

Обоснование технологических решений по переработке тонких угольных шламов на обогатительных фабриках АО «УК «Кузбассразрезуголь»

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2022-7-27-33>

В Кемеровской области по инициативе губернатора С.Е. Цивилева реализуется новая концепция «Чистый уголь – зеленый Кузбасс», представляющая собой масштабный комплекс мероприятий, который призван трансформировать добывающий регион в экологически благополучную территорию с комфортными условиями для жизни и здоровья людей. В рамках данной концепции авторским коллективом представлены результаты исследований технологических решений, позволяющих решить проблему использования тонкодисперсных угольных шламов современных обогатительных фабрик. Показано, что применение технологий приготовления суспензионного водоугольного топлива и его сжигания в адиабатической вихревой камере обеспечивает реализацию экономики замкнутого цикла при обогащении угля с существенным улучшением экологии угледобывающих регионов.

Ключевые слова: угольный шлам, отходы углеобогащения, фильтр-кек (ФК), водоугольное топливо, сжигание в вихревой топке, адиабатические условия, экология угледобывающих регионов.

Для цитирования: Обоснование технологических решений по переработке тонких угольных шламов на обогатительных фабриках АО «УК «Кузбассразрезуголь» / В.И. Мурко, А.И. Папченков, К.А. Голубин и др. // Уголь. 2022. № 7. С. 27-33. DOI: 10.18796/0041-5790-2022-7-27-33.

ВВЕДЕНИЕ

На современных углеобоганительных фабриках (ОФ), технологические схемы которых характеризуются отсутствием внешних гидроотвалов и отделений термической сушки, наиболее остро стоит проблема использования и размещения тонкодисперсных угольных шламов – фильтр-кеков (ФК), образующихся в процессе обработки шламовых вод при замкнутых водно-шламовых схемах. Малая крупность частиц, как правило, 90% менее 100(200) мкм, высокая влажность (до 40-45%) и значительная зольность (от 20 до 42-50%) не позволяют шихтовать данный продукт с обогащенной товарной продукцией без существенных потерь ее качества.

МУРКО В.И.

Доктор техн. наук, профессор,
директор «Проектно-внедренческого центра
инновационных технологий и систем»
ФГБОУ ВО «СибГИУ»,
654007, г. Новокузнецк, Россия,
e-mail: sib_eco@mail.ru

ПАПЧЕНКОВ А.И.

Канд. техн. наук,
начальник управления
энергоэффективности и энергоаудита ОАО «УГМК»,
624091, г. Верхняя Пышма, Россия,
e-mail: a.papchenkov@ugmk.com

ГОЛУБИН К.А.

Канд. техн. наук,
начальник отдела по перспективному развитию
объектов переработки и обогащения
АО «УК «Кузбассразрезуголь»,
650054, г. Кемерово, Россия,
e-mail: golubinka@kru.ru

ШАНЬШИН А.Е.

Начальник управления инфраструктуры
и электрооборудования
АО «УК «Кузбассразрезуголь»,
650054, г. Кемерово, Россия,
e-mail: shanshin@kru.ru

