



Рисунок 2. График зависимости температуры горения топлива в течении времени

На основании проделанных экспериментов можно сделать следующие выводы: разработана технология сжигания водоугольного топлива полученного из шламов углей Карагандинского месторождения, изготовлена форсунка для впрыскивания жидкого топлива с учетом аэродинамических процессов при горении водоугольного топлива, изготовлен экспериментальный стенд, проведены лабораторные исследования по сжиганию водоугольного топлива на опытной установке, определена температурная зависимость горения ВУТ в течении времени.

Данная работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ Мол\_нр 19-38-50058.

*Литературы:*

1. Ходаков, Г.С. Суспензионное угольное топливо (современный этап исследований, технологий и промышленной реализации) // Известия Академии Наук. – Энергетика, 2000. — №2. — с. 104-119.
2. Зайденварг, В.Е. Производство и использование водоугольного топлива. - М.: изд-во академии горных наук, 2001. –159 с.
3. Мурко В.И., Федяев В.И., Фунг Мань Дак. Результаты исследований по приготовлению и сжиганию суспензионного угольного топлива из антраци-товых углей Вьетнама // Уголь.- 2007. - №10. - С. 59-60.
4. Танашева Н.К. Способ сжигания водоугольного топлива полученного из шламов Шубаркульского угля. Физико-химия и технология неорганических материалов. XI Российская ежегодная конференция молодых научных сотрудников и аспирантов Сборник трудов (16-19 октября 2014г.).-М.: Изд-во Интерконтакт Наука, 2014. – С.477-479.

Т.А. Шункеев<sup>1</sup>, К.М. Шаймерденова<sup>1</sup>, Н.В. Иманасова<sup>2</sup>, Д.А. Оспанова<sup>1</sup>, А.Рахманкызы<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Карагандинский государственный университет имени академика Е.А. Букетова, Казахстан;  
<sup>2</sup>Санкт-Петербургский научно-исследовательский проектно-изыскательский институт, Россия

### **Повышение качества угля путем использования комбинированной машины сухого обогащения**

*Введение:* Мощность угольного разреза «Сарыколь» составляет 3,0 млн.т угля в год, и обеспечивается как промышленными запасами, так и производительностью, количеством и расстановкой горного оборудования. Но, исходя из сложившейся ситуации на рынке бурых углей Майкубенского бассейна, потребность в рядовых углях Сарыкольского месторождения не превышает в настоящее время 0,7-1,0 млн.т угля в год. С учетом маркетинговых исследований рынка потребления бурых углей и возможной перспективы

развития энергетического комплекса Республики Казахстан, был предложен вариант улучшения потребительских свойств угля методом сухого обогащения. Обогащение добытого топлива дает возможность улучшить качественные характеристики конечного продукта и, соответственно расширить рынки сбыта внутри страны, а также за ее пределами. Исследования и рекомендации по обогащению углей Майкубенского бассейна включали традиционные методы обогащения в тяжелых средах, а также метод мокрого обогащения. Но для обогащения в тяжелых средах необходимы дополнительные материалы, такие как хлористый цинк и бромформ, а также утяжелитель магнетит, что несомненно влечет за собой дополнительные финансовые затраты на покупку и доставку требуемого сырья. После обогащения первой партии угля, магнетит становится некондиционным. Для извлечения магнетита с целью повторного использования некондиционную суспензию регенерируют, что также ведет к дополнительным энергозатратам и потере времени. В случае с методом мокрого обогащения требуется большое количество воды, а также аполярные реагенты: керосин, дизельное топливо, полупродукты нефтепереработки, которые являются дополнительными затратами и ложатся на себестоимость конечной продукции. Но так как поблизости нет водоемов, на угольном разрезе наблюдается дефицит технической воды. Кроме того, повышенное шламообразование и высокая размокаемость майкубенских углей делают оба метода абсолютно не рабочими в данном конкретном случае. Другими словами, если сравнивать все три метода обогащения угля, то только сухое обогащение можно назвать самым экономичным, компактным и эффективным методом [1].

