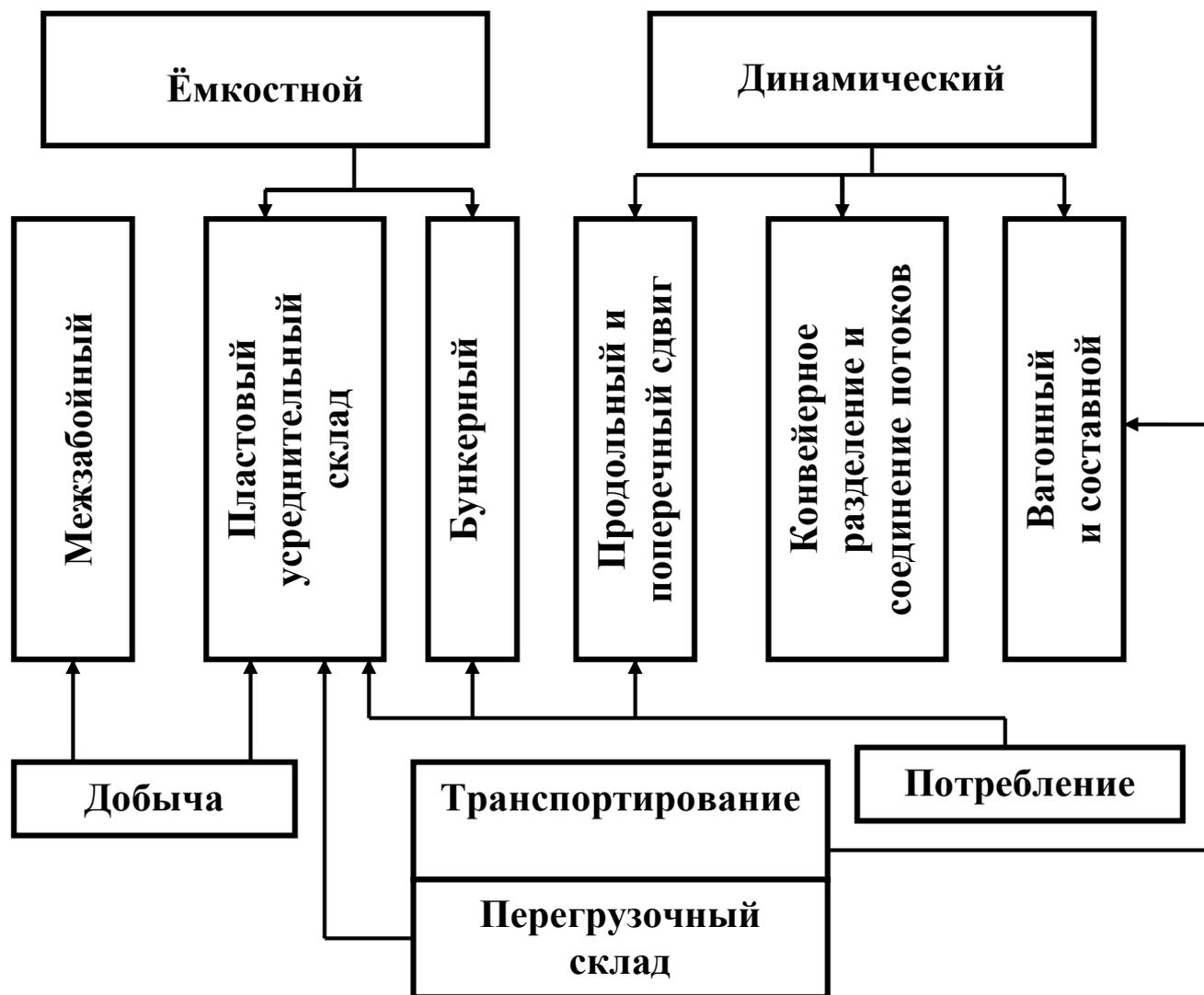


Рисунок 2.3 - Способы смешивания (усреднения) твердого топлива при добыче, транспортировке и хранении.

В классификации присутствует межабойный метод усреднения необсужденный выше. Он применяется в местах добычи (на разрезе) и достигается при управлении работами по добыче в режиме усреднения, при расстановке добывающих механизмов с учетом законов изменения грузопотоков.

Для оценки качества смешения топлива различного состава применяют следующие показатели:

коэффициент усреднения который определяется по выражению (2.1.):

$$K = \frac{V_u}{V_y}, \quad (2.1)$$

где V_u, V_y - коэффициент вариации рассматриваемого показателя качественного состава соответственно до и после усреднения.

В случае равенства средних значений $\bar{\alpha}$ до и после усреднения (2.2):

$$K = \frac{\sigma_D}{\sigma_{II}}, \quad (2.2)$$

где σ_D, σ_{II} - средние квадратические отклонения колебаний содержания компонента в угле до и после усреднения.

3 СМЕСИ УГЛЕЙ КАНСКО - АЧИНСКОГО БАССЕЙНА

Вопросы смешения различных марок угля или усреднения качества углей непосредственно на топливоподаче ТЭС России до последнего времени не поднимались. За рубежом это обычная практика. Усреднение или смешение энергетического топлива осуществляется как на месте добычи, так и непосредственно на ТЭС.

Теплотехнические характеристики Канско – Ачинских углей показывают возможность приготовления на их основе качественных смесей.

В работе [9] выполнена оценка шлакующих и загрязняющих свойств углей Канско-Ачинского бассейна на основе известных критериев:

индекс шлакования R_S^{UR} ;

индекс оценки загрязняющих свойств ВТИ R_F ;

индекс загрязнения LB .

Эти критерии рассчитываются на основании сведений о химическом составе золы следующим формулам (3.1), (3.2), (3.3):

$$R_S^{UR} = 0,707 * \sqrt{\left[1 - \frac{0,025(SiO_2 + Al_2O_3 + TiO_2)}{(CaO + MgO + K_2O + Na_2O)}\right]^2 + \left(1 - \frac{0,08A^d * 10^{-2}}{S_t^d}\right)^2}, \quad (3.1)$$

где SiO_2 и другие оксиды - соответственно химсостав золы, %; A^d , S_t^d - соответственно содержание золы и серы на сухую массу угля, %.

$$R_F = \frac{Fe_2O_3 + CaO + MgO + K_2O + Na_2O}{SiO_2 + TiO_2 + Al_2O_3} Na_2O, \quad (3.2)$$

где Fe_2O_3 и другие оксиды - соответственно содержание оксидов в золе, когда сумма всех компонентов приравнена к 100%, %.

При значении R_F ниже 0,2 загрязняющие свойства определяются как низкие;

$$LB = \frac{CaO + Mg + K_2O + Na_2O + Fe_2O_3}{SiO_2 + Al_2O_3 + TiO_2} (K_2O + Na_2O), \quad (3.3)$$

0,2 - 0,5 - средние; 0,5 - 1,0-высокие и свыше 1,0 - очень высокие, где CaO и другие оксиды - соответственно химсостав золы, %.

Основная масса углей разреза Березовский имеет $R_S^{UR} = 0,88 \div 0,93$ (средний 0,90), $LB = 1,0 \div 2,2$ (средний 1,7). Для разреза Бородинский $R_S^{UR} = 0,82 \div 0,90$ (средний 0,84), а $LB = 0,2 \div 0,60$ (средний 0,25). Таким образом, индекс шлакования для углей обоих разрезов отличается незначительно и для котлов с твердым шлакоудалением не имеет принципиального значения. Индекс загрязнения отличается значительно, в 5,0 - 3,7 раза, а по средним показателям даже в 6,8 раза. Это подтверждает высокую склонности, Березовского угля к загрязнению конвективных поверхностей нагрева. Отличие показателей индекса загрязнения и загрязняющих свойств заключается в учете, в первом случае, оксидов натрия и

калия, а во втором, - только оксидов натрия. Исследованиями УралВТИ доказано, что в Канско - Ачинских углях практически весь калий присутствует в составе полевых шпатов и не участвует в процессе формирования загрязнении. Очевидно, R_F наиболее правильно отражает влияние химсостава золы на загрязнения поверхностей нагрева котлов.

Красноярская угольная компания предлагает для снижения шлакующих свойств производить шихтовку Березовских углей с углями других месторождений. При этом в качестве наиболее простого варианта предлагается загружать уголь, например, частично в вагон на Бородинском разрезе и поставлять его на Березовский разрез, где вагон загружается полностью и поставляется потребителю. При разгрузке вагонов уголь на вагоноопроки-дывателе при дроблении и пересыпке интенсивно смешивается, при этом должна выдерживаться строго заданная пропорция. Этот способ не требует дополнительных инвестиций и может быть организован на существующем оборудовании без серьезных затрат. Кроме того, здесь, в отличие от повагонной поставки, гарантируется качество шихты независимо от времени и условий поставки и складирования угля.

В качестве добавки к Березовскому углю предлагается бородинский уголь пласта Бородинский II, который характеризуется стабильным качеством по органической массе и значительно отличается по химическому составу золы. Причем, содержание оксидов натрия стабильно и в основном составляет 0,1 - 0,2%, выпадая только по отдельным пробам. При этом значение R_F колеблется от 0,14 до 0,02, оставаясь в основном стабильным - 0,1-0,2. $R_S^{UR} = 0,65 \div 0,89$ (в основном 0,82 - 0,72), а LB изменяется от 0,31 до 0,06.

В настоящее время угли пласта Бородинский II (повышенная зольность) имеют ограниченный сбыт, как и Березовские угли (по условиям шлакования), поэтому напрашивается вопрос о их совместном сжигании в виде шихты. Осуществить это можно либо путем отдельного хранения и подачи со склада ТЭЦ, либо при частичной загрузке углей с двух разрезов, при этом идет некоторое удорожание за счет повторной погрузки.

Для определения возможного качества шихты из этих углей проведены расчеты по индексам шлакования и загрязнения минеральной части смеси углей в пропорции 1:1. Так, при смешении углей свежей добычи Березовского разреза с углями пласта Бородинский II с зольностью соответственно 5,1 и 10,7% получается уголь (шихта) с зольностью 7,9%. При этом значение R_F снижается по сравнению с Березовским углем с 1,96 до 0,49, т.е. переводится из категории очень высокой степени загрязнения в категорию средней; R_S^{UR} снижается с 0,94 до 0,87, что соответствует бородинскому углю, а индекс загрязнения LB снижается с 2,29 до 0,82, что ниже минимального значения для Березовского угля. Для наиболее шлакующего Березовского угля с $A^d = 4,1\%$ при смешении с углем бородинским с $A^d = 14,1\%$ получены: $R_F = 0,69$ вместо 16,10; $R_S^{UR} = 0,81$ вместо 0,88 и $LB = 0,74$ вместо 16,7.

Таким образом, заведомо непригодный для сжигания в котлах ТЭС уголь превращается во вполне пригодный с характеристиками по шлакованию лучше, чем у Березовского стандартного угля. При шихтовке Березовского угля с $A^d = 4,6\%$ и

Бородинского с $A^d = 11,3\%$ индекс R_F снижается с 2,4 до 0,33, индекс R_S^{UR} не изменяется и индекс LB снижается с 2,8 до 0,49, т.е. уголь из разряда сильно шлакующего Березовского переходит в разряд Бородинского стандартного. Березовский уголь с самым высоким содержанием щелочей ($Na_2O = 6,9\%$) при смешении с углем бородинским с $A^d = 9,7\%$ снижает индексы R_F , R_S^{UR} и LB соответственно с 11,4; 0,9 и 11,9 до 1,95; 0,85 и 2,10 (стандартных Березовских), но худшего качества. А при шихтовке с бородинским углем с $A^d = 17,9\%$ критерии снижаются соответственно до 0,60; 0,76 и 0,67, т.е. практически до уровня Бородинских углей по условиям загрязнения поверхностей нагрева и шлакования. При шихтовке Березовского угля с содержанием $Na_2O = 4,8\%$ и $A^d = 4,3\%$ с бородинским углем с $A^d = 8,4\%$ индексы R_F , R_S^{UR} и LB снижаются соответственно с 12,2; 0,88 и 16,7 до 1,58; 0,87 и 1,86, а с учетом с $A^d = 10,7\%$ соответственно 1,23; 0,85 и 1,39. При смешении же с бородинским углем с $A^d = 14,1\%$ соответственно до 0,63; 0,81 и 0,68. В настоящее время содержание щелочей в Березовском угле достигло 0,6 - 0,8%, $A^d = 5,2\%$ и при шихтовке этих углей Бородинским с $A^d = 9,4\%$ индексы R_F , R_S^{UR} и LB снижаются соответственно с 2,62; 0,90 и 2,95 до 0,41; 0,85 и 0,52, т.е. соответствуют стандартным Бородинским углям и могут (согласно проведенным расчетам) применяться на всех котлах, использующих Бородинские угли. Если использовать Бородинские угли ($A^d = 12,4\%$; $Na_2O = 0,7\%$) с повышенным содержанием щелочей в смеси с Березовским ($A^d = 5,7\%$; $Na_2O = 1,7\%$), которые будут поставляться в ближайшие годы, то индексы R_F , R_S^{UR} и LB снижаются соответственно с 5,27; 0,89 и 5,58 до 0,76; 0,83 и 0,84, т.е. до уровня, характерного для Назаровского разреза.

Приведенные расчеты дают основание полагать, что высокошлакующие и высокозагрязняющие Березовские угли (и даже, так называемые, "соленые") можно превратить в низкошлакующие и низкозагрязняющие путем шихтовки их с высокозольными Бородинскими углями.

4 ПРОВЕДЕНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТОВ НА ЛАБОРАТОРНОЙ УСТАНОВКЕ ПО СМЕШИВАНИЮ И ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ

4.1 Описание лабораторной установки по смешиванию

Лабораторная установка по смешиванию гравитационным способом изготовлена из листовой стали Ст.3 толщиной 1 мм.