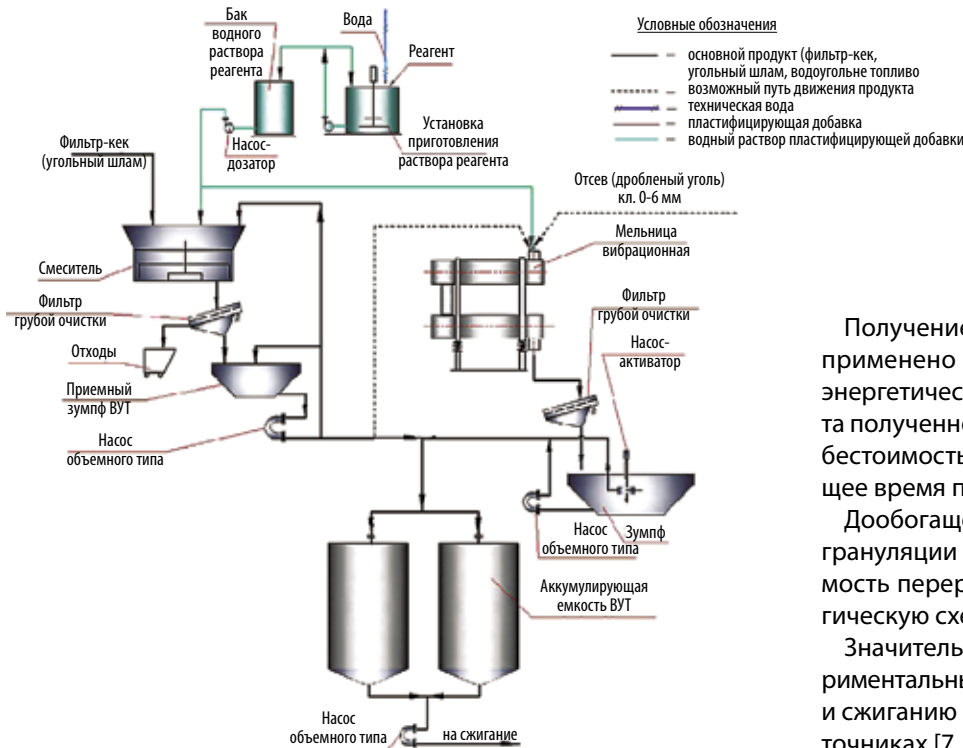


Рис. 1. Технологическая схема участка приготовления топлива

Поэтому ФК размещают вместе с другими отходами в отвалах либо на временных площадках накопления, что приводит к значительным дополнительным затратам и потерям угля, серьезной нагрузке на окружающую среду, вызванной возможным попаданием токсичных флокулянтов и коагулянтов в почву и водоемы, пылением (после высыхания верхнего слоя материала). Кроме того, размещение ФК в отвалах пустых пород либо с отходами обогащения более крупных классов отрицательно влияет на условия геомеханической устойчивости отвалов, а также осложняет схему отсыпки последних.

Указанные проблемы в значительной мере проявляются и на ОФ АО «УК «Кузбассразрезуголь».

В настоящее время известно несколько вариантов решения данной проблемы:

- сжигание ФК в кипящем слое с выработкой тепловой и (или) электрической энергии [1, 2];
- получение топливных брикетов [3];
- дообогащение ФК с применением метода масляной грануляции с последующим брикетированием углемасляного гранулята или приготовление на его основе водоуголемасляной суспензии [4];
- приготовление на основе ФК водоугольного топлива (ВУТ) и его сжигание с применением вихревой технологии сжигания в котлах котельных, ТЭЦ, ГРЭС или других теплогенерирующих установках с получением тепловой и (или) электрической энергии [5, 6].

Имеющийся опыт разработки подобных котлов в Китае показывает, что эффективная их работа обеспечивается только при использовании 40-60% дробленого угля, из которого собственно формируется кипящий слой [5]. Таким образом, данная технология имеет существенные ограничения, особенно для фабрик, обогащающих коксующийся уголь.

Получение топливных брикетов может быть применено только на ОФ, обогащающих угли энергетических марок, при наличии рынка сбыта полученной продукции с учетом того, что себестоимость производства брикетов в настоящее время превышает 1000 руб.

Дообогащение ФК с применением масляной грануляции существенно удорожает себестоимость переработки угля и усложняет технологическую схему.

Значительный объем теоретических и экспериментальных исследований по приготовлению и сжиганию ВУТ опубликован в зарубежных источниках [7, 8, 9, 10, 11].

Анализ имеющегося опыта применения технологии ВУТ [5, 6] показывает, что данная технология позволяет утилизировать ФК. При этом обеспечиваются существующие экологические требования по переработке продуктов обогащения угля.

Для подтверждения технической возможности использования ФК от обогащения углей Кузбасса были проведены исследования по приготовлению и сжиганию ВУТ четырех проб ФК ОФ АО «УК «Кузбассразрезуголь».

ОПИСАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ СТЕНДОВ, ХАРАКТЕРИСТИКА ИСХОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводились на стендовой установке СибГИУ (рис. 1, 2), содержащей участки приготовления и сжигания ВУТ, моделирующие промышленные комплексы.

Участок приготовления топлива включает следующие операции:

- дозированную подачу ФК на перемешивание в смеситель периодического действия;
- дозированную подачу водного раствора реагента-пластификатора в смеситель периодического действия;
- перемешивание исходного ФК с раствором реагента-пластификатора в смесителе периодического действия;
- гомогенизацию водоугольной суспензии, полученной в смесителе;
- доизмельчение до крупности 0,25 мм и дополнительное перемешивание водоугольной суспензии в универсальной виброустановке;
- аккумулярование приготовленного водоугольного топлива.

