

ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА

УДК 621.18.12+622.648.24

А.В.Неведров, А.В.Папин, Г.А.Солодов, Б.Г.Трясунов, Г.В.Ушаков

ПУТИ СНИЖЕНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРЕДПРИЯТИЯМИ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГЕТИКИ, РАБОТАЮЩИМИ НА УГЛЯХ

На территории России доля загрязнения окружающей среды предприятиями тепловой энергетики составляет 25%[1].

Основную часть в общем количестве выбросов вредных веществ в атмосферу занимает сжигание твердого топлива с целью получения тепловой и электрической энергии. Промышленные и коммунальные котельные – наиболее распространенные источники загрязнения атмосферы. В основном, они оборудованы котлами со слоевыми и пылевидными топками сжигания угля, что имеет

ряд недостатков: выброс золы, частиц недогоревшего угля, сажи, большой выход оксидов углерода, серы и азота. Количество и содержание вредных выбросов в атмосферу зависит от качества сжигаемого топлива, его характеристик, от процесса горения и конструкций устройств очистки отходящих газов.

Защита атмосферного воздуха от продуктов сгорания топлива включает в себя совершенствование технологии сжигания топлива путем улучшения его качества.

Один из перспективных путей улучшения качества твердого топлива – приготовление на базе углей и шламов различных видов суспензионных вод угольных топлив (ВУС). Современное суспензионное топливо представляет собой смесь измельченного угля (60-70% массовые доли) и воды, получаемую в результате мокрого измельчения в присутствии химических добавок. Использование такого топлива весьма перспективно с экологической точки зрения и не снижает основного свойства угля – быть полноцен-

Результаты технического и элементного анализа исходного угольного шлама

Вид анализа	Наименование показателя, компонента	Значение
Технический анализ	Влага аналитическая, W ^a , % Зольность, A ^d , % Сера, S _t ^d Выход летучих, V ^{daf} , % Характер нелетучего остатка	25 19 0,62 39,5 порошок
Высшая теплота сгорания	Q _s ^{daf} , ккал/кг	8153
Элементный состав органической массы, daf, %	Углерод, C Водород, H Азот, N Сера, S Кислород, O	80,5 5,6 2,8 0,6 10,4
Химический состав золы, %	SiO ₂ Al ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃ CaO MgO TiO ₂ MnO ₂ SO ₃ P ₂ O ₅	45,5 16,1 3,7 15,0 2,8 0,2 0,01 12,0 0,7
Коэффициент размолоспособности угля, ед.	K _{л.о}	50

ным источником энергии. Этот вид топлива имеет большую полноту сгорания, что является значительным преимуществом по сравнению со слоевым и пылевидным сжиганием. В результате снижается количество вредных выбросов в атмосферу. При сжигании суспензионного топлива вместо пылевидного угля выбросы оксидов серы, оксидов азота и канцерогенных веществ значительно снижаются, благодаря связыванию этих соединений минеральной компонентой угля. Выбросы монооксида углерода устраняются практически полностью. Экологическая обстановка в районах размещения промышленных и коммунальных котельных значительно улучшается.

С экономической точки зрения сжигание тонкодисперсных угольных шламов в виде водоугольных суспензионных топлив позволит использовать огромные запасы ранее добывого угля и одновременно сберечь потенциальные ресурсы угольных шахт.

С этой целью проведены исследования по приготовлению водоугольных суспензий из шлама обогатительной фабрики.

Водоугольные суспензии были приготовлены из угольного шлама марки Г шахты "Комсомолец" (г. Ленинск – Кузнецкий). Технический и элементный анализ шлама приведен в табл. 1.

Поскольку угольные шламы содержат повышенное количество минеральных примесей, то необходимым условием использования их в водоугольных суспензиях является уменьшение содержания минеральной составляющей.

Деминерализацию угольного шлама производили на установке каскадного типа с гравитационным градиентом, позволяющей производить одновременно сгущение водоугольного шлама со снижением его минеральной части. За один цикл пропускания данного шлама с исходной зольностью 19% на

выходе каскадной установки получали зольность 10-12%, что вполне допустимо для приготовления водоугольного топлива.

