

ности и долговечности эксплуатации трубопроводных систем.

Таким образом, полученные опытные данные выполненных экспериментальных исследований позволят успешно решать народнохозяйственную проблему энергосбережения.

1. Ящерицын П.И., Скорынин Ю.В. Работоспособность узлов трения машин. – Минск: Наука и техника, 1994. – 288 с.

2. Ильченко Б.С., Измалков Б.И. Теоретические основы и методы расчета функционально-технического состояния газоперекачивающих агрегатов. – Харьков: Коллегиум, 2006. – 250 с.

3. Капцов И.И. Сокращение потерь газа на магистральных газопроводах. – М.: Недра, 1988. – 160 с.

4. Масловский В.В., Капцов И.И., Сокурова И.В. Основы технологии ремонта газового оборудования и трубопроводных систем. – М.: Высш. школа, 2007. – 320 с.

Получено 24.04.2009

УДК 662.765.061 : 628.362.34

С.В. НЕСТЕРЕНКО, канд. техн. наук, В.И. ЩЕБЕТУН

Харьковская национальная академия городского хозяйства

ПОЛУЧЕНИЕ ФЛОТОРЕАГЕНТОВ И ВОДОТОПЛИВНЫХ ЭМУЛЬСИЙ НА БАЗЕ СЫРЬЯ И ОТХОДОВ КОКСОХИМИЧЕСКОГО И НЕФТЕХИМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

Рассматривается технология получения водотопливных эмульсий (ВТЭ) с помощью роторно-пульсационных аппаратов (РПА) на базе сырья и отходов коксохимического и нефтехимического производства. Показано, что ВТЭ могут быть широко использованы как для получения энергии, так и в качестве флотореагентов на углеобогачительных фабриках. Это приводит к увеличению эффективности процесса флотации и значительной экономии нефтепродуктов.

Розглядається технологія одержання водопаливних емульсій (ВПЕ) за допомогою роторно-пульсацийних апаратів (РПА) на основі продуктів і відходів коксохімічного та нафтохімічного виробництва. Показано, що ВПЕ можуть бути ефективно використані як джерела енергії, так і в якості флотореагентів на вуглебагачувальних фабриках. Використання ВПЕ приводить до збільшення ефективності процесів флотації та значної економії нафтопродуктів.

The technology of the obtaining of water fuel emulsion (WFE) by means of rotor-pulse devices (RPD) based on cokechemical and petrolchemical industry raw materials and waste-products is discussed. It was shown that WFE can be applied effectively either as energy sources or as floatation on coal concentrating mills. Using of WFE leads to increasing of the floatation efficiency and to essential economy of mineral oils.

Ключевые слова: водотопливные эмульсии, роторно-пульсационный аппарат, отходы нефтехимического и коксохимического производства, энергия, флотореагенты, нефтепродукты.

В настоящее время актуальными являются задачи энергосбережения и экологической безопасности при работе энергетических топ-

ливных установок. Для решения этих задач интерес представляют водотопливные эмульсии: вода – мазут, вода – дизельное топливо, вода – керосин – коксохимическое сырье. Другим не менее важным направлением использования ВТЭ является получения на их основе флотореагентов. Использование их при флотации углей позволяет увеличить выход флотоконцентрата и зольность отходов флотации, снизить влагу флотационного концентрата. Недостаток нефтепродуктов в Украине, в свою очередь, привел к дефициту одного из важнейших реагентов при флотации углей – керосина. Поэтому важной задачей является снижение расхода традиционных реагентов флотации или их замена нетрадиционными.

Целью данной работы является определения возможности получения флотореагентов и ВТЭ с помощью пульсационных аппаратов роторного типа.

Технология приготовления эмульсии "масло в воде" включает две основные стадии: подготовка воды; диспергирование нефтяных фракций и масел (отходов).

Подготовка воды заключается в ее умягчении, обеззараживании и нагревании до определенной температуры.