Участок сжигания топлива включает:

- дозированную тангенциальную подачу ВУТ в адиабатическую вихревую камеру сжигания через специальное горелочное устройство;



Рис. 2. Участок сжигания топлива

- дозированную подачу сжатого воздуха в пневмомеханическую форсунку горелочного устройства для распыления ВУТ;
- тангенциальную подачу дутьевого воздуха в камеру сжигания;
- съем тепла горячих газов, образующихся в камере сжигания, в водогрейном котле-утилизаторе;

- очистку дымовых газов в пылеуловителе;
- охлаждение горячей воды в аппарате воздушного охлаждения;
- удаление дымососом дымовых газов в атмосферу через дымовую трубу;
- управление процессом сжигания с пульта местного управления и системой автоматического управления.

В табл. 1 представлена характеристика представительных проб ФК обогатительных фабрик АО «УК «Кузбассразрезуголь».

Гранулометрический состав определялся путем мокрого рассева на ситах 3,0 мм; 1,0 мм; 0,63 мм; 0,355 мм; 0,250 мм и 0,071 мм согласно ГОСТ 2093-82.

Массовая доля и зольность твердой фазы определялись стандартным методом высушивания по ГОСТ 52911-2020 и 55661-2013.

Для оценки эффективности доизмельчения твердой фазы в процессе приготовления ВУТ использовались два параметра: срединный диаметр частиц (значение, при котором содержание верхнего и подрешетного продуктов равны 50%) и выход класса +0,355 мм в исходном и готовом продукте.

Для определения срединного диаметра частиц ФК и твердой фазы полученного водоугольного топлива применялась аналитическая зависимость гранулометрического состава в виде формулы Розина-Раммлера [12]:

$$W(x) = 100(e^{-bx^n}), \quad (1)$$

где W – суммарный выход сверху частиц с размером $+x$, %; x – размер частиц, мм; b , n – параметры, зависящие от свойств материала и размерности x .

Величина отклонения экспериментальных данных от аналитической кривой определялась из выражения:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (W(x)_{i\text{расч}} - W(x)_{i\text{экспер}})^2}{m}}, \quad (2)$$

Таблица 1

Характеристика исходных продуктов

| Наименование показателя | Технологические комплексы ОФ | | | |
|---|---|--|--|---|
| | «Кедровская» филиала «Кедровский угольный разрез» | «Коксовая» филиала «Бачатский угольный разрез» | «Краснобродская-Коксовая» филиала «Краснобродский угольный разрез» | «Энергетическая» филиала «Калтанский угольный разрез» |
| Марка угля | СС | КО | КС | Т |
| Влага общая, W_i^v , % | 37,3 | 27,4 | 37,1 | 30,1 |
| Зольность, A^d , % | 29,3 | 22,0 | 25,3 | 21,2 |
| Гранулометрический состав, мм, %: | | | | |
| – 1,0-3,0 | 0,1 | 13,6 | 0,7 | – |
| – 0,355-1,0 | 0,5 | 11,8 | 12,0 | 0,9 |
| – 0,250-0,355 | 0,6 | 6,0 | 4,8 | 0,9 |
| – 0,071-0,250 | 15,6 | 28,6 | 28,8 | 18,1 |
| – 0-0,071 | 83,2 | 40,0 | 53,7 | 80,1 |
| Низшая теплота сгорания, Q_i^r , ккал/кг (МДж/кг) | 3299 (13,81) | 4462 (18,69) | 3540 (14,82) | 4343 (18,19) |

где $W(x)_{i\text{ расч}}$ – расчетный выход частиц, определенный по формуле (1), %; $W(x)_{i\text{ экспер}}$ – экспериментальный выход частиц, %; m – количество классов крупности.

Методом наименьших квадратов определялись коэффициенты b и n в уравнении (1) и получали значения срединных диаметров частиц (d_{cp}). Сравнивая d_{cp} и выход класса +0,355 мм твердой фазы ФК и готового ВУТ, определяли эффективность операции доизмельчения и ее необходимость в процессе подготовки водоугольного топлива.

Для оценки качества ВУТ как жидкого топлива определялись его структурно-реологические характеристики, в том числе эффективная вязкость. Согласно техническим условиям на ВУТ [13] эффективная вязкость должна быть не более 400 мПа·с при скорости сдвига 81 с^{-1} , что обеспечивает эффективное гидротранспортирование по трубопроводам и распыление ВУТ в пневмомеханических форсунках.

Определение вязкостных характеристик ВУТ производили с использованием ротационного вискозиметра «RHEOTEST» в диапазоне скоростей сдвига от $1,0$ до $437,4\text{ с}^{-1}$ со стандартной системой цилиндров S2. Температура измерений составляла $20 \pm 5^\circ\text{C}$.