Геометрические размеры установки представлены на рисунке 4.1

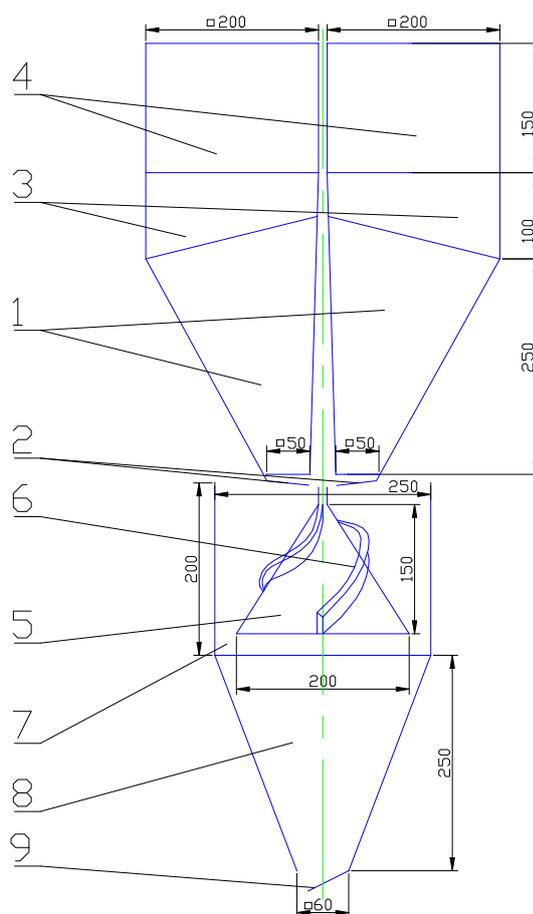


Рисунок 4.1 Схема лабораторной установки

Установка содержит два перевернутых пирамидальных бункера 1, снабженных в нижней части закрывающимися шиберными затворами 2. Для увеличения объема бункеров 1 они могут быть наращены в верхней части с помощью полых прямоугольных емкостей 3 и 4. В нижней части бункеров 1 на радиально-упорном подшипнике установлен конус-рассекатель 5 с ребрами 6 и с возможностью изменения высоты падающего смешиваемого материала. Сам конус-рассекатель заключен в бункер перемешивания 7, одна из стенок которого выполнена из оргстекла для наблюдения за процессом перемешивания.

Нижняя часть бункера перемешивания в свою очередь сопряжена с усеченным пирамидальным бункером 8 снабженным затвором 9 для направления материала на конвейерную ленту (рисунок 4.1) или на линейку шириной 50 мм, снабженную 100

г емкостями из полистирола, установленных вплитык друг за другом для оценки качества перемешивания.

4.2 Проведение экспериментов по смешиванию

В качестве смешиваемого материала использовались: мрамор и известняк, близкие по плотности и хорошо различимые визуально.

Входными (изменяемыми) параметрами эксперимента являлись:

1. Гранулометрический состав рабочего тела (смешиваемого материала).
2. Высота расположения конуса-рассекателя относительно шиберных затворов (высота падения рабочего тела).
3. Угол открытия шиберных затворов.
4. Отсутствие при эксперименте конуса-рассекателя.

Выходным параметром является коэффициент усреднения, вычисление которого проводилось по формуле (2.2).

Вспомогательным выходным параметром является угловая скорость вращения конуса-рассекателя.

Границы изменения входных параметров:

1. Гранулометрический состав изменяли в пределах 0-10мм. В этом диапазоне выделяли 0-3мм, 3-6мм и 6-10мм.
2. Высота падения рабочего тела принимает значения: 100мм; 200мм; 300мм; 400мм, (высоты 300 и 400мм использовались в экспериментах по определению скорости вращения конуса – рассекателя).
3. Угол открытия шиберных затворов $22,5^{\circ}$ (25 %), 45° (50 %).
4. Эксперимент, проведенный при отсутствии конуса-рассекателя, покажет коэффициент усреднения материала только от бункера, а также влияние конуса-рассекателя на процесс смешивания.

Эксперименты проводили следующим образом. В бункера 1 засыпали исследуемый для смешивания материал определенного гранулометрического состава, причем цвет материала засыпаемого в левый бункер отличался от цвета материала засыпаемого в правый бункер. Шиберные затворы 2 пирамидальных бункеров 1 при этом должны быть закрыты. Под открытый шиберный затвор 9 помещали линейку с емкостями для приема смешанного материала. Конус-рассекатель 5 с ребордами 6 устанавливали на необходимой высоте.

Затем открывали на заданный угол шиберные затворы 2, и одновременно протягивали линейку с емкостями для сбора и оценки смешанного материала. Собранный в емкости материал сортировали по цвету, отмечая количество нахождения материала из правого и левого загрузочного бункера 1 и сверяя с углом открытия шиберных затворов. Результаты экспериментов занесли в таблицу 4.1

| п/п | Вещество | Гранулометрический состав | Угол открытия затворов | Номера проб и число гранул | | | | Высота падения |
|-----|----------|---------------------------|------------------------|----------------------------|----|----|----|----------------|
| | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| 1 | Известн. | 0-3 | 25% | 61 | 49 | 52 | 59 | 100 мм |
| | Мрамор | 0-3 | 25% | 58 | 61 | 68 | 65 | |
| 2 | Известн. | 0-3 | 50% | 82 | 78 | 91 | 80 | 100 мм |
| | Мрамор | 0-3 | 25% | 34 | 41 | 32 | 45 | 100 мм |
| 3 | Известн. | 0-3 | 25% | 42 | 36 | 30 | 47 | 100 мм |
| | Мрамор | 0-3 | 50% | 89 | 75 | 89 | 78 | 100 мм |
| 4 | Известн. | 0-3 | 25% | 78 | 69 | 81 | 75 | 100 мм |
| | Мрамор | 3-6 | 25% | 22 | 24 | 21 | 19 | 100 мм |
| 5 | Известн. | 0-3 | 50% | 91 | 9 | 88 | 90 | 100 мм |
| | Мрамор | 3-6 | 25% | 11 | 7 | 12 | 9 | 100 мм |
| 6 | Известн. | 0-3 | 25% | 75 | 79 | 82 | 80 | 100 мм |
| | Мрамор | 3-6 | 50% | 29 | 32 | 24 | 30 | 100 мм |
| 7 | Известн. | 3-6 | 25% | 30 | 33 | 18 | 21 | 100 мм |
| | Мрамор | 0-3 | 25% | 78 | 74 | 75 | 69 | 100 мм |
| 8 | Известн. | 3-6 | 50% | 39 | 43 | 50 | 52 | 100 мм |
| | Мрамор | 0-3 | 25% | 70 | 73 | 60 | 65 | 100 мм |
| 9 | Известн. | 3-6 | 25% | 14 | 16 | 22 | 11 | 100 мм |
| | Мрамор | 0-3 | 50% | 89 | 81 | 79 | 90 | 100 мм |
| 10 | Известн. | 3-6 | 25% | 23 | 28 | 21 | 31 | 100 мм |
| | Мрамор | 3-6 | 25% | 27 | 25 | 29 | 29 | 100 мм |
| 11 | Известн. | 3-6 | 50% | 42 | 52 | 39 | 56 | 100 мм |
| | Мрамор | 3-6 | 25% | 29 | 30 | 41 | 28 | 100 мм |
| 12 | Известн. | 3-6 | 25% | 24 | 27 | 30 | 20 | 100 мм |
| | Мрамор | 3-6 | 50% | 50 | 46 | 39 | 42 | 100 мм |
| 13 | Известн. | 3-6 | 25% | 29 | 27 | 30 | 33 | 100 мм |
| | Мрамор | 6-10 | 25% | 11 | 15 | 13 | 11 | 100 мм |
| 14 | Известн. | 3-6 | 50% | 44 | 50 | 47 | 40 | 100 мм |
| | Мрамор | 6-10 | 25% | 13 | 11 | 22 | 16 | 100 мм |

| | | | | | | | | |
|----|----------|------|-----|----|----|----|----|--------|
| 15 | Известн. | 3-6 | 25% | 24 | 21 | 31 | 38 | 100 мм |
| | Мрамор | 6-10 | 50% | 10 | 13 | 20 | 11 | 100 мм |
| 16 | Известн. | 6-10 | 25% | 14 | 16 | 18 | 12 | 100 мм |
| | Мрамор | 3-6 | 25% | 27 | 30 | 38 | 41 | 100 мм |
| 17 | Известн. | 6-10 | 50% | 17 | 20 | 14 | 16 | 100 мм |
| | Мрамор | 3-6 | 25% | 25 | 19 | 28 | 24 | 100 мм |
| 18 | Известн. | 6-10 | 25% | 9 | 11 | 12 | 10 | 100 мм |
| | Мрамор | 3-6 | 50% | 32 | 39 | 42 | 36 | 100 мм |
| 19 | Известн. | 6-10 | 25% | 14 | 13 | 12 | 16 | 100 мм |
| | Мрамор | 6-10 | 25% | 15 | 16 | 17 | 15 | 100 мм |
| 20 | Известн. | 6-10 | 50% | 18 | 22 | 26 | 19 | 100 мм |
| | Мрамор | 6-10 | 25% | 11 | 9 | 14 | 19 | 100 мм |
| 21 | Известн. | 6-10 | 25% | 9 | 14 | 10 | 12 | 100 мм |
| | Мрамор | 6-10 | 50% | 29 | 22 | 31 | 24 | 100 мм |

В таблице 4.1 приведены выбранные для эксперимента сочетания факторов при фиксированной высоте падения 100мм и результаты экспериментов для этих сочетаний факторов. Эти эксперименты были повторены при высоте падения 200мм, а также при отсутствии конуса, результаты заносили в аналогичные таблицы.

4.3 Обработка экспериментальных данных

В каждом эксперименте из выходного потока рабочего тела выбирались 4 пробы (четыре заполненные смесью ёмкости).

В каждой пробе подсчитывается процент одного из двух веществ, по формуле (4.1)

$$\alpha = \frac{N_1}{N} \cdot 100\%, \quad (4.1)$$

где N_1 – число гранул выбранного вещества; N – общее число гранул в пробе.

По всем 4 пробам подсчитывался процент одного и того же вещества. Затем вычисляли среднее значение по всем пробам эксперимента (4.2) и (4.3):

$$\bar{\alpha} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \alpha_i, \quad (4.2)$$

здесь n – число проб, и среднее квадратическое отклонение

$$\sigma_y = \sqrt{\frac{\sum(\alpha_i - \bar{\alpha})^2}{n-1}}. \quad (4.3)$$

Коэффициент усреднения угольного потока или до процесса смешивания находят по формуле (4.4):

$$K_y = \frac{\sigma_n}{\sigma_y}, \quad (4.4)$$

где среднее квадратическое отклонение σ_n до процесса смешивания, вычисляется по формуле аналогичной (4.5).

В нашем случае экспериментально вычислять σ_n не было необходимости, т.к. оба вещества разделены. В каждой пробе, поэтому будет 100 % того или другого вещества, а α_i будет принимать только два значения: 0 или 100. Пусть проб со значением $\alpha_i = 100$ будет K , тогда $\frac{K}{n} = \frac{\bar{\alpha}}{100}$. Можно считать, что $k = \bar{\alpha}$, $n = 100$

$$\begin{aligned} \sigma_n &= \sqrt{\frac{k(100 - \bar{\alpha})^2 + \bar{\alpha}^2(n - k)}{99}} = \sqrt{\frac{\bar{\alpha}(100 - \bar{\alpha})^2 + \bar{\alpha}^2(100 - \bar{\alpha})}{99}} = \\ &= \sqrt{\frac{100\bar{\alpha} - 200\bar{\alpha}^2 + \bar{\alpha}^3 + 100\bar{\alpha}^2 - \bar{\alpha}^3}{99}} = \sqrt{\frac{100^2\bar{\alpha} - 100\bar{\alpha}^2}{99}} \\ &= \sqrt{\frac{100}{99}} \sqrt{100\bar{\alpha} - \bar{\alpha}^2} \approx \sqrt{100\bar{\alpha} - \bar{\alpha}^2} = \sqrt{\bar{\alpha}(100 - \bar{\alpha})} \end{aligned} \quad (4.5)$$

Для проведенных экспериментов в соответствии с формулами (4.3), (4.4), (7,5) были вычислены коэффициенты усреднения. Результаты вычислений приведены на рисунках 4.1, 4.2, 4.3.

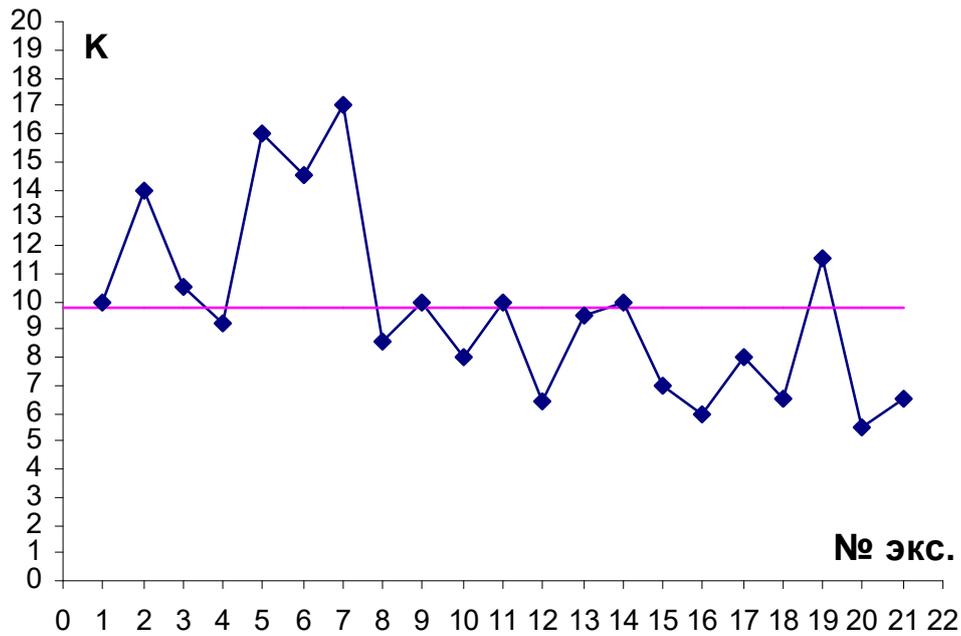


Рисунок 4.1 - Значения коэффициента смешивания при высоте падения смешивания материала 100мм.

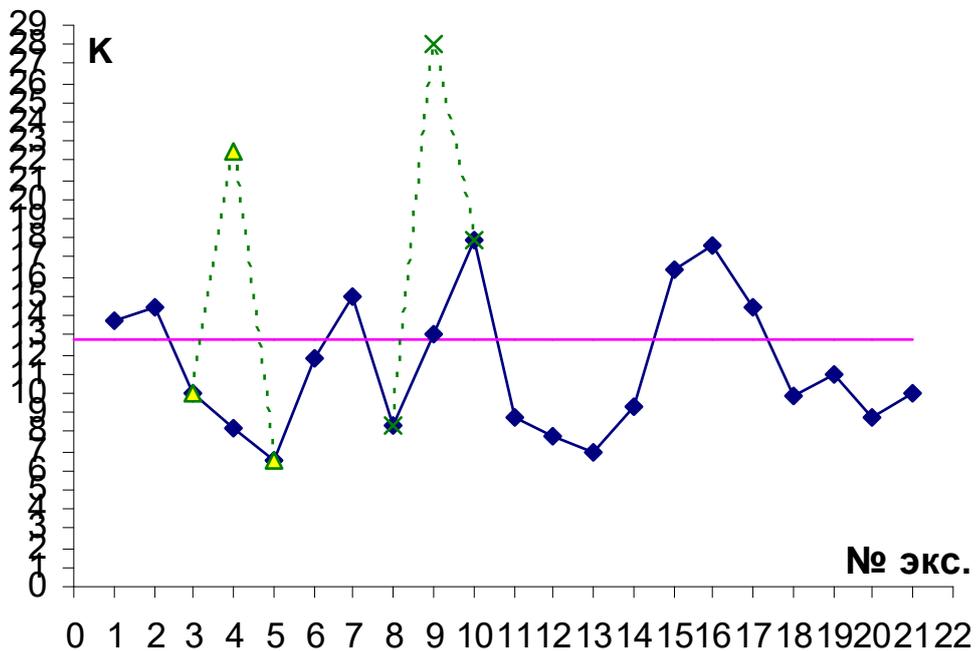


Рисунок 4.2 - Значения коэффициента смешивания при высоте падения смешивания материала 200мм.