Подготовленный шлам направляли на мокрый помол в присутствии реагента – пластификатора суспензии и затем подвергали классификации. Измельчение производили в шаровой мельнице. Число оборотов мельницы 46 об/мин. Время измельчения составляло 30 мин. Далее определяли гранулометрический состав водоугольных суспензий методом мокрого рассева. В табл.2 представлено процентное содержание фракций угля в ВУС.

Таблица 2
Процентное содержание
фракций угля в ВУС

Класс угля, мкм	Содержание, %
500	0,46
250	0,07
125	0,03
63	3,64
32	6,23
<32	89,57
Концентрация угля в суспензиях, %	62,0

Технологические свойства шламов, применяемых при получении водоугольных суспензий, в значительной мере определяется их надмолекулярной структурой, а также состоянием поверхности ионогенных групп, ответственных за энергетическое состояние угольной поверхности при ее взаимодействии с окружающей средой. Контакт угля с водой и реагентом – пластификатором при мокром помоле приводит к существенным изменениям поверхностных свойств углей. Интенсивные ионообменные процессы, сопровождающиеся образованием на угольной поверхности двойного электрического слоя ионов, фактически приводят к

усилению взаимодействия угольной фазы суспензии с водой.

В качестве реагента-пластификатора водоугольных суспензий в работе использовались гуматы натрия. Для выбора технически возможных и экономически оправданных технологий гуматы натрия получали из верхового торфа, бурого и окисленного в пластах каменного угля Кузнецкого бассейна. Наиболее эффективной оказалась технология получения гуматов натрия из торфа.

Исследованиями установлено, что эффективность разжижающего и стабилизирующего действия реагентов - пластификаторов на высококонцентрированные водоугольные суспензии связана с адсорбцией реагента на поверхности частиц твердой фазы. Величина адсорбции, а также характер взаимодействия «адсорбент – адсорбат» зависят, в первую очередь, от природы поверхности частиц дисперсной фазы. Поверхность раздела «углеродный адсорбент – водный раствор» по существу является модельной гидрофобной поверхностью при изучении адсорбции реагента.

Полученные суспензии исследовались по технологическим показателям. Вязкость измеряли на ротационном вискозиметре "Реотест-2".

На рис.1. представлена графическая зависимость вязкости водоугольной суспензии от скорости сдвига.

О стабильности водоугольной суспензии судили по высоте слоя осаждающейся дисперсной фазы и изменении технологических характеристик с течением времени. Снижение высоты слоя твердой фазы свидетельствовало о дестабилизации дисперсной системы, что вело к постепенному осаждению и сгущению угольных частиц.

На рис.2. представлена графическая зависимость высоты осадка дисперсной фазы от времени для ВУС.