Учитывая, что водоугольные суспензии с массовой долей твердой фазы более 50% являются существенно неньютоновскими жидкостями, для каждой из исследуемых проб ВУТ по результатам измерений напряжений сдвига на различных скоростях сдвига определялись коэффициенты степенного и бингамовского реологических уравнений [13].

Методом наименьших квадратов определяли коэффициент консистентности суспензии (k) и индекс потока (n) для степенного реологического уравнения:

$$\tau = k \cdot \gamma^n, \quad (3)$$

где τ – напряжение сдвига, Па; γ – скорость сдвига, с^{-1} , а также начальное напряжение сдвига τ_0 и структурную вязкость μ_0 для уравнения Бингама:

$$\tau = \tau_0 + \mu_0 \gamma. \quad (4)$$

Затем путем сравнения значений среднеквадратичного отклонения напряжения сдвига, которое получено экспериментально, и аналитических значений, определяемых по формулам (3) и (4), выбиралось оптимальное реологическое уравнение для расчета реологических коэффициентов и эффективной вязкости.

Определение эффективной (динамической) вязкости осуществлялось по формуле:

$$\mu_{\text{эф}} = \frac{\tau_i}{\gamma_i}, \quad (5)$$

где τ_i – напряжение сдвига при i -той скорости сдвига (γ_i), вычисленное по формулам (3) и (4).

Расход, плотность и давление ВУТ, подаваемого в топку, определялись соответствующими приборами (датчики давления, массовый расходомер ортимасс 1000 S15 KROHNE). Температура в топке, кладке топки, котлеутилизаторе и дымовых газов замерялась соответствующими термомпарами.

Все измеряемые параметры выводились на местный пульт управления и в систему автоматизации экспериментального стенда.

Для измерения состава дымовых газов привлекались аккредитованные специализированные организации.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Из анализа *табл. 1* следует, что зольность исследуемых проб ФК изменяется в небольшом диапазоне значений: от 21,2% ФК ОФ «Энергетическая» до 29,3% ФК ОФ «Кедровская». Влажность ФК анализируемых проб находится в интервале значений от 27,4 до 37,3%.

Таким образом, наиболее влажные – пробы ФК с ОФ «Кедровская» филиала «Кедровский угольный разрез» и «Краснобродская-Коксовая» филиала «Краснобродский угольный разрез», наиболее зольные – с ОФ «Кедровская». Пробы ФК с ОФ «Коксовая» филиала «Бачатский угольный разрез» и «Энергетическая» филиала «Калтанский угольный разрез» имеют наименьшие значения как по влажности, так и по зольности.

Гранулометрический состав исследуемых проб ФК неоднороден. Наиболее тонкодисперсную структуру имеют ФК с ОФ «Кедровская» филиала «Кедровский угольный разрез» и ОФ «Энергетическая» филиала «Калтанский угольный разрез», в пробах которых выход класса менее 0,071 мм более 80,0%. Наиболее крупным по гранулометрическому составу является ФК с ОФ «Коксовая» филиала «Бачатский угольный разрез», в пробах которых присутствует класс +1,0 мм в количестве 13,6% от исходного, выход класса менее 0,071 мм составляет при этом 40,0%.

Низшая теплота сгорания анализируемых проб ФК изменяется в интервале от 13,81 МДж/кг (3299 ккал/кг) (ФК марки «СС» ОФ «Кедровская» филиала «Кедровский угольный разрез») до 18,69 МДж/кг (4462 ккал/кг) (ФК ОФ «Коксовая» филиала «Бачатский угольный разрез»). Следовательно, наиболее низкокалорийным является ФК с ОФ «Кедровская» филиала «Кедровский угольный разрез», а высококалорийным – ФК с ОФ «Коксовая» филиала «Бачатский угольный разрез».

В *табл. 2* представлены характеристики опытных партий ВУТ, полученных на основе представленных представительных проб ФК.

В процессе предварительных исследований был определен универсальный реагент-пластификатор (марка Т), расход которого составил 0,3% от содержания твердой фазы в готовом топливе. Данный реагент использовался для приготовления всех опытных партий водоугольного топлива.

Как следует из *табл. 2*, выход класса 0,071 мм в готовом ВУТ составляет более 75,9%, при срединном диаметре 0,072, что соответствует техническим требованиям для водоугольного топлива, приготовленного из угольных шламов [13]. Дополнительное измельчение водоугольной суспензии, полученной в смесителе, позволяет до двух раз снизить срединный диаметр и обеспечить выход +0,355 мм не более 0,4%. Данные значения соответствуют требованию эффективного сгорания водоугольного топлива в адиабатической камере сжигания.