Для этих целей была приобретена комбинированная машина сухого обогащения типа FGX-12 производства КНР. Современная компоновка и внедрение зарубежного оборудования позволили существенно уменьшить расход электроэнергии, сократить вредное воздействие на экологию. Возможность сепарации в воздушной среде делает весь процесс работы максимально простым. Отпадает необходимость возводить капиталоёмкие здания, достаточно выполнить монтаж под открытым небом. Чтобы не поднимать наверх горную массу, комбинированную машину сухого обогащения можно установить в разрезе [2].

*Технологическая схема и основное оборудование:* Комбинированная машина сухого обогащения включает в себя следующие комплектующие части:

- комбинированную машину обогащения FGX-12;
- воронку углеприемного устройства с питателем;
- ленточный конвейер рядового угля;
- вибрационное сито;
- валковую дробилку;
- ленточный конвейер подачи рассортированного угля на комбинированную машину сухого обогащения;
- ленточные конвейера подачи продуктов обогащения на аккумулирующие склады;
- кабину управления;
- шкаф управления, кабельную продукцию, мостовую раму, крепежные детали.

Технологическая схема переработки рядового угля на комбинированной машине сухого обогащения включает в себя следующие операции:

- предварительный отсев мелких фракций (0-80 мм) на вибрационном сите;
- дробление материала крупностью 80-200 мм в валковой дробилке;
- обогащение рядового угля.

На транспортировании материала от агрегата к агрегату используются стационарные ленточные конвейеры с шириной ленты 800 мм. Технологическое оборудование характеризуется:

- повышенной производительностью за счет новых конструктивных решений;
- высокой надежностью и безопасностью работы.

*Принцип работы комбинированной машины сухого обогащения и фактическая производительность оборудования:*Рядовой уголь фракции 0-200 мм поступает в углеприемную воронку с питателем и на определенной скорости начинает движение вверх по конвейерной ленте в сторону сито. Попадая на вибрационное сито, уголь фракции 0-80 мм сразу просеивается и по следующей конвейерной ленте отправляется на обогащение, а оставшийся уголь фракции 80-200 мм поступает в валковую дробилку, где происходит дробление угля до фракции 0-80 мм и также, затем отправляется на обогащение. Попадая в агрегат сухого обогащения, уголь выкладывается на вибрационное сито, находящееся под уклоном 30 градусов. Под сито установлены компрессоры.

После того как обогащаемый уголь попал на сито, начинается процесс обогащения угля за счет воздействия двухфазной среды (из мелких частиц в исходном угле и воздуха) со сравнительно более высоким удельным весом. Сильная вибрация и постоянные восходящие потоки воздуха увеличивают разрыхленность всей массы и расслаивают материал по плотности. Сильные потоки воздуха поднимают мелкие частицы пыли вверх, которые затем отправляются в пылеулавливатель. Также за счет потоков воздуха происходит процесс отслаивания породы и глины от угля что приводит к улучшению показателей угля. Отбитая порода и глина под воздействием вибрации и потоков воздуха начинает движение вверх по вибрационному сито и, двигаясь вдоль разгрузочного борта попадает на конвейерную ленту, предназначенную для отходов. В конечном итоге на вибрационном сите остается уголь фракции 0-80 мм, очищенный от мелкой пыли, породы и глины. Очищенный уголь и является обогащенным, так как его качественные характеристики значительно улучшаются [3-4].

Перечень и техническая характеристика основного технологического оборудования приведена в таблице № 1.