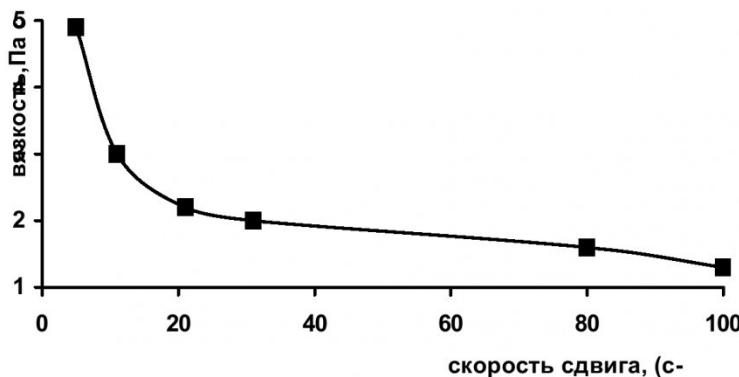


Рис.1. Зависимость вязкости водоугольной суспензии от скорости сдвига

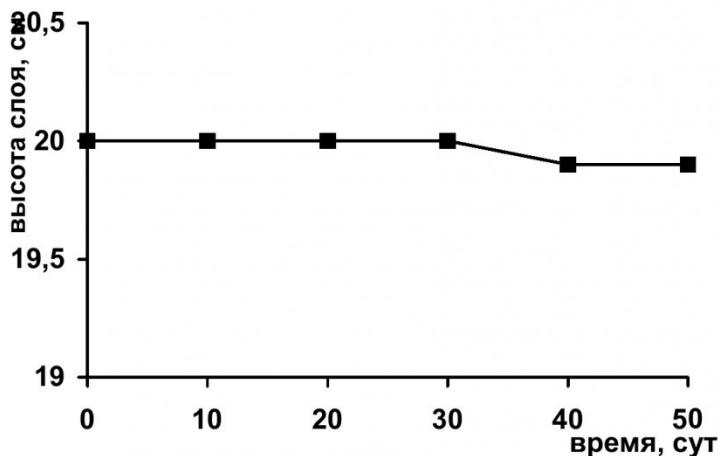


Рис.2. Зависимость высоты осадка дисперсной фазы от времени для ВУС

Применение в качестве стабилизатора гуминового препарата (гумата натрия) позволило получить стабильную водоугольную суспензию с практически не изменяющимися во времени реологическими характеристиками. Стабильность водоугольных суспензий была максимальной при использовании от 1 до 2% гумата натрия к массе угля и концентрации гуматов натрия 4 г/л. Добавление больше 2% гуматов натрия существенного влияния на стабильность не оказывало. После весьма длительного хранения (более 30 дней) водоугольные суспензии постепенно сжимались с образованием рыхлых осадков, выделяя жидкую fazу, содержащуюся в их структуре. Предположительно, это результат коагуляционной перегруппировки частиц, число контактов которых очевидно увеличи-

вается, что и приводит к сжатию водоугольных суспензий и “выжиманию” из них дисперсионной среды. При применении механического воздействия (перемешивания) происходило восстановление первоначальной структуры суспензий. Повторные эксперименты анализа стабильности суспензий (после перемешивания) показали, что ее значения остались неизменными. Это объясняется тем, что в определенной степени водоугольные суспензии, приготовленные с добавкой гумата натрия, сохраняют существовавшую при их образовании внутреннюю структуру из-за наличия более плотных адсорбционных слоев гуматов на мелких частицах угля, что обуславливает их отталкивание и препятствует агрегации; частицы как бы скользят одна по другой и занимают наиболее выгодное

положение, характеризующееся минимальной потенциальной энергией.

Графическая зависимость вязкости от скорости сдвига показывает, что водоугольные суспензии с добавкой реагента гумата натрия имеют свойства тиксотропных жидкостей [2].

Следовательно, эти водоугольные суспензии являются структурированными тиксотропными системами. Вследствие этого достигаются оптимальные стабилизационные характеристики качества данных водоугольных суспензий.

Реализация такого или подобных способов утилизации угольных шламов позволяет существенно пополнить сырьевую базу ресурсов сортового топлива, повысить экономичность технологии, сделать ее более гибкой и комплексной.

В свою очередь, производство тепловой и электрической энергии сопровождается также, использованием большого количества природной воды и сбросом сточных вод разного уровня загрязненности. В условиях ограниченности водных ресурсов и ухудшения состояния водных объектов при постоянном повышении требований контролирующих органов к качеству сбросных вод оценка масштабов воздействия предприятий тепловой энергетики на водные объекты становится одним из основных критериев при выборе места их строительства. Все чаще возникают проблемы при согласовании сброса не только загрязненных, но и нормативно-чистых стоков. Постоянный рост затрат на использование пресных и сброс сточных вод, а также лимиты и штрафы за их превышение способствуют сокращению водопотребления, повторному использованию сточных вод и созданию малотехнологичных по их переработке в большинстве промышленно развитых стран [3].

На предприятиях тепловой энергетики основными источниками загрязнения водоемов

являются водоподготовительные установки. В этих установках вода подвергается обработке с целью снижения ее способности к накипеобразованию.