Таблица 2

Характеристика топлива, приготовленного на основе фильтр-кеков обогатительных фабрик

| Наименование показателя | Технологические комплексы ОФ | | | |
|---|---|--|--|---|
| | «Кедровская» филиала «Кедровский угольный разрез» | «Коксовая» филиала «Бачатский угольный разрез» | «Краснобродская-Коксовая» филиала «Краснобродский угольный разрез» | «Энергетическая» филиала «Калтанский угольный разрез» |
| Гранулометрический состав, мм, %: | | | | |
| – 0,355-1,0 | 0,4 | 0,1 | 0,3 | – |
| – 0,250-0,355 | 0,3 | 0,7 | 1,5 | 0,1 |
| – 0,071-0,250 | 14,9 | 23,3 | 21,4 | 13,6 |
| – 0-0,071 | 84,4 | 75,9 | 76,8 | 86,3 |
| Срединный диаметр, мм: | | | | |
| – ФК | 0,097 | 0,214 | 0,150 | 0,077 |
| – ВУТ | 0,070 | 0,071 | 0,075 | 0,074 |
| Массовая доля твердой фазы, % | 58,3 | 58,5 | 57,8 | 58,3 |
| Зольность твердой фазы, % | 29,3 | 22,0 | 25,3 | 21,2 |
| Эффективная вязкость при скорости сдвига 81 с ⁻¹ , мПа · с | 356 | 119 | 148 | 341 |
| Низшая теплота сгорания, ккал/кг (МДж/кг) | 3026 (12,6) | 3482 (14,5) | 3206 (13,4) | 3525 (14,7) |

Таблица 3

Результаты сжигания опытных партий топлива, приготовленного на основе фильтр-кеков обогатительных фабрик

| Наименование показателя | Технологические комплексы ОФ | | | |
|---|---|--|--|---|
| | «Кедровская» филиала «Кедровский угольный разрез» | «Коксовая» филиала «Бачатский угольный разрез» | «Краснобродская-Коксовая» филиала «Краснобродский угольный разрез» | «Энергетическая» филиала «Калтанский угольный разрез» |
| Низшая теплота сгорания, ккал/кг (МДж/кг) | 3026 (12,16) | 3482 (14,57) | 3206 (13,42) | 3483 (14,58) |
| Расход ВУТ, кг/ч | 77 | 65 | 75 | 75 |
| Давление ВУТ, атм. (МПа) | 2,0 (0,20) | 1,8 (0,18) | 1,9 (0,19) | 2,0 (0,20) |
| Давление сжатого воздуха, атм. (МПа) | 2,0(0,20) | 1,8 (0,18) | 1,9 (0,19) | 2,0(0,20) |
| Температура газов в топке, °С | 1050 | 1050 | 1050 | 1100 |
| Температура воды на входе (выходе из котла), °С | 53 (86) | 45 (78) | 38 (71) | 40 (73) |
| Расход воды через котел, м ³ /ч | 4,8 | 4,8 | 4,8 | 5,0 |
| Теплопроизводительность топки, Гкал/ч (МВт) | 0,158 (0,185) | 0,158 (0,185) | 0,158 (0,185) | 0,165 (0,193) |

Таблица 4

Состав дымовых газов при сжигании опытных партий топлива, приготовленного на основе фильтр-кеков обогатительных фабрик

| Наименование показателя | Нормативные показатели удельных выбросов по ГОСТ Р50831-95 | Технологические комплексы ОФ | | | |
|---------------------------------------|--|---|--|--|---|
| | | «Кедровская» филиала «Кедровский угольный разрез» | «Коксовая» филиала «Бачатский угольный разрез» | «Краснобродская-Коксовая» филиала «Краснобродский угольный разрез» | «Энергетическая» филиала «Калтанский угольный разрез» |
| Состав дымовых газов: | | | | | |
| – CO, мг/м ³ | 400 | 86,1 | 170 | 170,5 | 161,8 |
| – NO _x , мг/м ³ | 470 | 56,1 | 56,9 | 70,56 | 81,8 |
| – SO ₂ , мг/м ³ | 1200 | 8,0 | 0 | 0 | 8,0 |
| Бензапирен, мг/м ³ | – | < 0,01×10 ^{-3*} | < 0,01* | < 0,01* | < 0,01* |

* Содержание бензапирена более чем в 10 раз меньше аналогичного значения для угольных котлов [14].