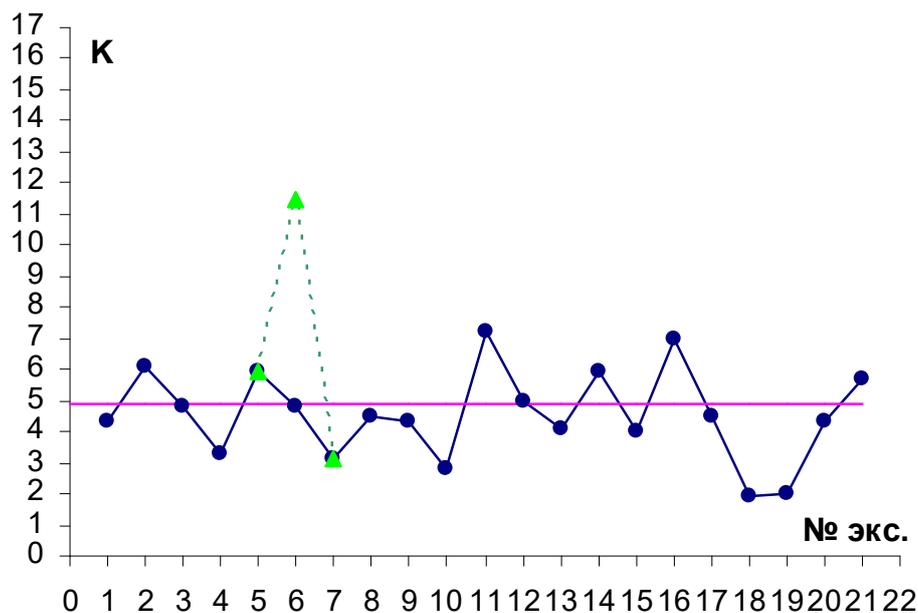


Рисунок 4.3 - Значения коэффициента смешивания без конуса – рассекателя.

Статистическая обработка этих результатов потребовала отбросить некоторые результаты эксперимента, признанные статистически ошибками эксперимента, данные значения на графиках обведены кружками.

По оставшимся результатам были найдены средние значения коэффициента смешивания при каждой высоте падения и отсутствии конуса.

Из графиков видно, что среднее значение коэффициента смешения растет с ростом высоты падения материала.

Группировка результатов эксперимента по углу открытия шиберных затворов и статическая обработка их показала, что коэффициент смешения увеличивается при уменьшении углов шиберных затворов.

Группировка и статистическая обработка результатов эксперимента по гранулометрическому составу показала, что коэффициент смешения увеличивается с ростом размера смешиваемых частиц.

Построение доверительных интегралов с доверительной вероятностью 0,95 для средних значений коэффициента смешения представленных на графиках показала, что интервалы при наличии конуса не пересекаются с интервалом при его отсутствии. Это говорит о том, что коэффициент смешивания при наличии конуса – рассекателя значительно отличается от коэффициента смешивания при его отсутствии.

Для определения зависимости скорости вращения конуса от остальных входящих факторов были проделаны дополнительные эксперименты. Исходные данные и результаты экспериментов приведены в таблице 4.1, графическое изображение этих результатов приводится на рисунках 4.4, 4.5, 4.6.

Определение скорости вращения конуса

Таблица 4.1 – Результаты эсперимента по определению скорости вращения конуса

| Сортность Грануметрический состав (мм) | Высота падения | | | | | | | | | | | |
|--|---|------------|------------|--------------|---|-----|-----|-----|---|-----|-----|-----|
| | Н-200(мм) Положение шибера 100%=90° | | | | Н-300(мм) Положение шибера 100%=90° | | | | Н-400(мм) Положение шибера 100%=90° | | | |
| | 100% 90° | 75% 67° | 50% 45° | 25% 22,5° | 100% % | 75% | 50% | 25% | 100% | 75% | 50% | 25% |
| 0-3 | 123 | 115 | 105 | 93 | 125 | 117 | 108 | 95 | 125 | 120 | 110 | 100 |
| 3-6 | 105 | 92 | 87 | 74 | 109 | 98 | 90 | 82 | 110 | 100 | 95 | 85 |
| 6-10 | 70 | 66 | 60 | 55 | 80 | 77 | 70 | 65 | 90 | 85 | 75 | - |
| 10-20 | 40 | - | - | - | 49 | 30 | - | - | 60 | 35 | - | - |

Н – 200 мм

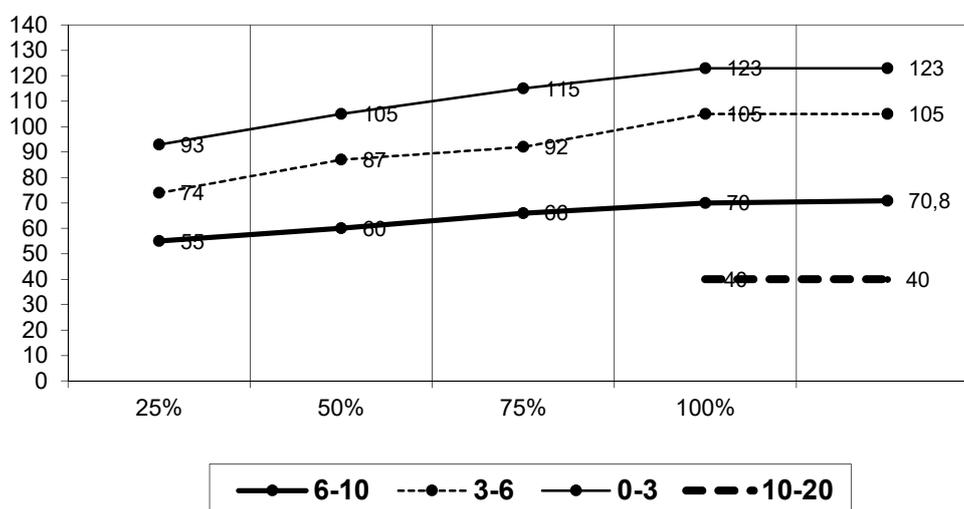


Рисунок 4.4 – График скорости при высоте 200 мм
Н – 300 мм.

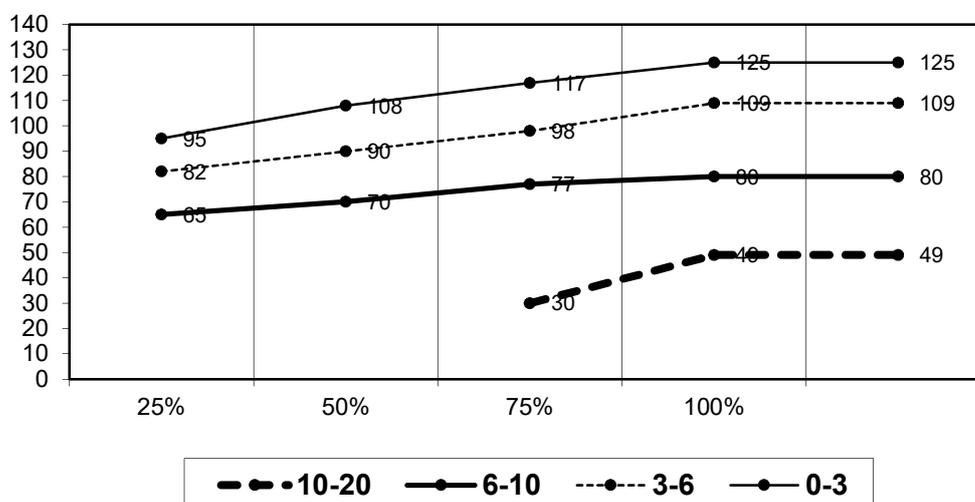


Рисунок 4.5 - График скорости при высоте 300 мм

H – 400 мм.

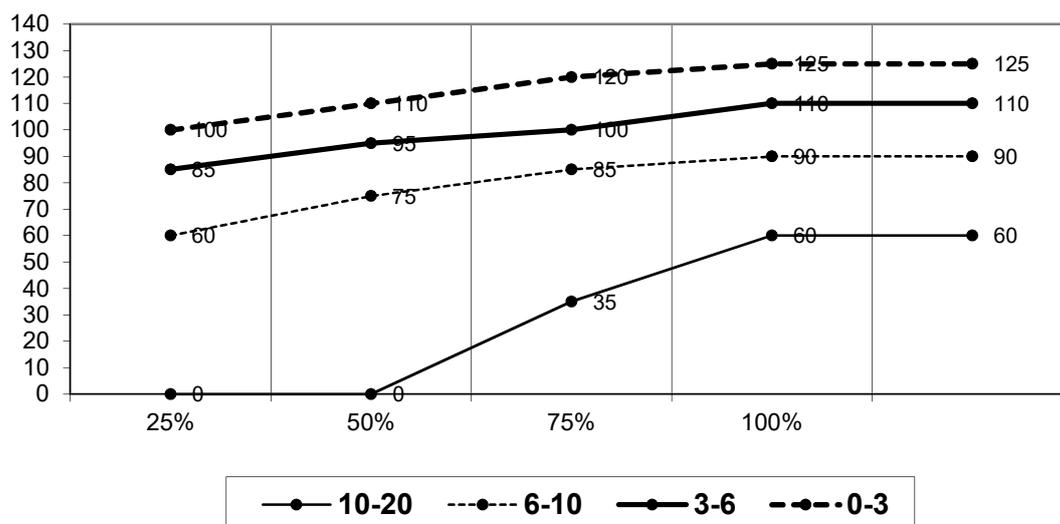


Рисунок 4.6 - График скорости при высоте 400 мм

Данные результаты показывают, что скорость вращения конуса возрастает с высотой падения рабочего материала и увеличением угла открытия шиберных затворов, однако стремится к некоторому пределу (в каждом эксперименте своему) выше которого не увеличивается.

При сравнении результатов основных и дополнительных экспериментов просматривается так же сильная прямая корреляционная зависимость скорости вращения конуса - рассекателя с величиной коэффициента усреднения.

4.4 Выводы

Проведенные эксперименты и результаты их обработки позволяют сделать следующие рекомендации при эксплуатации промышленных установок по смешиванию гравитационного типа:

1 Поскольку коэффициент усреднения растет с ростом гранулометрического состава, то коэффициент усреднения промышленных установок будет выше при смешивании сортовых углей, по сравнению с рядовым.

2 С увеличением высоты падения, коэффициент смешения увеличивается. Однако коэффициент смешения сильно коррелирует со скоростью вращения конуса, а последняя имеет предел, то у промышленных установок существует оптимальная высота падения, увеличение которой выше этого оптимального значения будет не эффективным.

3 Увеличение угла шиберных затворов увеличивает поток вещества падающего на конус - рассекатель, что с одной стороны увеличивает скорость его вращения и следовательно коэффициент смешивания, а с другой стороны увеличение этого потока затрудняет смешивание. Эти противоречивые последствия приводят в результате к тому, что коэффициент смешивания не очень сильно зависит от угла открытия шиберных затворов. При очень маленьких углах открытия (поток

вещества – слабый), коэффициент мал из – за слабого вращения конуса – рассекателя. При больших углах он тоже мал из – за большого потока вещества, которое он не успевает качественно перемешивать. Существует оптимальный угол открытия шиберных затворов, при котором коэффициент смешивания будет наибольшим.

4 Установка при отсутствии конуса – рассекателя обладает некоторым коэффициентом смешивания, большим единицы, как любой перегрузочный бункер. Значимое отличие коэффициента смешивания установки с конусом – рассекателем от коэффициента смешивания установки без конуса – рассекателя (\approx больше в 2 раза), говорит о значимой роли вращающегося конуса – рассекателя для процесса смешивания.

Суммируя сказанное заключаем, что для промышленных установок по смешиванию можно рекомендовать работу при малых углах открытия шиберных затворов, а для улучшения процесса смешивания использовать принудительное вращение конуса.

5 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

5.1 Смесь топлива

Тепловые электростанции играют существенную роль в энергоснабжении предприятий цветной металлургии. Техника – экономические показатели выработки электрической и тепловой энергии на большинстве станций находятся на удовлетворительном уровне и соответствуют установленному оборудованию и режимам его эксплуатации. Совершенствование тепловых схем и режимов работы котельных и турбинных агрегатов электростанций дает существенное снижение норм расхода топлива на производство тепловой и электрической энергии.

На примере производственной котельной ПАО «Разреза Балахтинский» произведем расчет технико – экономических показателей по сжиганию смеси топлива, после его усреднения. Это позволяет экономить топливо, повышения стабильности работы котельной установки, и в целом обеспечить эффективность ее работы. Приготовление смеси производится в гравитационной установке по смешиванию в процессе подготовки топлива.

Для приготовления топлива будем использовать Балахтинский уголь с разных разрезов «Новый» и «Восточный» в одинаковых пропорциях, на выработку тепловой энергии в 1Гкал на Балахтинском угле по проекту необходимо израсходовать 197кг, а при использовании усреднительной установки количество смеси для 1Гкал равно 182кг.

5.2 Годовой расход топлива котельной установки

На производственной котельной ПАО «Разреза Балахтинский» установлено пять паровых котлов марки ДКВР – 10/13: производительность котла 5,5 Гкал/ч, выработка пара 10т/ч и рабочие давление 13кг/см². Режим работы котельной непрерывный и составляет 273 суток.

Годовое потребление топлива котельной установки определяем по формуле:

$$V_n^{год} = V n_k h_{год} \left(1 + \frac{\sum B}{100} \right), \text{ т/год:} \quad (5.1)$$

где $V \frac{год}{h}$ - часовой расход натурального топлива при работе его в расчетных условиях т/ч;

n_k - количество котлов установленных в котельной (расчет ведем для одного котла);

$h_{год}$ - число часов работы котлоагрегата в году;

$\sum B$ - суммарная величина потерь топлива при работе котельной, % :
при транспортировке и хранении – 0,5;

при не расчетной паропроизводительности и отклонений от режимных условий – $2 \div 3$;

при продувке котлов и обдувки поверхностей нагрева котельных агрегатов – $1,5 \div 2$;

при собственном расходе пара котла, на дутье, на растопку и прочие – $2 \div 3$.