Слой накипи имеет очень низкую теплопроводность. Поэтому отложение накипи на стенках водогрейного оборудования приводит к ухудшению

ров с арматурой, контрольно-измерительными приборами и трубопроводами. Для умягчения воды используются натрий-катионирование и водород-натрий-катионирование. Все это требует значительных капитальных вложений, многочисленного эксплуатационного и ремонтного персонала, а также

Известные методы решения проблемы отработанных регенерационных растворов требуют больших капитальных и эксплуатационных затрат.

Поэтому в последнее время предприятиями тепловой энергетики проявляется все больший интерес к физическим методам водоподготовки (обработка воды электрическим, магнитным, ультразвуковым полями). Эти методы водоподготовки позволяют защитить теплофикационное оборудование от накипи. Они не требуют громоздких сооружений, специальных контрольных лабораторий и не ограничивают количество обрабатываемой воды[5].

Но самое главное преимущество физических способов водоподготовки состоит в том, что они не связаны с применением химических реагентов и с образованием значительных количеств неутилизируемых отходов. Применение физических методов водоподготовки на предприятиях тепловой энергетики исключает загрязнение водоемов этими предприятиями и повышает их экологическую безопасность.

В лабораторных условиях были проведены исследования по изучению влияния обработки воды физическими полями на снижение накипеобразования на поверхности водогрейного оборудования.

Исследования проводились на воде, имеющей общую жесткость 6,2 мг-экв/л. Количество подпиточной воды составляло 20 %. Поверхность нагревательного элемента составляла $5,6 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$. Скорость протекания воды в трубе была 0,3 м/с.

На основании полученных экспериментальных данных был определен противонакипный эффект обработки воды физическими полями. Полученные результаты представлены в табл.3, откуда видно, что наибольший противонакипный эффект достигается при совместной обработке воды электрическим и ультразвуковым полями, при-

Результаты исследований

Способ обработки	Противонакипный эффект, %
Электрическое поле	70,3
Магнитное поле	53,6
Ультразвуковое поле	57,8
Электрическое поле - магнитное поле	81,5
Магнитное поле - электрическое поле	84,9
Электрическое поле – ультразвуковое поле	85,8
Ультразвуковое поле – электрическое поле	87,1
Ультразвуковое поле – магнитное поле	62,4
Магнитное поле – ультразвуковое поле	60,3

условий передачи тепла в котельном и теплообменном оборудовании, снижению эффективности использования и переварасходу топлива, увеличению количества продуктов сгорания, выбрасываемых в атмосферу. Конечным следствием накипеобразования является снижение температуры в отапливаемых жилых и производственных помещениях[4-6].

Для борьбы с накипеобразованием на предприятиях тепловой энергетики применяют различные водоподготовительные установки.

В России обработка воды в большинстве случаев осуществляется методом умягчения воды на ионообменных фильтрах[7].

Традиционным для отечественных технологий химического умягчения является применение одно- и двухступенчатых схем водоподготовки, которые комплектуются большим количеством ионообменных фильт-

усложняет и затрудняет автоматизацию водоподготовительных установок.

Для загрузки ионообменных фильтров водоподготовительных установок предприятий тепловой энергетики ежегодно приобретается 6-7 тыс.т отечественных и 2.2-2.8 тыс.т импортных ионообменных смол, стоимость которых превышает 20 млн.долл.США. Для регенерации фильтрующей загрузки ионообменных фильтров предприятий тепловой энергетики в год расходуется около 150 тыс.т серной кислоты, 80 тыс.т едкого натра и около 240 тыс.т поваренной соли. Поскольку эксплуатационные расходы реагентов на регенерацию ионитов в 2-4 раза превышает стехиометрическое количество, большая часть этих реагентов в виде жидких стоков оказывается в прилегающих поверхностных водоемах, ухудшая экологическую обстановку[7].

чем сначала ультразвуковым полем, а затем электрическим полем. Повышение противонакипного эффекта в условиях комбинированной обработки воды физическими полями является прямым следствием суммарного воздействия, сопровождающегося увеличением концентрации центров кристаллизации.