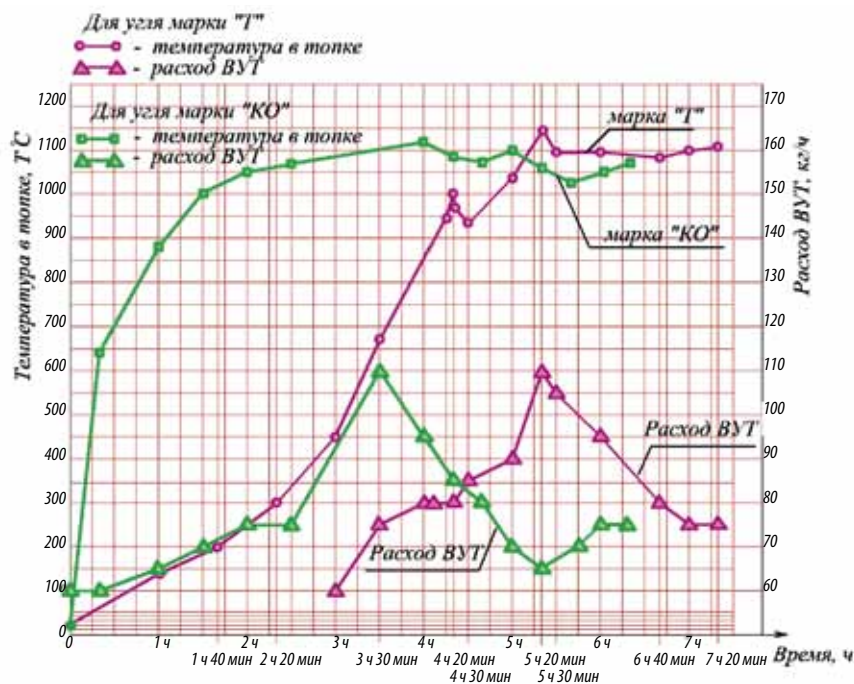


Рис. 3. Зависимость температуры в топке от расхода ВУТ

В табл. 3 представлены результаты сжигания опытных партий ВУТ.

На рис. 3 представлены графики изменения температуры в топке при растопке и выходе на стабильный режим работы (без подсветки дополнительным топливом) для проб ВУТ, приготовленных из ФК различных марок.

Как следует из рис. 3, стабильная работа адиабатической камеры сжигания на ВУТ достигается для ФК марки «Т» при температуре 1100°С, а для ФК марки «КО» – 1050°С, которые обеспечивают отсутствие шлакования внутренних поверхностей камеры сжигания.

В табл. 4 представлены результаты измерений состава дымовых газов.

Из табл. 4 следует, что вредные выбросы при сжигании водоугольного топлива, приготовленного на основе ФК, существенно ниже допустимых значений для котлов малой мощности.

На основании проведенных исследований были разработаны технологические регламенты приготовления и сжигания ВУТ на основе ФК обогатительных фабрик АО «УК«Кузбассразрезуголь».

Выводы

1. Подтверждено, что использование технологии получения ВУТ на основе тонкодисперсных угольных шламов ОФ позволяет использовать полученное топливо на котлах с вихревой системой сжигания.

2. Определен универсальный реагент-пластификатор для приготовления ВУТ (тип Т), обеспечивающий получение требуемых структурно-реологических характеристик топлива, приготовленного из фильтр-кеков ОФ. Расход пластификатора составляет 0,3% от сухой массы топлива в ВУТ.

3. Приготовлены опытные партии ВУТ для последующего сжигания на экспериментальном стенде и разра-

ботаны технологические регламенты приготовления ВУТ в промышленных условиях.

4. Проведены сжигания опытных партий ВУТ, которые показали возможность устойчивого горения полученного топлива в температурном режиме 1050-1100°С и разработаны технологические регламенты сжигания ВУТ в котле с тепловой мощностью 6,5 Гкал/ч (7,6 МВт).

5. Установлено, что использование технологии ВУТ позволяет утилизировать тонкодисперсные отходы углеобогащения с допустимым воздействием на окружающую среду.