Находим расход топлива при сжигании с Восточного разреза угля:
часовой расход по формуле (5.1)

$$B = 5,5 * 197 = 1,084 \text{ т/ч};$$

суточный расход

$$B_{\text{сут}} = 1,084 * 24 = 26,016 \text{ т/сут};$$

годовое потребление

$$B_{\text{н}}^{\text{год}} = 1,084 * 1 * 6552 * \left(1 + \frac{0,5 + 3 + 2 + 3}{100} \right) = 7706 \text{ т/год}$$

Определяем расход топлива при сжигании смеси топлива (усредненного) из Восточного и Нового угля в равных пропорциях:

часовой расход

$$B = 5,5 * 182 = 1,001 \text{ т/ч};$$

суточный расход

$$B = 1,001 * 24 = 24,024 \text{ т/сут};$$

годовое потребление

$$B_{\text{н}}^{\text{год}} = 1,001 * 1 * 6552 * \left(1 + \frac{0,5 + 2 + 1,5 + 2}{100} \right) = 6952 \text{ т/год}$$

Определяем изменение затрат по топливу по формуле (5.2)

$$\Delta C_{\text{т}} = \Delta P * Ц \quad (5.2)$$

где ΔP – количество топлива, т; $Ц$ – цена за тону, руб.;

$$\Delta C_T = (7706 * 219,4) - (6952 * 0,5 * 219,4 + 6952 * 0,5 * 253) = 48634 \text{ руб.}$$

Находим дополнительные затраты на эксплуатации установки по смешиванию по формулам (4.3 и 4.4)

$$\Delta C_{см} = K * (H_a + H_{рем}) + C_{эл}, \text{ руб.} \quad (5.3)$$

$$C_{эл} = T_d * P_{эл} * K_y * Ц_{эл}, \text{ руб.} \quad (5.4)$$

где K – капитальные вложения на установку, тыс. руб.;

H_a – норма амортизации, %;

$H_{рем}$ – норма ремонта, %;

$C_{эл}$ – стоимость электроэнергии, руб.;

T_d – календарный фонд рабочего времени оборудования, сут.;

$P_{эл}$ – мощность эл.двигателя установки, кВт;

K_b – коэффициент использования установки, %;

K_y – количество оборудования, шт; $Ц$ – цена эл.энергии, руб.

$$C_{эл} = 273 * 17 * 0,3 * 1 * 1,2 = 1670,76 \text{ руб.}$$

$$\Delta C_{см} = 100000 * (0,1 + 0,06) + 1670,76 = 17670,76 \text{ руб.}$$

Условно годовая экономия рассчитывается по формуле (5.5)

$$\Delta C = \Delta C_T - \Delta C_{см} \quad (5.5)$$

$$\Delta C = 48634 - 17670,76 = 30963,24 \text{ руб.}$$

Годовой экономический эффект находим по формуле (5.6)

$$\mathcal{E} = \Delta C - E_n * K, \text{ руб.} \quad (5.6)$$

где E_n – нормативный коэффициент экономической эффективности, %;

K – стоимость установки, руб.

$$\mathcal{E} = 30963,24 - 0,15 * 100000 = 15963,24 \text{ руб.}$$

Данные расчетов приведены в таблице 5.1

Таблица 5.1 – Показатели расчетов расхода топлива и экономического эффекта.

| Показатели | Ед. изм. | Базовый | Предлагаемый | Изменения |
|--|----------|--------------------------|-----------------|-----------|
| Годовая выработка тепловой энергии | Гкал | 36036 | 36036 | – |
| Капитальные вложения на установку по смешиванию | Тыс.руб | – | 100 | – |
| Состав топлива | % | Балахтинский уголь (100) | Смесь (50 x 50) | – |
| Расход топлива | Кг/Гкал | 197 | 182 | - 15 |
| Потери топлива при работе котельной установки | % | 8,5 | 6 | -1,5 |
| Годовое потребление топлива | Т | 7706 | 6952 | -754 |
| Цена топлива | Руб/кг | 219,4 | 253,0 | – |
| Годовые затраты на топливо | Руб. | 1690696,4 | 1642062,4 | - 48634 |
| Годовые затраты по эксплуатации установки смешивания | Руб. | – | 17670,7 | 17670,7 |
| Условно годовая экономия | Руб. | – | 33620,2 | – |
| Годовой экономический эффект | Руб. | – | 15933,24 | – |

6 ОХРАНА ТРУДА И ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РЕМОНТЕ ОБОРУДОВАНИЯ КОТЕЛЬНЫХ И ПЫЛЕПРИГОТОВИТЕЛЬНЫХ ЦЕХОВ

Охраной труда называют систему организационных и технических мероприятий, осуществляемых на производстве для защиты здоровья и жизни трудящихся от вредных условий и несчастных случаев. Охрана труда состоит из двух самостоятельных разделов — санитарно-гигиенические мероприятия (промышленная санитария) и мероприятия по технической охране труда (техника безопасности).

Промышленная санитария включает мероприятия по борьбе с вредными воздействиями на организм человека промышленных ядов, газов, пыли, производственного шума, а также мероприятия по рациональному устройству отопления, вентиляции и освещения.

Техника безопасности включает мероприятия по защите здоровья и жизни работников от несчастных случаев, возникающих и производстве, а также по предупреждению этих случаев.

6.1 Промышленная санитария

Влияние атмосферы на организм человека

На самочувствие и работоспособность человека оказывают большое влияние метеорологические факторы — температура, влажность и скорость движения воздуха. Эти факторы влияют на тепловое состояние тела человека. Жизнь человека возможна в очень маленьком интервале температур тела. Нормальная температура тела $36,5^{\circ}\text{C}$. При температуре тела 32 и 42°C наступает смерть.

От переохлаждения тело человека защищает отопление, одежда, работа, движение, а от перегрева — выделение и испарение пота. На испарение расходуется большое количество тепла, отнимаемое с поверхности кожи. Интенсивность выделения и испарения пота поддерживает температуру тела на нормальном уровне. Если же нарушается выделение или испарение пота, тело человека перегревается и наступает тепловой (или солнечный) удар.

Выделение пота может быть нарушено обезвоживанием организма, нарушением его водного режима. Из организма вместе с потом выделяются соли, главным образом поваренная. Уменьшение содержания солей в организме в свою очередь способствует выделению влаги, так как соли обладают свойством удерживать влагу в организме человека. Для поддержания нормального водно-солевого равновесия в организме рабочие в горячих цехах обеспечиваются газированной и подсоленной водой.

Испарение пота возможно при недостатке влаги в окружающем воздухе. Если воздух полностью насыщен парами, влага не испаряется, а, наоборот, водяные пары из воздуха конденсируются.

Содержание влаги в воздухе определяется относительной влажностью, которая представляет собой процентное отношение находящихся в воздухе паров к максимально возможному количеству влаги в воздухе при данной температуре.

Длительное пребывание человека при относительной влажности, близкой к 100%, очень тяжело отражается на организме и возможно только при температурах значительно более низких, чем температура человеческого тела. Пребывание в среде с температурой 36,5°С и относительной влажностью 100% может закончиться смертью. Именно поэтому в барабанах остановленных котлов, в которых относительная влажность очень высока, запрещается работать при температурах более 45°С, а при более низких температурах после 20 мин работы устанавливается отдых вне барабана продолжительностью также 20 мин.

На интенсивность охлаждения тела человека, а также на испарения пота значительное влияние оказывает скорость воздуха. В горячих цехах, кроме общей вентиляции, устраивают местную вентиляцию, подавая к рабочим местам свежий и более холодный воздух, увлажненный разбрызгиваемой водой.

Для работы в барабанах котлов и других местах с высокой температурой применяют специальные душирующие установки, которые подают холодный увлажненный воздух. Величину скорости выбирают, исходя из условия интенсивности охлаждения и недопущения вредного влияния сквозняков. В холодный период года скорость воздуха в горячих цехах устанавливают до 3 м/сек при легкой работе и 4 м/сек при тяжелой работе. В теплый период года скорость воздуха может быть повышена соответственно до 4 и 5 м/сек.

6.2 Влияние газов и пыли на организм человека

Воздух производственных помещений загрязнен вредными примесями, главным образом газами и пылью. Предельное содержание вредных газов и пыли в воздухе устанавливается нормами в зависимости от свойств газов и пыли, влияния их на организм человека, и типа производства.

В котельных цехах электростанций самыми распространенными загрязнителями воздуха являются топливная пыль, зола и продукты сгорания топлива (газы, дым). При сжигании сернистого топлива продукты сгорания содержат сернистый газ. На рабочих местах могут появиться и другие вредные газы. При их появлении в воздухе слесарь должен немедленно заявить мастеру о необходимости проведения контрольного анализа воздуха.

Предельное содержание в воздухе токсической пыли (ртути, фосфора, марганца) устанавливается такими же нормами, как и для вредных газов и паров. К нетоксическим видам пыли относят топливную пыль, золу, асбест, песок. Предельное содержание в воздухе производственных помещений нетоксической пыли, содержащей кварц более 10% и асбестовые отходы,— до 2 мг/м³; а всех остальных видов нетоксической пыли — до 10 мг/м³.

Пыль с размерами частиц 10мк и более в легкие человека обычно не попадает, а задерживается в дыхательных путях, для чего необходимо дышать через нос, а не ртом.

При небольшой запыленности воздуха около 50% вдыхаемой пыли задерживается в носу и удаляется вместе со слизью. Остальная половина пыли, пройдя через нос, частично (около 10—40%) задерживается носоглоткой и удаляется

при отхаркивании. Обратное из легких выдыхается до 10% пыли. Следовательно, в легких задерживается от 10 до 30% пыли, содержащейся в атмосфере.

При чрезмерном запылении воздуха носоглотка не справляется с улавливанием пыли и она в больших количествах оседает в легких. Угольная пыль и угольный дым, попавшие в мелкие бронхи и альвеолы легких, обволакиваются клетками ткани, которые отделяются от легких и отхаркиваются. Черная мокрота работников углеподачи и пылеприготовления представляет собой скопления клеток ткани с заключенными внутри пылевыми частичками. Поэтому вдыхание угольной пыли и угольного дыма не оказывает длительного вредного влияния на здоровье человека.

Кварцевая и металлическая пыль труднее удаляется из легких, поэтому оказывает на организм значительно худшее влияние. Длительное вдыхание кварцевой пыли вызывает заболевание, называемое силикозом. Металлическая и кварцевая пыль наносит своими острыми краями огромное количество ранок на ткани легких. Эти ранки являются хорошей средой для инфекций и ослабляют организм.

В котельных цехах электростанции ведется активная борьба с пылением и выбросом газов, за оздоровление условия труда. Уплотнение котельных агрегатов и оборудования топливоподачи и пылеприготовления значительно снижает содержание пыли и газов в воздухе. Применение рациональной вентиляции обеспечивает поддержание запыленности в пределах нормы. В местах с повышенным пылением и выделением газов применяют индивидуальные средства защиты (промышленные респираторы и противогазы).

6.3 Влияние производственных шумов на организм человека

Ненормальные производственные шумы являются причиной профессиональных заболеваний (тугоухость и глухота). При длительном (в течение нескольких месяцев или лет) пребывании человека в очень шумных помещениях развивается бессонница, ухудшается пищеварение, понижается внимание, развивается пугливость. Особенно вредно действуют на организм человека неожиданные шумы, вызываемые продувкой паропроводов в атмосферу, работой предохранительных клапанов, хлопками взрывных клапанов, пробиванием прокладок во фланцах трубопроводов, поломка водомерных стекол, гудками и др.

Ненормальные шумы понижают производительность труда и мешают правильному восприятию команд, указаний и предупредительных сигналов, что нередко является причиной несчастных случаев на производстве.

Сила (громкость) шумов и звуков измеряется единицей, называемой децибелом (дБ). Вредное влияние шумов утомляемость от них зависят не только от громкости, но и от частоты колебаний звуковой волны. Звуки высоких частот (например, вибрация тонких стальных пластинок при ручной опиловке в тисках) нетерпимы для слуха, даже если они не громкие.

Нормальным звуком называют такой, который при любой длительности воздействия не вредит человеку. Громкость нормального звука равна примерно 70 дБ при частоте колебаний не выше 1000 в секунду. При таких звуках люди в

помещении могут вести разговор, не повышая голоса. Максимально допустимым звуком в производственной обстановке считается звук, громкостью до 80дб.

Шум при клепке достигает громкости 100дб, при работе с пневматическими дрелями — 95дб, при работе парового молота— 90дб. Поэтому работу с такими механизмами необходима, переносить в отдельные помещения.

Шум в производственных помещениях в большинстве случаев является следствием плохой конструкции, неправильной сборки и установки механизмов, их износа и вибрации, применения неверных приемов работы, а также результатом нарушения нормальных режимов эксплуатации — парений, хлопков, взрывов, пробоев. При принятии необходимых мер громкость производственных шумов может быть значительно снижена.

В котельных цехах электростанций борьбу с шумом ведут, улучшая режимы эксплуатации, центровку и балансировку механизмов, снижая величину их вибрации, накладывая шумовую изоляцию (шаровые углеразмольные мельницы), парения.

6.4 Требования к освещенности рабочего места

Плохое освещение рабочего места вызывает быструю усталость и болезни глаз, понижает внимательность и, следовательно, значительно снижает производительность труда, увеличивает вероятность несчастных случаев на производстве.

Солнечный (естественный) свет значительно лучше влияет на организм человека, чем электрический, и поэтому там, где это возможно, стремятся обеспечить нормальную освещенность через окна. Для каждого вида производства имеются нормы освещенности рабочего места как естественного, так и электрического. Эти нормы обеспечиваются при проектировании и строительстве объектов и поддерживаются при их эксплуатации.

Освещенность производственных помещений и рабочих мест уменьшается в несколько раз из-за загрязнения источников света. Поэтому световые проемы (окна и фонари) протирают или промывают не менее трех раз в течение года, а светлую краску стен производственных помещений, которая хорошо отражает свет и увеличивает освещенность, восстанавливают один-два раза в год.

Быстро загрязняются в производственных помещениях также электрические лампочки, колпаки и абажуры. Лампочки регулярно протирают снаружи, колпаки и абажуры снаружи, так и изнутри.

В котельных цехах невозможно обеспечить общую нормальную освещенность из-за загроможденности оборудованием, лестницами, площадками и трубопроводами. Поэтому, помимо общего освещения в местах прохода и пребывания людей, в местах расположения оборудования, органов управления и аппаратуры устраивают местное освещение. Кроме того, котельные оборудуют аварийным освещением, которое включено постоянно или автоматически включается при исчезновении напряжения в осветительной сети, что обеспечивает возможность управления агрегатами при авариях, вызвавших отключение общего и местного освещения.