Из полученных эксперимен-

тальных данных видно, что обработка воды физическими полями является достаточно эффективным способом защиты теплофикационного оборудования предприятий тепловой энергетики от накипи. Кроме того, применение обработки воды физическими полями позволяет решить проблему химического загрязнения водоемов предприятиями тепловой энер-

гетики и повышает их экологическую безопасность. Наибольший противонакипный эффект достигается при обработке воды электрическим полем. Совместная обработка воды двумя физическими полями повышает этот эффект и наибольшее его значение достигается при совместной обработке воды электрическим и ультразвуковым полями.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лотош В.Е. Экология природопользования.- М.: Высш.шк., 2000. 540с.
2. Зайденварг В.Е., Трубецкой К.Н., Мурко В.И., Нехороший И.Х. Производство водоугольного топлива.- М.: Издательство Академии горных наук, 2001. 176 с.
3. Седлов А.С., Шищенко В.В., Ильина И.П. Промышленное освоение и унификация малоотходной технологии термического умягчения и обессоливания воды //Теплоэнергетика.2001. №3. С 28-33.
4. Шапров М.Ф. Водоподготовка для промышленных и отопительных котельных.- М.: Стройиздат,1976. 119 с.
5. Лапотышина Н.П., Сазанов Р.П. Водоподготовка и водохимический режим тепловых сетей.- М.: Энергоиздат,1982. 249 с.
6. Белан Ф.И., Сутоцкий Г.П. Водоподготовка промышленных котельных. -М.: Энергия, 1969. 289 с.
7. Юрчевский Е.Б. Современное отечественное водоподготовительное оборудование для обессоливания и умягчения воды на ТЭС //Теплоэнергетика.2002. №3. С 62-67.

□ Авторы статьи:

Неведров Александр Викторович – аспирант кафедры химической техно- логии твердого топ- лива и экологии	Папин Андрей Владимирович аспирант кафедры химической техно- логии твердого топ- лива и экологии	Солодов Геннадий Афанасиев- вич – докт. техн. наук, профессор, зав. каф. химической техно- логии твердого топ- лива и экологии	Трясунов Борис Григорьевич – докт. хим. наук, профессор каф. хи- мической техноло- гии твердого топлива и экологии.	Ушаков Геннадий Викторович – канд. техн. наук, доц. каф. химиче- ской технологии твердого топлива и экологии
--	--	--	--	---

УДК 621,311.22.002.5:621,184

Д. В. Малиута, Е. И. Моисеева

О ВОЗМОЖНОСТИ КОМБИНИРОВАННОЙ ВЫРАБОТКИ (КОГЕНЕРАЦИИ) ТЕПЛОВОЙ И ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ НА ПРОИЗВОДСТВЕННО – ОТОПИТЕЛЬНЫХ КОТЕЛЬНЫХ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Исторически сложилось так, что большая часть населения Кузбасса проживает в домах с централизованным теплоснабжением. Источниками тепловой энергии являются как станции ОАО «Кузбассэнерго», так и блок-станции и производственно – отопительные котельные различных форм собственности, не входящие в АО.

Важнейшей задачей всего энергетического комплекса Ке-

меровской области является снижение себестоимости выработки тепла при сохранении устойчивого и надёжного теплоснабжения потребителей. Это, в первую очередь, может быть достигнуто за счёт внедрения энергосберегающих технологий. Одним из основных направлений следует рассматривать преобразование существующих котельных в мини-ТЭЦ, работающие в широком

диапазоне мощностей.

Рядом предприятий машиностроительного комплекса России (ЗАО НПВП “Турбокон”, ОАО НПО “Сатурн”, ОАО “Пермский моторный завод”, ОАО “Авиадвигатель”, АООТ НПО ЦКТИ, АООТ “Невский завод” и др.) разработано и уже находится в серийном производстве энергетическое оборудование для указанных целей.

В процессе внедрения ком-