Список литературы

1. Козлов В.А., Гарбер В. Сжигание высокозольных шламов как путь к безотходной технологии обогащения углей // Уголь. 2017. № 8. С. 140-145. DOI: 10.18796/0041-5790-2017-8-140-145.
2. Использование отходов флотации угля для энергетических целей в условиях ОАО «ЦОФ» «Беловская» / В.Н. Петухов, Н.Ю. Свечникова, С.В. Юдина и др. // Кокс и химия. 2016. № 5. С. 38-41.
3. Ефимов В.И., Никулин И.Б. Изготовление брикетов из угольных шламов // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2012. ОВ № 943. Эколого-экономические проблемы горного производства и развития ТЭК РФ. С. 26-32.
4. Мурко В.И., Кравченко А.Е., Бондаренко А.Н. Обогащение тонких угольных шламов методом масляной грануляции // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2020. № 4. С. 42-48.
5. О возможности использования тонкодисперсных отходов углеобогащения ОФ «Энергетическая» в качестве основы для котельного топлива / В.И. Мурко, В.И. Федяев, В.И. Карпенко и др. // Журнал Сибирского федерального университета. Техника и технологии. 2020. № 13. С. 657-668.
6. The usage of boilers with a vortex furnace for burning enrichment products and deballasting coal (Book Chapter) / V.I. Murko, E.M. Puzyryov, V.I. Karpenok et al. / XVIII International Coal Preparation Congress: 28 June – 01 July 2016, Saint-Petersburg, Russia, 2016. pp. 345-350.
7. Identifying the influencing factors of the sustainable energy transitions in China / Pibin Guo, Juan Kong, Yanshan Guo et al. // Journal of Cleaner Production. 2019. No 215. P. 757-766.
8. Akhtar Hussain, Syed Muhammad Arif, Muhammad Aslam. Emerging renewable and sustainable energy technologies // Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2017. No 71. P. 12-28.
9. Syngas production through gasification of coal water mixture and power generation on dual-fuel diesel engine / Gunung Oh, Ho Won Ra, Sung Min Yoon et al. // Journal of the Energy Institute. 2019. Vol. 92. P. 265-274.
10. Sewage sludge disruption through sonication to improve the co-preparation of coal-sludge slurry fuel: The effects of sonic frequency / Ruikun Wang, Jianzhong Liu, Yukun Lv et al. // Applied Thermal Engineering. 2016. Vol. 9925. P. 645-651.

11. Chen Coal-derived alternative fuels for vehicle use in China: A review / Han Hao, Zongwei Liu, Fuquan Zhao et al. // *Journal of Cleaner Production*. 2017. Vol. 14110. P.774-790.
12. Андреев Е.Е., Тихонов О.Н. Дробление, измельчение и подготовка сырья к обогащению. СПб.: Санкт-Петербургский государственный горный институт, 2007. 439 с.
13. Производство и использование водоугольного топлива / В.Е. Зайденоварг, К.Н. Трубецкой, В.И. Мурко и др. М.: Издательство академии горных наук, 2001. 176 с.
14. Вихревая технология сжигания суспензионного водоугольного топлива. Экологические аспекты / Н.В. Журавлева, В.И. Мурко, В.И. Федяев и др. // *Экология и промышленность России*. 2009. № 1. С. 6-9.

Original Paper

UDC 622.7:622.333 © V.I. Murko, A.I. Papchenkov, K.A. Golubin, A.E. Shanshin, 2022
 ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2022, № 7, pp. 27-33
 DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2022-7-27-33>

Title

SUBSTANTIATION OF TECHNOLOGICAL SOLUTIONS FOR THIN COAL SLUDGE PROCESSING AT THE COAL PREPARATION PLANT OF JSC "COAL COMPANY "KUZBASSRAZREZUGOL"

Authors

Murko V.I.¹, Papchenkov A.I.², Golubin K.A.³, Shanshin A.E.³

¹ Siberian State Industrial University, Novokuznetsk, 654007, Russian Federation

² "Ural Mining and Metallurgical Company" JSC, Verkhnyaya Pyshma, 624091, Russian Federation

³ "Coal Company "Kuzbassrazrezugol" JSC, Kemerovo, 650054, Russian Federation

Authors Information

Murko V.I., Doctor of Engineering Sciences, Professor, Director of the Design and Implementation Center for Innovative Technologies and Systems, e-mail: sib_eco@mail.ru

Papchenkov A.I., PhD (Engineering), Head of the Energy Efficiency and Energy Audit Department, e-mail: a.papchenkov@ugmk.com

Golubin K.A., PhD (Engineering), Head of the Department for the Prospective Development of Processing and Enrichment Facilities, e-mail: golubinka@kru.ru

Shanshin A.E. Head of Infrastructure and Electrical Equipment Department, e-mail: shanshin@kru.ru

Abstract

In the Kemerovo Region, a new concept "Clean Coal – Green Kuzbass" is being implemented on the initiative of the governor S.E. Tsvilev. It is a large-scale set of measures designed to transform the mining region into an environmentally friendly area with comfortable conditions for the life and health of people. Within the framework of this concept, the team of authors presents the results of research into technological solutions that allow the problem of using finely dispersed coal sludge from modern coal preparation plants to be solved. It is shown that the use of technologies for the production of suspension water-coal fuel and its combustion in adiabatic vortex chamber ensures the implementation of a closed-loop economy in coal preparation with a significant improvement of environment in coal-mining regions.