Напряжение в нормальной осветительной сети равно 127 или 220в. Такое напряжение опасно для здоровья и жизни людей, попавших под напряжение. Поэтому напряжение местного освещения аппаратуры, приборов, органов управления, водомерных колонок и других узлов и деталей паровых котлов, которые обслуживаются людьми в непосредственной близости от осветительной арматуры, не более 36 в.

При работах в барабанах, топках, газоходах котла, а также в мельницах, шахтах, коробах, воздухопроводах и других тесных местах с хорошей проводимостью тока человек может попасть под ток, поэтому применяют освещение напряжением не выше 12в, питающееся от специальных трансформаторов. Для освещения всех этих мест служат переносные лампы со шнуром длиной 25—40 м.

6.5 Питьевая вода

Промышленные предприятия должны быть обеспечены доброкачественной питьевой водой, как правило, кипяченой и остуженной. Применение сырой воды допускается только с разрешения органов санитарно-противоэпидемической службы.

К качеству питьевой воды и снабжению водой промышленных цехов предъявляют следующие санитарные требования.

Температура питьевой воды должна быть не выше 20 и не ниже 8°С, расстояние от рабочих мест до питьевых установок — не более 75м, периодичность замены пресной воды в бачках — не реже 1 раза в сутки. В газированной воде горячих цехов должно содержаться 0,5% поваренной соли (5г на 1л воды). Давление кислоты, вводимой в воду для приготовления газированной воды, должно быть 3—7ат., количество газированной воды на одного работника горячего цеха в смену 4-5л.

6.6 Сведения о профессиональных заболеваниях

При длительной работе на производстве с вредными условиями труда, при непринятии необходимых мер по охране труда и оздоровлению труда самим работающим могут возникнуть профессиональные заболевания. При длительном вдыхании пыли, содержащей кремний, а также газов от электросварки может развиваться силикоз или другие заболевания легких. Преимущественно эти заболевания встречаются у пескоструйщиков, литейщиков, шлифовальщиков, электросварщиков.

Обычные правила промышленной санитарии, включающие общую приточную и вытяжную вентиляцию, а также местную вентиляцию (отсос пыли, подача к рабочему месту свежего воздуха) оздоравливают условия труда настолько, что профессиональные заболевания исключаются.

На большинстве электростанций дутьевые вентиляторы котлов забирают воздух из помещения котельной, в результате чего через фонари, фрамуги, окна и другие места в котельную поступает чистый воздух. Создается, таким образом, мощная приточно-вытяжная вентиляция, которая оздоравливает условия работы. В тех

случаях, когда на отдельных рабочих местах воздухообмен недостаточен, устраивают местную вентиляцию. В частности, при работе электросварщиков в замкнутых и тесных сосудах на каждый килограмм израсходованных электродов в соответствии с правилами промсанитарии к рабочему месту подают 2000 м³ чистого воздуха.

При нарушении промсанитарии у лиц, соприкасающихся в своей работе с радиоактивными веществами или ионизирующим излучением (металлорентгенографирование, гамма-дефектоскопия) могут появиться опухоли кожи от воздействия ионизирующего излучения (рентгеновских, гамма-лучей и радиоактивных веществ).

Если электросварщики и автогенщики не принимают мер против систематического воздействия лучистой энергии, у них может появиться заболевание глаз (катаракта). У клепальщиков, котельщиков, кузнецов возможно прогрессирующее понижение слуха вследствие систематического воздействия сильного производственного шума.

6.7 Режим труда и отдыха, личная гигиена рабочего

Нельзя добиться всестороннего развития человека без физического труда, творческого и радостного, укрепляющего организм, повышающего его жизненные функции.

Труд является необходимым условием существования человеческого общества и основой благополучия как каждого человека, так и всего общества. В труде развиваются физические и духовные способности каждого человека.

Физическое напряжение, связанное с работой, полезно для полноценного физического развития, укрепления здоровья и повышения работоспособности. Активная энергичная работа на производстве способствует развитию мускулатуры, укрепляет сердце и развивает дыхательный аппарат.

Законы об охране труда запрещают использование рабочих в возрасте до 18 лет на особо тяжелых и вредных для здоровья производствах и подземных работах. В частности, подростков до 18 лет нельзя назначать на работы, заключающиеся, исключительно в переноске или передвижении тяжестей. Переноска и передвижение грузов разрешается лишь в тех случаях, когда они связаны с выполняемой подростками работой и отнимают не более 1/3 их рабочего времени.

Обязательным условием полезности труда для здоровья является правильное чередование периодов работы и отдыха, т. е. режим труда и отдыха. Без соблюдения этого режима наступает преждевременное утомление, производительность труда снижается и для продолжения работы необходимо применять волевое усилие. В нормальных производственных условиях значительное систематическое переутомление недопустимо.

Время для отдыха необходимо правильно использовать. Если работа выполняется в тесных, сырых, запыленных, горячих помещениях или сосудах, для отдыха выходят на свежий воздух. Если работа ведется сидя, отдыхают стоя или в движении. Наоборот, если работа ведется стоя, отдыхают сидя.

Наиболее эффективный отдых — переключение на другую работу. В комплексных бригадах легко организовать чередование видов деятельности и выполнение каждым рабочим работ двух-трех специальностей, что снижает утомляемость и, следовательно, повышает производительность труда.

Накопившееся к концу рабочего дня общее утомление должно сниматься отдыхом после работы и во время сна. Для общего отдыха чрезвычайно большое значение имеет правильный режим отдыха в выходные, праздничные дни и во время ежегодного отпуска. Этот отдых должен быть активным. Полезно кататься на коньках, лыжах и велосипеде, грести, плавать, заниматься спортивными играми, танцами.

Для учеников индивидуального и бригадного обучения, для рабочих и служащих в возрасте 15—16 лет установлен четырехчасовой рабочий день, для подростков 16—18 лет—шестичасовой. При этом труд подростков за сокращенный рабочий день оплачивается, как за полный рабочий день работников соответствующих категорий.

В целях охраны здоровья подростков и обеспечения им нормальных условий для труда, отдыха и учебы запрещено использовать молодых рабочих и служащих в возрасте до 18 лет на сверхурочных работах и привлекать к работе в ночных сменах.

Каждый рабочий должен выполнять требования личной гигиены на производстве, быть чистым, и опрятным. Соблюдение личной гигиены является залогом здоровья и одним из важнейших условий повышения производительности труда.

6.8 Техника безопасности

Техника безопасности изучает причины несчастных случаев на производстве, разрабатывает способы устранения этих причин и обеспечивает внедрение этих способов в производство. Обеспечение наибольшей безопасности труда должно сопровождаться повышением его производительности. Несчастливым случаем на производстве или производственной травмой называют внезапное повреждение тела, влекущее за собой временную утрату трудоспособности, увечье или смерть. Несчастным случаем отличается от профессионального заболевания внезапностью возникновения (при взрыве, падении, ударе и др.) и кратковременностью воздействия. При этом могут появиться ожоги, раны, ушибы, отравление газами, нервный шок, электрический удар.

Потеря трудоспособности от несчастного случая бывает: временной — на несколько часов, дней, месяцев; частичной, при которой человек в дальнейшем не может стать полноценным работником, каким был прежде; полной, при которой человек совсем теряет трудоспособность.

Кроме производственного травматизма, связанного с временной частичной или полной потерей трудоспособности, на производстве имеет место мелкий травматизм — засорение глаз, мелкие ранки на руках, ожоги, ушибы и ранения ног. Хотя мелкий травматизм не связан с потерей трудоспособности, он также снижает производительность труда и ухудшает физическое состояние работников.

Травматизм отрывает от производственной деятельности трудящихся, ухудшает их здоровье и вызывает огромные непроизводительные затраты на лечение и выплату пособий. В государстве ведется планомерная и систематическая борьба с травматизмом.

Регистрация и учет несчастных случаев

О полученной травме или происшедшем несчастном случае рабочий немедленно сообщает мастеру, прорабу или начальнику цеха. На все несчастные случаи, происшедшие с работниками в связи с выполнением ими производственных заданий и вызвавшими потерю трудоспособности на один день или более, составляют акт по установленной форме. Ответственными за своевременное составление акта являются начальник цеха, мастер и прораб. Одновременно с составлением акта они сообщают о несчастном случае администрации предприятия и фабрично-заводскому комитету.

В течение 24 ч начальник цеха расследует причину несчастного случая, составляет акт по установленной форме и разрабатывает мероприятия, указывая сроки, их выполнения для предупреждения несчастных случаев в дальнейшем.

О групповых несчастных случаях, происшедших одновременно с тремя или более работниками, тяжелых несчастных случаях, влекущих за собой инвалидность, и о смертельных несчастных случаях начальник цеха немедленно сообщает руководителю предприятия и фабрично-заводскому комитету. Руководитель предприятия немедленно сообщает о них в вышестоящую хозяйственную организацию и в техническую инспекцию Совета профсоюза. Каждый групповой, тяжелый или смертельный несчастный случай немедленно расследуется техническим инспектором Совета профсоюза.

6.9 Обучение и инструктаж рабочих по правилам техники безопасности

Условия работы в котельных цехах электростанции требуют от каждого рабочего знания правил техники безопасности и их беспрекословного выполнения. Несчастные случаи с людьми происходят главным образом из-за незнания правил или их нарушения. Поэтому все рабочие котельных цехов проходят специальное обучение правилам техники безопасности.

Это обучение включает следующие формы:

- вводный инструктаж;
- индивидуальное обучение по инструкциям и пособиям;
- инструктаж перед началом работы;
- инструктаж на рабочем месте;
- периодический инструктаж по общим вопросам техники безопасности (один раз в месяц);
- организованное обучение на курсах;
- проработка отдельных вопросов техники безопасности на собраниях.

Каждый вновь поступивший рабочий проходит вводный инструктаж об особенностях производства и мерах безопасности. После этого он допускается к работе на 2—4 недели под наблюдением опытного рабочего. За этот период рабочий в индивидуальном порядке по инструкциям и пособиям изучает правила техники

безопасности и подвергается проверке знаний. Если при проверке знаний выявляется хорошее усвоение и понимание правил техники безопасности, рабочему выдается удостоверение о проверке знаний на право допуска к самостоятельной работе.

Инструктаж перед началом работы проводят при выполнении работ на новом объекте или новых видов работ, а также при выполнении сложных и опасных работ. О проведенном инструктаже делают запись в специальном журнале, в котором расписываются проинструктированный рабочий и технический руководитель, производивший инструктаж.

Очень важной формой работы с людьми по технике безопасности является инструктаж на рабочем месте. Выдавая задания бригадиру, мастер на рабочем месте обращает его внимание на опасные условия, напоминает о важнейших правилах и предупреждает о необходимости их выполнения. Таким же образом бригадир инструктирует звеньевой или старшего по разряду рабочего, которые, выдавая задания рабочим низшей квалификации или проверяя их работу, также напоминают им о правилах техники безопасности и предупреждают о возможных опасностях.

В связи с таким порядком инструктажа на рабочем месте рассматривают вопрос об ответственности за выполнение правил техники безопасности. За их нарушения и происшедшие несчастные случаи ответственность несет не только администрация или технический персонал (главный инженер, начальник цеха, мастер), но и каждый работник за себя и за подчиненных ему людей. Бригадир, звеньевой и старшим по разряду рабочим поручают работу своим подчиненным и поэтому отвечают за все их действия.

К обучению на курсах по технике безопасности привлекают всех рабочих цеха. Программа курсов рассчитана на 8—10 ч и включает изучение инструкции и правил безопасной работы в данном цехе, а также проработку под руководством врача правил подачи первой помощи при поражениях током, ожогах, ранениях и отравлениях.

Знание рабочими правил техники безопасности контролируется путем проверок. Проверки знания бывают очередные и внеочередные.

К очередным проверкам относятся первичная и ежегодная. Ежегодные проверки проходит весь персонал котельного цеха. Проверки используют как средство для углубления знания правил техники безопасности. Проверка знания оформляется протоколом и записью в выданных удостоверениях.

Внеочередные проверки производят при повышении разрядов ремонтному персоналу и оформлении допуска к выполнению работы по второй профессии, а также при нарушении рабочим правил техники безопасности, если даже это нарушение не привело к несчастному случаю.

На собраниях рабочих бригады, смены или цеха прорабатывают новые правила и инструкции и подробно разбирают происшедшие несчастные случаи и их причины. Воспитательными мерами являются также взыскания, накладываемые на отдельных работников, игнорирующих правила техники безопасности. В отдельных случаях работников, по халатности которых произошли или могут произойти

несчастные случаи, отстраняют от работ, при выполнении которых может создаться угроза для здоровья и жизни людей.

6.10 Медицинское освидетельствование

Для того чтобы выполняемая работа не причиняла вреда организму рабочего, к работе в котельных цехах электростанций не допускаются лица, страдающие определенными заболеваниями. С этой целью при приеме на работу в котельный цех электростанции или ремонтного предприятия все рабочие проходят медицинское освидетельствование.

Лицам с больным сердцем вредно работать в горячих цехах выполнять тяжелую физическую работу. Лица с больными и слабыми легкими не допускаются к работе на углеподаче, в пылеприготовлении и других пыльных цехах, а также в цехах, где выделяются вредные газы.

К работе по обслуживанию и ремонту котельного оборудования, такелажным работам и работам на высоте не допускаются лица, подверженные периодическим припадкам. В результате внезапно наступающего припадка может пострадать не только сам больной, но и находящиеся вблизи люди.

Работники котельных цехов (машинисты, кочегары, щитовые, дежурные) должны хорошо видеть и различать все цвета (не страдать дальтонизмом), так как сигнальные лампы, электрические и тепловые схемы и трубопроводы окрашены в разные цвета. Плохой слух и плохое зрение способствуют травматизму и также не позволяют работать в котельных цехах электростанции.

Периодические медицинские освидетельствования проводятся через каждые 2 года. При этом выявляются случаи, когда рабочему необходимо лечиться или его надо перевести на более легкую работу.

В целях охраны здоровья подростки в возрасте до 18 лет перед приемом на любую работу обязательно подвергаются врачебному освидетельствованию. Периодические освидетельствования молодых рабочих проводятся не реже чем через 1 год.

6.11 Электротравматизм

Поражения электрическим током в тепловых цехах электростанции происходят в результате нарушения правил безопасности при пользовании электрическим освещением, электрическими инструментами и сварочными аппаратами. Они могут произойти также при самовольных отключениях и подключениях оборудования на электрических сборках и при механических повреждениях токоведущих частей, расположенных вблизи ремонтируемого оборудования или около проходов к нему.