Таблица 1. Перечень и техническая характеристика основного технологического оборудования

Наименование	Техническая характеристика	Количество
1	2	3
1. Воронка углеприемная с питателем	V = 5 м <sup>3</sup>	1
2. Круглое вибрационное сито	Площадь поверхности – 5,4 м <sup>2</sup> , количество слоев – 1, частота колебаний – 850 раз/мин, амплитуда одного колебания – 3,5 мм, максимальная крупность исходного сырья – 200 мм.	1
3. Дробилка валковая	Размеры зубчатого вала: диаметр – 650 мм, длина – 600 мм, зернистость исходного материала – 80-200 мм, зернистость продукта – 0-80 мм, производительность – 80 т/час.	1
4. Комбинированная машина сухого обогащения FGX-12	Площадь рабочей поверхности – 12 м <sup>2</sup> , крупность обогащаемого угля – 0-80 мм, производительность – 80 т/час, эффективность обогащения – 90%.	1
5. Конвейер ленточный рядового угля с опорными конструкциями, площадками, лестницами, загрузочным и разгрузочным лотками	Ширина ленты – 800 мм, длина конвейера – 30,95 м, крупность питания – 0-200 мм, скорость ленты – 1,4 м/с, угол установки – 17*	1

6. Конвейер ленточный подачи на машину сухого обогащения с опорными конструкциями, площадками, лестницами, загрузочным и разгрузочным лотками	Ширина ленты – 800 мм, длина конвейера – 36,62 м, крупность питания – 0-80 мм, скорость ленты – 1,4 м/с, угол установки – 17*	1
7. Конвейер ленточный концентрата с опорными конструкциями, площадками, лестницами, загрузочным и разгрузочным лотками	Ширина ленты – 800 мм, длина конвейера – 29,75 м, крупность питания – 0-80 мм, скорость ленты – 1,4 м/с, угол установки – 17*	1
8. Конвейер ленточный отходов и промпродукта с опорными конструкциями, площадками, лестницами, загрузочным и разгрузочным лотками	Ширина ленты – 500 мм, длина конвейера – 12,00 м, крупность питания – 0-80 мм, скорость ленты – 1,4 м/с, угол установки – 17*	2

*Обсуждение результатов:* В период с 2016г. по 2019 г. на комбинированной машине сухого обогащения было переработано 509,76 тыс. т. рядового угля, из них: 146,88 тыс. т. обогащенного угля и 362,88 тыс. т. промпродукта.

Уголь, подготавливаемый к обогащению имеет следующие базовые характеристики: теплота сгорания (калорийность) – 3500 ккал/кг, зольность – 23,5 %, влага – 19,5 %. Пройдя все ступени сухого обогащения, продукт значительно улучшает свои характеристики и имеет уже следующие параметры: теплота сгорания (калорийность) – 4300 ккал/кг, зольность – 19%, влага – 14,5 %.

Таким образом, можно сделать заключение, что комбинированная машина сухого обогащения типа FGX-12 максимально эффективна при работе с бурыми углями, так как ни один из других методов обогащения угля не показал такого улучшения характеристик угля.

Обогащение угля снижает зольность и значительно увеличивает отдаваемую мощность станции, уменьшает вредные выбросы в окружающую среду. Качество сжигаемого угля влияет на мощность станции, а химический состав золы – на эксплуатационные параметры топки. Процесс обогащения угля, который основан на использовании различных физических сил, изменяет характеристики рядового угля в направлении, наиболее соответствующем требованиям рынка. В мире наблюдается тенденция, когда потребители угля для энергетических целей ужесточают требования к производителям угля по уменьшению влаги угля, его зольности и снижению содержания серы. Так, существуют Правительственные программы по снижению зольности добываемых углей, что предполагает не только значительное повышение калорийности топлива, но и позволяет решить экологические проблемы, связанные с уменьшением выбросов загрязняющих веществ в окружающую среду более чем в 2 раза.

*Литературы:*

1. Зарубин Л. Г, Благова З. С. Современная техника и технология тяжелосреднего обогащения. /Учеб. пособие. – Москва, 1982. – 102с.
2. Инструкция по монтажу и эксплуатации FGX – 12. Машиностроительный завод Шэн Чжоу. – 2009.
3. Проект строительства и эксплуатации комбинированной машины сухого обогащения. ТОО «Карагандагипрошахт и К». – 2010.
4. Усольцева И.О., Передерин Ю.В., Крайденко Р.И. Обогащение углей: современное состояние технологий //Ползуновский Вестник. – 2017 г. – № 3. – С.131-136.