Keywords

Coal sludge, Waste coal, Filter cake (FC), Water-coal fuel, Combustion in the vortex chamber, Adiabatic conditions, environment of coal-mining regions.

References

1. Kozlov V.A. & Garber V. Combustion of high-ash sludges as an option of waste-free technology of coal preparation. *Ugol'*, 2017, (8), pp. 140-145. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2017-8-140-145.
2. Petukhov V.N., Svechnikova N.Yu., Yudina S.V., Gorokhov A.V., Lavrinenko A.A. & Kharchenko V.F. Use of flotation waste coal for energy purposes in the conditions of OJSC "TsOF" "Belovskaya". *Koks i khimiya*, 2016, (5), pp. 38-41. (In Russ.).
3. Efimov V.I. & Nikulin I.B. Production of briquettes from coal sludge. *Gornyy informatsionno-analiticheskij bulletin*, 2012, (943). Environmental and economic problems of mining and development of the fuel and energy complex of the Russian Federation. pp. 26-32. (In Russ.).
4. Murko V.I., Kravchenko A.E. & Bondarenko A.N. Preparation of thin coal sludge by oil granulation. *Vestnik Kuzbasskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*, 2020, (4), pp. 42-48. (In Russ.).

5. Murko V.I., Fedyaev V.I., Karpenok V.I., Shanshin A.E. & Mukhtarov A.T. On the possibility of using finely dispersed coal waste from CPP "Energeticheskaya" as a basis for boiler fuel. *Zhurnal Sibirskogo Federalnogo Universiteta. Tekhnika iologii*, 2020, (13), pp. 657-668. (In Russ.).

6. Murko V.I., Puzyryov E.M., Karpenok V.I., Fedyaev V.I. & Baranova M.P. The usage of boilers with a vortex furnace for burning enrichment products and deballasting coal (Book Chapter). XVIII International Coal Preparation Congress: 28 June – 01 July 2016 Saint-Petersburg, Russia, 2016, pp. 345-350.

7. Pibin Guo, Juan Kong, Yanshan Guo & Xiuli Liu. Identifying the influencing factors of the sustainable energy transitions in China. *Journal of Cleaner Production*, 2019, (215), pp. 757-766.

8. Akhtar Hussain, Syed Muhammad Arif & Muhammad Aslam. Emerging renewable and sustainable energy technologies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2017, (71), pp. 12-28.

9. Gunung Oh, Ho Won Ra, Sung Min Yoon, Tae Young Mun & Sang Jun Yoon. Syngas production through gasification of coal water mixture and power generation on dual-fuel diesel engine. *Journal of the Energy Institute*, 2019, (92), pp. 265-274.

10. Ruijun Wang, Jianzhong Liu, Yukun Lv & Xuemin Ye. Sewage sludge disruption through sonication to improve the co-preparation of coal-sludge slurry fuel: The effects of sonic frequency. *Applied Thermal Engineering*, 2016, (9925), pp. 645-651.

11. Han Hao, Zongwei Liu, Fuquan Zhao, Jiuyu Du & Yisong Chen. Coal-derived alternative fuels for vehicle use in China: A review *Journal of Cleaner Production*, 2017, (14110), pp. 774-790.

12. Andreev E.E. & Tikhonov O.N. Crushing, grinding and preparation of raw materials for enrichment. St. Petersburg, Sankt-Peterburgskij gosudarstvennyj gornyj institut Publ., 2007, 439 p. (In Russ.).

13. Zaidenvarg V.E., Trubetskoy K.N., Murko V.I. et al. Production and use of coal-water fuel. Moscow, Academiya Gornyx Nauk Publ., 2001, 176 p. (In Russ.).

14. Zhuravleva N.V., Murko V.I., Fedyaev V.I., Dziuba D.A., Senchurova Yu.A. & Zaostrovsky A.N. Vortex technology of combustion of suspension water-coal fuel. Environmental aspects. *Ecologiya i promyshlennost' Russii*, 2009, (1), pp. 6-9. (In Russ.).

For citation

Murko V.I., Papchenkov A.I., Golubin K.A. & Shanshin A.E. Substantiation of technological solutions for thin coal sludge processing at the coal preparation plant of JSC "Coal Company "Kuzbassrazrezugol". *Ugol'*, 2022, (7), pp. 27-33. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2022-7-27-33.

Paper info

Received April 4, 2022

Reviewed May 11, 2022

Accepted June 23, 2022

COAL PREPARATION