Характер электрических травм разнообразен. При попадании человека в цепь электрического тока могут появиться ожоги, паралич нервной системы, приостановка дыхания и работы сердца. Химические явления проявляются в электролизе крови. При поражении током человек может упасть и получить ушибы

пли ранения. Электрический удар часто вызывает потерю сознания и состояния «мнимой смерти».

После освобождения тела человека от действия тока работа сердца и легких может возобновиться, для чего делают искусственное дыхание. Прекращают искусственное дыхание лишь тогда, когда пострадавший перейдет в сознание и будет самостоятельно дышать или когда врач зафиксирует состояние смерти.

При поражении человека электрическим током основную роль играет сила тока, проходящего через его тело. Величина напряжения имеет значение лишь потому, что при постоянном сопротивлении тела сила тока тем больше, чем больше напряжение. Но сила тока тем меньше, чем больше сопротивление тела человека. Это сопротивление меняется в значительных пределах— от нескольких сот Ом до нескольких десятков тысяч Ом. При сухой коже, здоровом и не уставшем организме сопротивление тела большое. Выделение пота снижает сопротивление тела на 40—60% и увеличивает степень поражения током. Также действуют усталость и алкогольные напитки.

С повышением частоты тока его поражающие свойства уменьшаются. Более того, токи высокой частоты (несколько десятков тысяч вольт и несколько сот тысяч герц) используют в медицине для лечения.

Возможность поражения электрическим током в большой степени зависит от помещения, в котором производится работа. В зависимости от условия поражения все помещения разделяются на три категории:

помещения сравнительно безопасные — сухие отапливаемые комнаты с непроводящими полами; воздух не содержит токопроводящей пыли;

помещения с повышенной опасностью — сырые или сухие, но не отапливаемые комнаты, воздух которых содержит токопроводящую пыль, а материал полов проводит ток;

помещения особо опасные — очень сырые, наполненные едкими парами или газами комнаты, хорошо проводящие ток.

Котельные цехи электростанций относятся к помещениям особо опасным, так как множество металлических заземленных конструкций с очень хорошей проводимостью способствует попаданию людей в цепь электрического тока. Наибольшую опасность представляют замкнутые тесные металлические сосуды — барабаны котлов, цистерны, баки, резервуары, мельницы, газовоздухопроводы, шахты и другие конструкции. Работать в этих конструкциях неудобно, что способствует прикосновению к токоведущим частям и металлической поверхности. Наступающие при работе в таких местах быстрая усталость и выделение пота также способствуют поражению током.

Для светильников, подвешиваемых на доступной высоте (2,5 л от пола и ниже) в помещениях сравнительно безопасных используется напряжение 127 или 220 в, а в помещениях с повышенной опасностью и особо опасных— напряжение не выше 36 в. Для ручных переносных ламп в помещениях с повышенной опасностью допускается напряжение до 36в, а в помещениях особо опасных и замкнутых металлических конструкциях — не выше 12 в.

Максимальным напряжением, безопасным при всех условиях для здоровья и жизни людей, является напряжение 12 в. Напряжение более 12 в уже опасно. На производстве были неоднократные смертельные поражения током от сварочного напряжения 60 в. Поэтому при пользовании сварочным напряжением, а также переносным освещением и электрифицированными инструментами должны соблюдаться все меры безопасности работ.

6.12 Защитные средства

Чтобы устранить влияние на здоровье людей вредных условий производства и предотвратить несчастные случаи в котельных цехах электростанций, применяют многочисленные защитные средства. К защитным средствам относятся спецодежда, спецобувь, инвентарная защитная одежда (шлемы на голову, брезентовые, прорезиненные и асбестовые комбинезоны), резиновые сапоги и перчатки, рукавицы, валенки, предохранительные пояса, респираторы, очки и многое другое. Защитными средствами являются также ограждения полумуфт, зубчатых колес, маховиков и других вращающихся и движущихся частей механизмов, ограждения кругов наждачных точил, проемов в перекрытиях и площадках, лестниц и площадок, фланцев трубопроводов. Много защитных средств применяют для защиты людей от поражения током — плакаты, штанги, клещи, инструменты с изолирующими ручками, резиновые перчатки и рукавицы, резиновые боты и галоши, изолирующие подставки, резиновые коврики и дорожки. Одним из самых надежных защитных средств от поражения током является заземление корпусов и кожухов всех электрических машин, инструментов, трансформаторов и устройств, которые отводят ток в землю в его на корпус или кожух.

При расшлаковке, очистке котлов от золы и других работах, связанных с пылью и газами, применяют защитные средства для головы, глаз и лица.

6.13 Применение системы нарядов

Наряды на работу в котельных и других тепловых цехах введены для обеспечения безопасности работ и предотвращения аварии. Любую ремонтную работу в действующей котельной можно выполнять только по наряду, в котором перечисляются необходимые меры безопасности. Прежде чем допустить людей к выполнению работы, принимают перечисленные в наряде меры безопасности.

Ответственными за безопасность работ являются: лицо выдавшее наряд, руководитель работ, производитель работ и допускающий к работам. Выдают наряды начальник цеха, его заместитель, а также инженер и мастер, если они уполномочены распоряжением начальника цеха. Допускает к работе начальник смены цеха с ведома дежурного инженера.

Лицо, выдающее наряд, отвечает за возможность производства работ и правильность указанных в наряде мер безопасности. Лицо, допускающее к работе, отвечает за правильность отключения ремонтируемого участка, инструктажа и принятых мер безопасности. Руководитель работ отвечает за правильное

выполнение всех указанных в наряде мер безопасности. Руководитель лично инструктирует производителя работ и контролирует работу бригад. Производитель работ отвечает за техническое руководство работой и соблюдение работающими мер, безопасности.

Наряд выдается на одного производителя работ (на одну бригаду) и подписывается допускающим, руководителем и производителем работ. Наряд заполняется в двух экземплярах, и оба экземпляра вручаются начальнику смены (дежурному инженеру). Один экземпляр передается производителю работ, а второй остается у начальника смены. Допуск к работе отмечается в оперативном журнале начальника смены. Начальник смены до возвращения ему второго экземпляра наряда не имеет права включать выведенное для ремонта оборудование.

После окончания рабочего дня наряд сдают начальнику смены. К прерванным работам приступают после получения ответственным руководителем сданного накануне наряда.

Закрытие наряда после окончания всех работ оформляется подписями руководителя работ и начальника смены. Оба экземпляра наряда передаются начальником смены начальнику цеха, у которого они хранятся в течение одного месяца, после чего уничтожаются.

В аварийных случаях и в ночное время с разрешения дежурного инженера допускается ремонтировать оборудование без наряда записав в оперативном журнале принятые меры безопасное.

При производстве работ ремонтной организацией или ремонтным цехом наряд выдётся начальником котельного цеха в целом на всю работу (агрегат, узел).

Допуск к отдельным работам, требующим дополнительных мер безопасности, оформляется персоналом ремонтной организации или ремонтного цеха. В этом случае за правильность мер безопасности отвечает руководитель от ремонтной организации.

Перечень работ, производимых по нарядам, составляется на каждой электростанции и утверждается главным инженером.

6.14 Основные меры безопасности при ремонте оборудования котельных цехов

Работать в топках и газоходах при температуре выше 60° С запрещается, при температуре ниже 50-60° С можно работать не более 20 мин, после чего отдыхать на свежем воздухе в течение 20 мин.

При работе в топках, газоходах и барабанах применяют электролампы напряжением не выше 12в. Ламп должно быть не менее двух с питанием от разных источников.

Выполнять работу в топках, газоходах и барабанах должны не менее двух человек. Если работу выполняет один человек, второй находится вблизи от люка (лаза) и наблюдает, готовый прийти на помощь в случае необходимости или позвать других людей.

Находиться в топках и газоходах при отсутствии тяги не разрешается. Перед допуском людей в топку или газоходы котельный агрегат надежно отключают по

пару, воде, мазуту, воздуху и газам. На всех запорных органах вывешивают плакаты «Не включать — работают люди».

На котлах, сжигающих природный или доменный газ, газопровод отключают металлическими заглушками. Задвижки на отводах газопровода к котлу прочно закрывают и запирают на замок. Вентили и задвижки на продувочных свечах отводов газопроводов к котлу полностью открывают. Для надежной вентиляции котла от газов перед допуском людей в котел включают дымососы и вентиляторы не менее чем на 15 мин.

Во время работы в топках и газоходах принимают меры против включения дутьевых вентиляторов и дымососов. При необходимости включения тягодутьевых машин для вентиляции (или для их испытания) из топки и газоходов, а также из водяного экономайзера и воздухоподогревателя, газовых и воздушных коробов предварительно удаляют всех рабочих.

До начала работ в барабанах котла устанавливают заглушки на паропроводах, питательных и спускных линиях, соединяющих ремонтируемый котел с другими котлами или магистралями. У котлов с давлением выше 60 ат при установке арматуры на сварке допускается отделение их от общих трубопроводов двумя задвижками, если есть между ними дренажное устройство диаметром не менее 32 мм, соединенное с атмосферой. В этом случае приводы задвижек и вентили дренажей запирают на замок при помощи общей цепи. Вывешивают также плакаты.

Открывать люки барабанов следует в рукавицах и под наблюдением мастера. При температуре на расстоянии вытянутой руки от торца барабана 40—45° С работа в течение 20 мин чередуется с отдыхом в течение такого же времени. При температуре более 45° С работать в барабане запрещается.

Нельзя устанавливать электродвигатель устройства для шарошки труб в барабане или люке барабана. Между гибким валом и валом электродвигателя должна быть муфта из материала, не проводящего ток. Электродвигатель должен быть заземлен. Включать рубильник можно только в резиновых перчатках

Работа на высоте. Леса и подмости

Леса для работ в топках и газоходах котла, для ремонта обмуровки тепловой изоляции и других работ изготавливают по утвержденному проекту. Металлические инвентарные леса устанавливают слесари, а деревянные — только специально обученные плотники.

Деревянные леса и подмости выполняют из сухого не гнилого материала, не имеющего косослоя, трещин и продольной суковатости. Доски используют обрезные, толщиной не менее 4 см. Металлические леса надежно соединяют в наращиваемых стояках и прочно крепят к стенкам, чтобы они не опрокинулись. Настилы на лесах и подмостях должны иметь ровную поверхность, прочно крепиться и не иметь щелей шириной более 10 мм. На высоте более 1,1 м от уровня земли (пола, перекрытия) у настилов лесов и подмостей устраивают барьеры высотой не менее 1 м с бортовой доской шириной 15 см.

Для подъема и спуска людей леса снабжают прочными лестницами с ограждением и бортовой доской. К работе на лесах допускают после окончания их

изготовления и приемки комиссией, составившей акт. Работа на случайных подставках, с ферм, стропил, трубопроводов, ограждений запрещается.

При выполнении работ на высоте более 1,5 м без лесов и подмостей, а также на подмостях и лесах без ограждения обязательно применяют предохранительные пояса. У места работ ставят других рабочих, готовых оказать работающему на высоте немедленную помощь. Предохранительным поясом пользуются, если к нему прикреплена бирка на которой отмечена дата последнего испытания. Если срок очередного испытания истек, поясом пользоваться запрещается.

Работают на двух уровнях по высоте только при наличии постоянных или временных плотных настилов между этими уровнями.

Нельзя работать на высоте с любых непроверенных приставных лестниц. В цехе имеются специальные лестницы, взятые на учет и пронумерованные. К лестницам прикреплены таблички, на которых указана дата последней проверки. Исправность приставных лестниц проверяют не реже 1 раза в месяц, а испытание проводят не реже 1 раза в 6 месяцев.

Материал для изготовления лестниц берут сухой, не имеющий суковатости и трещин. Толщину тетивы лестницы берут такой, чтобы она не прогибалась. Ступеньки лестницы врезают и пришивают гвоздями или соединяют в шип. Нарращивают лестницы только путем прочного соединения металлическими хомутами или накладками с болтами. Прогиба и качания в месте наращивания под нагрузкой не должно быть.

Лестницу устанавливают прочно и устойчиво, прежде чем на нее поднимется человек. Принимают меры против соскальзывания лестницы под тяжестью груза или из-за случайного толчка. При работах на шероховатых и бетонных полах применяют лестницы, у которых нижние концы снабжены резиновыми наконечниками или обиты резиной. Для работы на деревянных и земляных полах на нижние концы лестницы надевают стальные острия. Верхние концы лестниц, приставляемых к трубопроводам, снабжают специальными крюками для захвата за трубу.

При работе на гладких полах (чугунных, плиточных) и в других случаях, когда лестница может сдвинуться, у основания лестницы ставят рабочего, который удерживает ее от соскальзывания и предохраняет от толчков.

Переноска и складирование грузов

При переноске грузов рабочие находятся только с одной стороны груза; сбрасывают груз с плеча или с рук одновременно (по команде). Нельзя сбрасывать груз в сторону, в которой находятся люди. Нельзя переносить грузы по одной доске к лестницам без перил.

Если вес груза превышает 50кг, то переносить груз одному человеку разрешается на расстояние не более 60м. Поднимать такой груз на спину и снимать его рабочий должен с помощью других рабочих. Высота подъема по наклонным сходам не должна превышать 3м, считая по вертикали; заложение сходней (расстояние по горизонтали от начала до конца сходней) должно быть не менее трехкратной высоты. Переносить одному человеку груз весом более 80кг запрещается.

Подросткам до 18 лет и женщинам запрещается переносить грузы весом более 20кг. Подростки от 16 до 18 лет и женщины могут переносить вдвоем груз весом не более 50кг.

Ремонт механизмов

Перед выводом механизма (вентилятора, дымососа, мельницы, питателя и др.) в ремонт электродвигатель отключают не менее чем в двух местах (выключателем и разъединителем). Вывешивают плакаты «Не включать — работают люди» и принимают меры против ошибочного включения (снимают предохранители).

Открытые вращающиеся части механизмов и электродвигателей при работе и опробовании надежно ограждают. Устанавливать и снимать ограждение при работе механизма запрещается.

При обкатке после монтажа и ремонта нельзя находиться в плоскости вращения муфт и роторов испытываемого механизма.

Работа в колодцах, каналах и резервуарах

Спуск в кабельные, водяные, дренажные, золовые каналы и колодцы без наряда и разрешения начальника смены запрещается. Перед началом работы мастер проверяет, нет ли в каналах и колодцах, газа (проверять открытым огнем запрещается) и затем их вентилируют.

В каналах и колодцах разрешается работать при температуре не выше 50° С. Если температура 40—50° С, работа в течение 20 мин чередуется с отдыхом в течение такого же времени. Работу должны выполнять не менее двух человек, из которых один остается на поверхности для наблюдения и оказания помощи работающему внизу.

При спуске в колодцы рабочий привязывает конец веревки за надетый на него пояс. Другой конец веревки закрепляют за прочный неподвижный предмет на поверхности вблизи наблюдающего.

Запрещается залезать в резервуары и начинать в них работу без разрешения мастера. Работать в резервуарах можно только при достаточной естественной или искусственной вентиляции. Нельзя вентилировать их кислородом.

Перед закрытием люков и лазов резервуаров, баков, цистерн и других сосудов и аппаратов проверяют, не остался ли внутри кто-либо из рабочих, а также не забыты ли там материалы, спецодежда, инструмент и другие посторонние предметы.

При ремонте цистерн, бочек и канистр из-под горючих и смазочных материалов сварочные работы и резку производят только с разрешения мастера и после принятия всех мер предосторожности от взрыва газов (промывка горячей водой, нашатырным спиртом, каустической содой, продувка паром и пр.).

6.15 Правила пользования механизированными инструментами и приспособлениями

Выбор для работы электрифицированного или пневматического инструмента в первую очередь зависит от наличия инструмента в кладовой, подготовленности сети питания, времени для подключения, удобства работы. Электрифицированные инструменты намного экономичнее пневматических, так как имеют более высокий коэффициент полезного действия и требуют меньших эксплуатационных расходов.

Однако при выборе типа инструмента этому не придают первостепенного значения. Применение механизированного инструмента тем эффективнее, чем меньше времени тратится на подготовительные работы.

Для работы в барабанах котлов, газоходах, воздухопроводах, баках, колодцах и в других тесных и неудобных местах, в местах с повышенной температурой и влажностью применяют пневматические или электрифицированные инструменты с частотой тока 200 Гц и напряжением 36 в. Питание электроинструмента таким током осуществляется от преобразователя тока.

Неисправные механизированные инструменты не должны храниться в инструментальных кладовых вместе с исправными — их необходимо отделять и передавать в ремонт. Это правило в первую очередь касается электрифицированных инструментов. Выдача из кладовой неисправных инструментов и пользование ими может привести к поражению током и поэтому запрещается. Перед выдачей электрического инструмента проверяют его исправность.

Перед началом работы проверяют надежность крепления частей механизированных инструментов, затяжку всех болтов и гаек, легкость вращения шпинделя и наличие смазки. Подшипники и зубчатые передачи электрифицированных инструментов смазывают солидолом не реже чем 2 раза в год, смазку добавляют каждые 2 месяца. Рубильные и клепальные пневматические молотки хранят в вертикальном положении, погружая их по рукоятку в ванну из минерального масла.

Пневматические инструменты выдают вместе со шлангом а электрифицированные — с кабелем. Шланги и кабели должны быть исправны и снабжены присоединительной арматурой. Присоединять электрифицированный инструмент слесарь должен лишь к розеткам, предназначенным для этой цели. Перед подключением к пневматическому инструменту шлангов их продувают сжатым воздухом, чтобы удалить пыль и песок, которые при попадании в инструмент быстро изнашивают его.

Перед работой механизированные инструменты испытывают на холостом ходу. Исключение составляют ударные инструменты: рубильные и клепальные молотки испытывают только с рабочим инструментом и в рабочем положении.

При перерывах в работе инструменты отключают от питающей сети.

Пневматические инструменты ремонтируют только выделенные для этой цели квалифицированные слесари, а электрифицированные — рабочие-электрики.

6.16 Техника безопасности при обслуживании станков, работе с механизированными инструментами и приспособлениями

К работе с механизированными инструментами и приспособлениями и обслуживанию станков допускают лиц, прошедших обучение.

Нельзя пользоваться неисправными механизированными инструментами и приспособлениями. Запрещается пользоваться электрифицированными инструментами при отсутствии заземляющего провода или изоляции на ручках и вводах питающих проводов, а также при отсутствии резиновой изоляции на проводах или наличии оголенных мест и изломов и при пробое тока на корпус.

С инструментами напряжением питающего тока 127 и 220в работают лишь в открытых свободных местах. В сырых и тесных местах, на оборудовании и конструкциях пользуются инструментами напряжением не выше 36 в, а внутри оборудования (в барабанах, шахтах, мельницах, воздухопроводах, газоходах, топках, боровах) пользуются лишь инструментами напряжением не выше 36 в.

При работе с электрифицированными инструментами выполняют следующие правила:

заземляют корпус;

работающие надевают на руки резиновые перчатки, а на ноги резиновые галоши, или кладут под ноги резиновые коврики;

при перерывах в работе или исчезновении напряжения инструмент выключают, а питающий провод отключают от сети.

не прокладывают питающие провода через рельсы, проезды и проходы, а также по токоведущим и горячим элементам оборудования;

слесарю запрещается ремонтировать, регулировать инструмент; подключать его к сети или к сборкам, оставлять инструмент под напряжением без присмотра, работать с инструментом с приставных лестниц.

Клапаны на рукоятках пневматического инструмента регулируют так, чтобы при легком нажиме они открывались, а при прекращении нажима закрывались и не пропускали воздух. Рабочие инструменты подгоняют к пневмомашинам в соответствии с техническими условиями.

Присоединяют и разъединяют шланги только после полного прекращения подачи воздуха. Холостая работа пневматического инструмента (кроме инструмента ударного действия) допускается только для опробования в работе. Холостая работа ударных инструментов запрещается.

При работе с электрифицированными и пневмоинструментами нельзя работать с приставных лестниц; оставлять инструмент под давлением сжатого воздуха или под напряжением без присмотра; устанавливать в шлифовальные инструменты неиспытанные или дефектные абразивные диски, а также диски, не соответствующие числу оборотов машины; работать со шлифовальными машинами без ограждения рабочего диска; касаться руками рабочего инструмента до отключения и полной остановки машины. Полумуфты, валы, зубчатые передачи и другие вращающиеся части трубоотрезных станков приводных ножовок, прессножниц, а также механизированных приспособлений ограждают защитными кожухами. Запрещается пуск механизмов без предохранительных приспособлений или с плохо закрепленными ограждениями, а также снимать или поправлять ограждения на ходу механизма.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Теплотехнические характеристики угля и их изменения влияют на оборудование не только тепловых станций, но и на любое другое оборудование, связанное с обработкой угля – его добычей, транспортировкой, погрузкой и т. п., а также на сохранность угля и его влияние на окружающую среду.

Постоянство теплотехнических характеристик угля, независимо от самих значений этих характеристик, позволяет выработать относительно простой комплекс немногочисленных приемов по обработке угля, предотвращению или уменьшению его потерь и экологического и технологического вреда, наносимого теми же потерями. Поэтому постоянство теплотехнических характеристик угля экономически и технологически выгодно для всей цепи последовательных операций по обработке угля, начиная от его добычи и кончая сжиганием в топочной камере.

Необходимо не просто усреднять топливо, а специально готовить, создавая смеси твердых топлив. Этим достигается не только уменьшение колебаний качества, но решаются и другие задачи: создание топлива с заданными характеристиками (по зольности или химическому составу золы), более широкое использование некачественных топлив и др. При этом есть возможность создавать качественные смеси из некачественных топлив.

Использование смеси углей актуально для любого способа сжигания. При слоевом сжигании, учитывая небольшие мощности котлов, удобно осуществлять шихтовку углей у потребителя.

Для этих углей удобно использовать установки по смешиванию, подробнее рассмотренной в данной работе, возможность и целесообразность которой здесь доказана.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

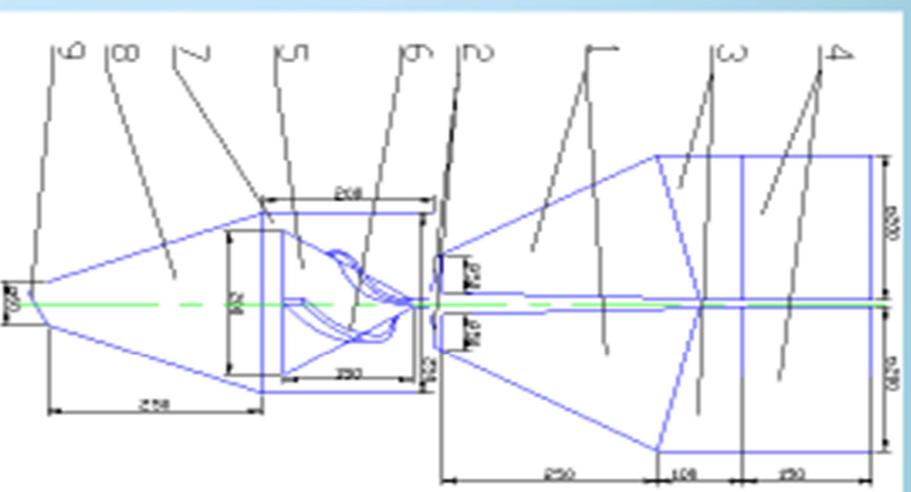
- 1 Основные положения энергетической стратегии России на период до 2020г./ А. Б. Яновский, А.М. Мастепанов, В.В Бушуев. Теплотехника., 2002г, 269с.
- 2 Освоение технологий сжигания Канско – Ачинских углей в пылеугольных камерных топках и перспективы её дальнейшего применения./ М.С. Пронин, В.С. Мещеряков, С.Г. Колов, М., 1996г. 208с.
- 3 Совершенствование технологий сжигания Канско – Ачинских углей с учетом особенностей поведения их органической и минеральной массы./ М.С. Пронин. Красноярск – 2004г. 224с.
- 4 Особенности состава и свойств Канско – Ачинских углей./ Г.А. Потехин. М., 1986г. 344с.
- 5 Сжигание твердого топлива в кипящем слое./ М. Кубин, Мирослав. М., 1991г. 186с.
- 6 Котельные установки./ Учебное пособие для Вузов. М., «Высшая школа», 1975г. 279с.
- 7 Формирование качества угля при открытой угледобычи./ А.И. Корякин, С.М. Федотенко, С.И Протасов. Учебное пособие. Кемерово 1991г. 149с.
- 8 Классификация энергетических углей по пригодности к хранению и по пожаровзрывоопасности их пыли./ Р.Л. Бабкин. В сб.: Особенности углей, перспективы для тепловых электростанции. М. Энергоатомиздат. 1988г.
- 9 Исследование ирша – бородинского угля, поставляемого на тепловые электростанции./ Г.Г. Бруер., М.Я. Процайло., А.А. Малюта. Теплоэнергетика, 1980г.
- 10 Некоторые характеристики углей разрезов Берёзовский 1 и Урюпский./ Г.Г. Бруер., В.С. Матвиенко, В.Г. Опрышко. Теплотехника, 1985г.
- 11 Справочник теплоэнергетика предприятий цветной металлургии./ С. Н. Абашкин, В. П. Андреев, Б.О. Богров, М. «Металлургия», 1986г. 455с.
- 12 Теория вероятностей и математическое статистика./ И.Н. Коваленко, Н.А Филиппова, Учебное пособие для Вузов. М., «Высшая школа», 1973г. 368с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Схема лабораторной установки



ОБЛАСТНОЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ



- 1 – питательный бункер;
- 2 – шиберный затвор;
- 3, 4 – наращенные прямоугольные ёмкости;
- 5 – конус-рассекатель;
- 6 – реборды;
- 7 – бункер перемешивания;
- 8 – усечённый пирамидальный бункер;
- 9 – затвор.

| № п/п | Вещество | Гранулометрический состав | Угол открытия затворов | Номера проб и число гранул | | | | Высота падения |
|-------|----------|---------------------------|------------------------|----------------------------|----|----|----|----------------|
| | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| 1 | Известн. | 0-3 | 25% | 61 | 49 | 52 | 59 | 100 мм |
| | Мрамор | 0-3 | 25% | 58 | 61 | 68 | 65 | |
| 2 | Известн. | 0-3 | 50% | 82 | 78 | 91 | 80 | 100 мм |
| | Мрамор | 0-3 | 25% | 34 | 41 | 32 | 45 | |
| 3 | Известн. | 0-3 | 25% | 42 | 36 | 30 | 47 | 100 мм |
| | Мрамор | 0-3 | 50% | 89 | 75 | 89 | 78 | |
| 4 | Известн. | 0-3 | 25% | 78 | 69 | 81 | 75 | 100 мм |
| | Мрамор | 3-6 | 25% | 22 | 24 | 21 | 19 | |
| 5 | Известн. | 0-3 | 50% | 91 | 9 | 88 | 90 | 100 мм |
| | Мрамор | 3-6 | 25% | 11 | 7 | 12 | 9 | |
| 6 | Известн. | 0-3 | 25% | 75 | 79 | 82 | 80 | 100 мм |
| | Мрамор | 3-6 | 50% | 29 | 32 | 24 | 30 | |
| 7 | Известн. | 3-6 | 25% | 30 | 33 | 18 | 21 | 100 мм |
| | Мрамор | 0-3 | 25% | 78 | 74 | 75 | 69 | |
| 8 | Известн. | 3-6 | 50% | 39 | 43 | 50 | 52 | 100 мм |
| | Мрамор | 0-3 | 25% | 70 | 73 | 60 | 65 | |
| 9 | Известн. | 3-6 | 25% | 14 | 16 | 22 | 11 | 100 мм |
| | Мрамор | 0-3 | 50% | 89 | 81 | 79 | 90 | |
| 10 | Известн. | 3-6 | 25% | 23 | 28 | 21 | 31 | 100 мм |
| | Мрамор | 3-6 | 25% | 27 | 25 | 29 | 29 | |

| | | | | | | | | |
|----|----------|------|-----|----|----|----|----|--------|
| 11 | Известн. | 3-6 | 50% | 42 | 52 | 39 | 56 | 100 мм |
| | Мрамор | 3-6 | 25% | 29 | 30 | 41 | 28 | 100 мм |
| 12 | Известн. | 3-6 | 25% | 24 | 27 | 30 | 20 | 100 мм |
| | Мрамор | 3-6 | 50% | 50 | 46 | 39 | 42 | 100 мм |
| 13 | Известн. | 3-6 | 25% | 29 | 27 | 30 | 33 | 100 мм |
| | Мрамор | 6-10 | 25% | 11 | 15 | 13 | 11 | 100 мм |
| 14 | Известн. | 3-6 | 50% | 44 | 50 | 47 | 40 | 100 мм |
| | Мрамор | 6-10 | 25% | 13 | 11 | 22 | 16 | 100 мм |
| 15 | Известн. | 3-6 | 25% | 24 | 21 | 31 | 38 | 100 мм |
| | Мрамор | 6-10 | 50% | 10 | 13 | 20 | 11 | 100 мм |
| 16 | Известн. | 6-10 | 25% | 14 | 16 | 18 | 12 | 100 мм |
| | Мрамор | 3-6 | 25% | 27 | 30 | 38 | 41 | 100 мм |
| 17 | Известн. | 6-10 | 50% | 17 | 20 | 14 | 16 | 100 мм |
| | Мрамор | 3-6 | 25% | 25 | 19 | 28 | 24 | 100 мм |
| 18 | Известн. | 6-10 | 25% | 9 | 11 | 12 | 10 | 100 мм |
| | Мрамор | 3-6 | 50% | 32 | 39 | 42 | 36 | 100 мм |
| 19 | Известн. | 6-10 | 25% | 14 | 13 | 12 | 16 | 100 мм |
| | Мрамор | 6-10 | 25% | 15 | 16 | 17 | 15 | 100 мм |
| 20 | Известн. | 6-10 | 50% | 18 | 22 | 26 | 19 | 100 мм |
| | Мрамор | 6-10 | 25% | 11 | 9 | 14 | 19 | 100 мм |
| 21 | Известн. | 6-10 | 25% | 9 | 14 | 10 | 12 | 100 мм |
| | Мрамор | 6-10 | 50% | 29 | 22 | 31 | 24 | 100 мм |

$$\alpha = \frac{N_1}{N} \cdot 100\% \quad \bar{\alpha} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \alpha_i \quad \sigma_y = \sqrt{\frac{\sum (\alpha_i - \bar{\alpha})^2}{n-1}} \quad K_y = \frac{\sigma_i}{\sigma_o}$$

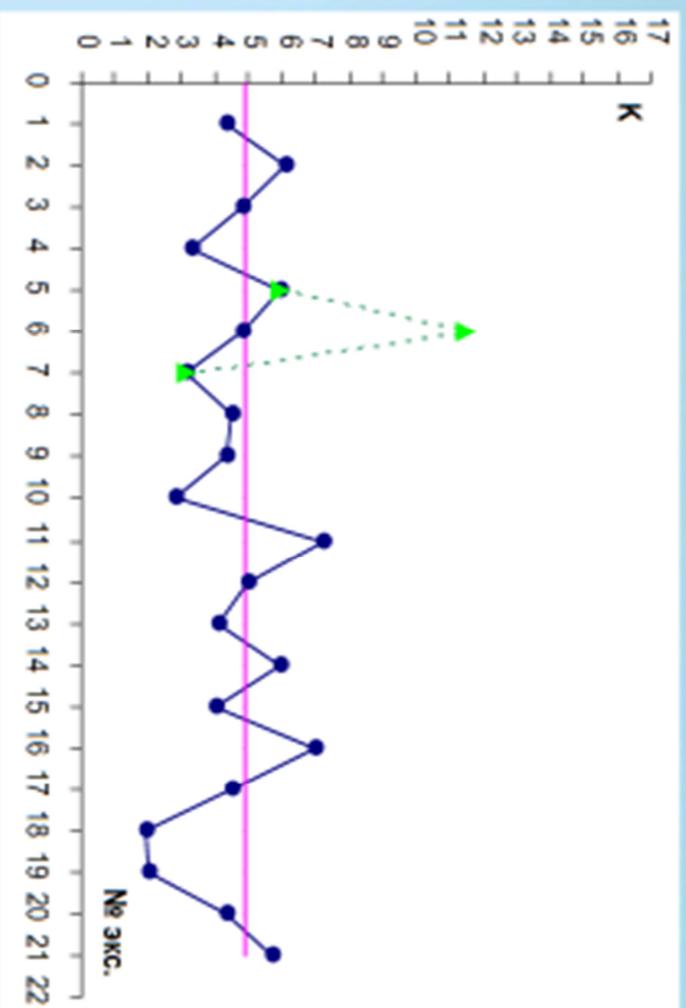
$$\begin{aligned} \sigma_i &= \sqrt{\frac{\sum (\alpha_i - \bar{\alpha})^2}{99}} = \sqrt{\frac{\sum (\alpha_i (100 - \bar{\alpha})^2 + \alpha_i^2 (100 - \bar{\alpha})^2)}{99}} \\ &= \sqrt{\frac{100 \bar{\alpha} - 200 \bar{\alpha}^2 + \bar{\alpha}^3 + 100 \bar{\alpha}^2 - \bar{\alpha}^3}{99}} = \sqrt{\frac{100^2 \bar{\alpha} - 100 \bar{\alpha}^2}{99}} \\ &= \sqrt{\frac{100}{99}} \sqrt{100 \bar{\alpha} - \bar{\alpha}^2} \approx \sqrt{100 \bar{\alpha} - \bar{\alpha}^2} = \sqrt{\bar{\alpha} (100 - \bar{\alpha})} \end{aligned}$$

где N_1 – число гранул выбранного вещества; N – общее число гранул в пробе, n – число проб, и среднее квадратическое отклонение

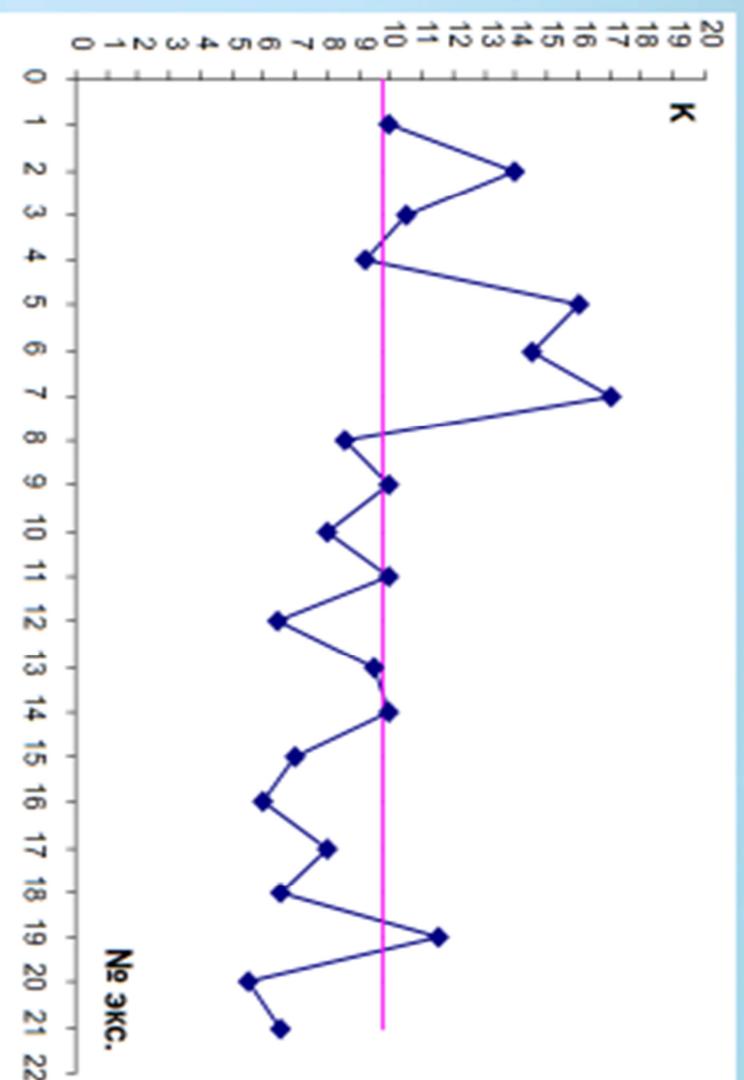


ФЕДЕРАЛЬНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ И КИБЕРНЕТИКИ
РАСШИРЕННЫЙ ЦЕНТР

Значения коэффициента смешивания без конуса – рассекателя

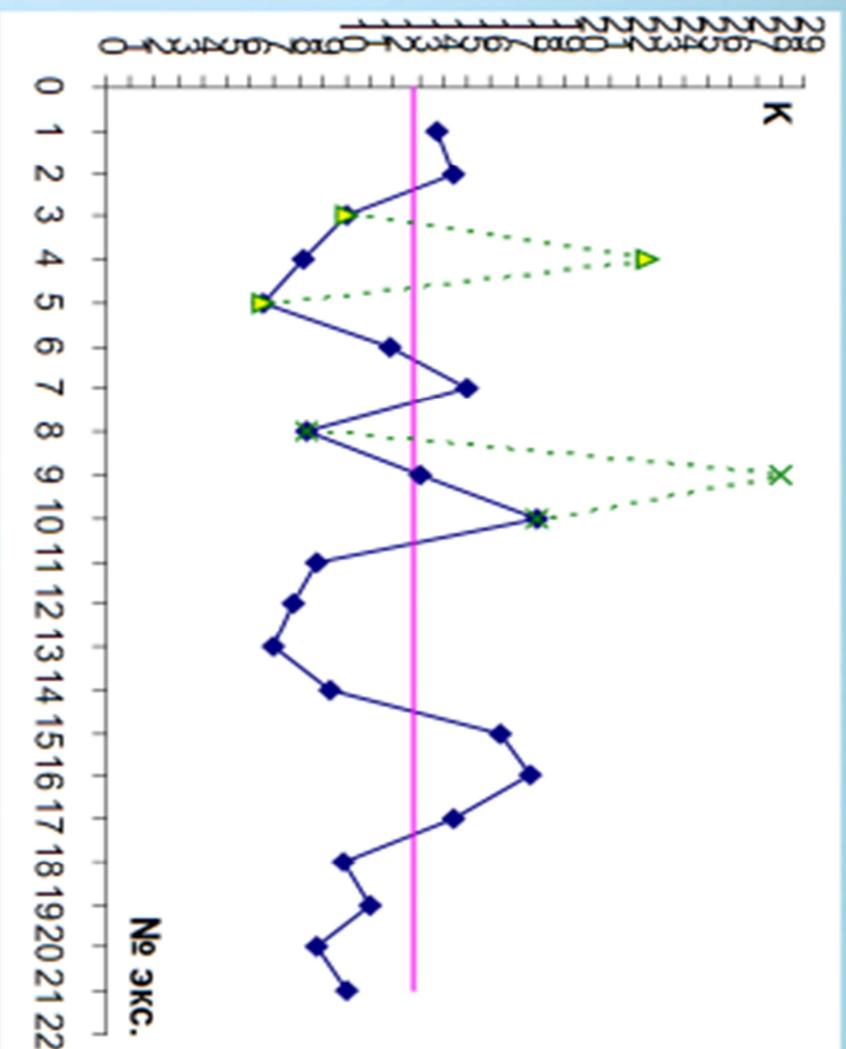


Значения коэффициента смешивания при высоте падения смешивания материала 100мм.

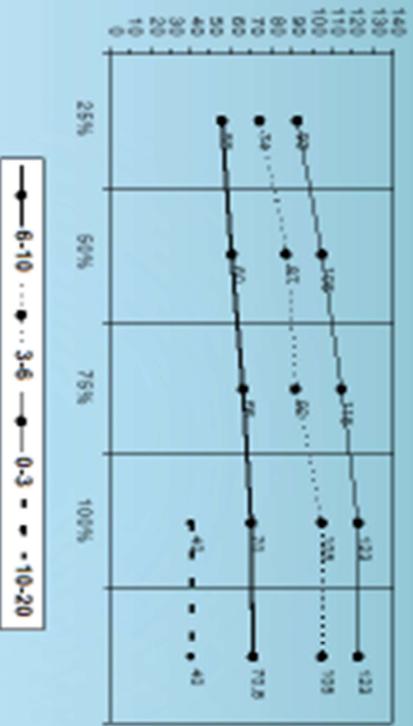


ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
СИБИРСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА

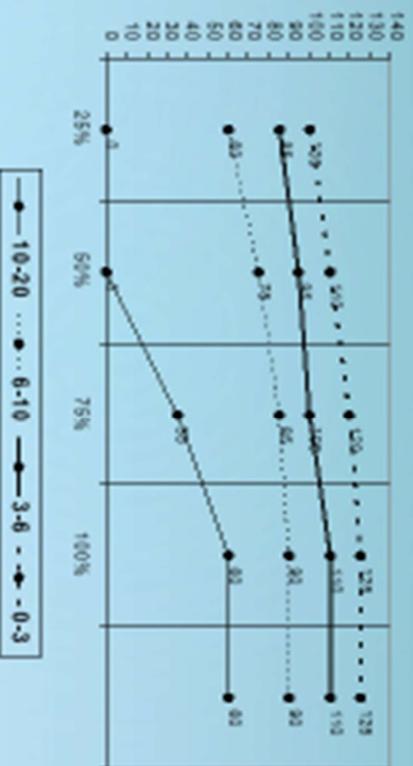
Значения коэффициента смешивания при высоте падения смешивания материала 200мм.



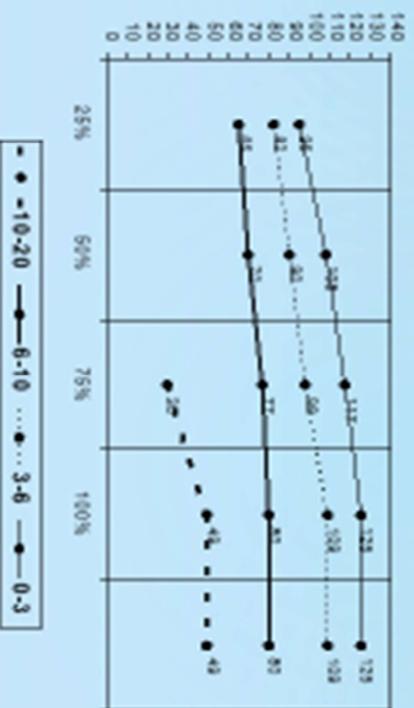
H – 200 MM.



H – 300 MM.



H – 400 MM.



| Показатели | Ед. изм. | Вариант №1 | Вариант №2 | Изменения |
|--|----------|--------------------------|-----------------|-----------|
| Годовая выработка тепловой энергии | Гкал | 36036 | 36036 | - |
| Капитальные вложения на установку по смешиванию | Тыс.руб | - | 100 | - |
| Состав топлива | % | Балахтинский уголь (100) | Смесь (50 х 50) | - |
| Расход топлива | Кг/Гкал | 197 | 182 | -15 |
| Потери топлива при работе котельной установки | % | 8,5 | 6 | -1,5 |
| Годовое потребление топлива | Т | 7706 | 6952 | -754 |
| Цена топлива | Руб/кг | 219,4 | 253,0 | - |
| Годовые затраты на топливо | Руб. | 1690696,4 | 1642062,4 | -48634 |
| Годовые затраты по эксплуатации установки смешивания | Руб. | - | 17670,7 | 17670,7 |
| Условно годовая экономия | Руб. | - | 33620,2 | - |
| Годовой экономический эффект | Руб. | - | 15933,24 | - |



Благодарим за внимание. Доклад окончен.



Выполнили: Сибиряков Владимир Денисович тел. 8-913-586-44-21

е-mail: Ikolirt@yandex.ru

Хвостиков Александр Андреевич тел. 8-913175-07-23

е-mail: azmix24rus@mail.ru