Для приготовления эмульсий используют различные методы: смешение с использованием турбинных и пропеллерных мешалок, а также с помощью пара или сжатого воздуха, использованием гомогенизаторов, смешение в коллоидных мельницах, ультразвуковое диспергирование с применением магнитострикционных вибраторов и роторных аппаратов.

В табл.1 приведены размеры частиц эмульсий в зависимости от методов перемешивания [1].

Таблица 1

Тип аппарата	Для эмульсий с концентрацией %		
	1	5	10
	Средние размеры частиц, мкм		
Пропеллерная мешалка	3...10	3...8	2...5
Турбинная мешалка	2...9	2...4	2...4
Коллоидная мельница	6...3	4...7	3...5
Роторный гомогенизатор	1...3	1...3	1...3

Из рассмотренных способов приготовления эмульсий наиболее перспективным является способ с наложением колебаний звукового поля [1, 2].

При приготовлении эмульсий важен выбор ультразвуковой аппаратуры и оценка ее по всем параметрам. Применение пьезоэлектриче-

ских или магнитострикционных вибраторов невыгодно из-за сложности и дороговизны аппаратуры и относительно низкой удельной производительности.

Наиболее пригодны для приготовления эмульсий, является роторный аппарат [3-7]. За счет интенсивного перемешивания, возникновения мощной импульсной кавитации и механического диспергирования эмульсия получается тонкодисперсной, стабильной. Роторные аппараты обладают повышенной производительностью (10...20 м³/ч) по сравнению со всеми другими типами оборудования, применяемого для приготовления эмульсий.

Для проведения экспериментального исследования гидравлических, акустических характеристик аппарата для диспергирования эмульсий была сконструирована экспериментальная установка производительностью 10,5 м³/ч.

Установка, схема которой приведена на рис.1, содержит: емкости предварительного смешения 1 и 4, ротаметр 3, трубка замера уровня 2, насос 5, расходомер контроля количества подаваемой в роторный аппарат жидкости 7, роторный аппарат 9, электродвигатель привода роторного аппарата 12, манометры 8 и 10, дозатор 6.

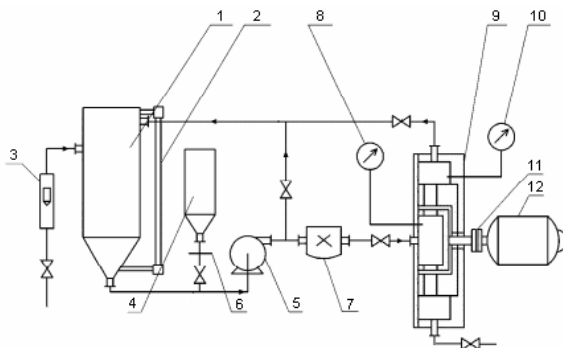


Рис. 1 – Принципиальная схема экспериментальной установки для приготовления эмульсий (ВТЭ)

Во время работы экспериментальной установки емкость 1 при помощи крана заполняется водой с контролем посредством ротаметра 3. Уровень жидкости в емкости 1 контролируется с помощью стеклянной уровнемерной трубки 2. Открытием клапана полости аппарата освобождаются от воздуха.

После заполнения системы жидкостью, включается привод роторного аппарата, состоящий из двигателя постоянного тока П-32 12 и

муфты МУВП 11. Двигатель позволяет плавно изменять число оборотов ротора роторного аппарата от 400 до 3500 об./мин. После включения аппарата включается насос б, и жидкость начинает циркулировать в замкнутой системе. Стабильность эмульсии оценивали по ГОСТ 6243-75, раздел Г.

Как показано в [3-7], на акустические и гидродинамические характеристики аппарата сильное влияние оказывает величина радиального зазора между ротором и статором.

Для оценки характера изменения звукового давления в рабочей камере аппарата используется гидрофон из титаната бария (BaTiO), установленный напротив канала статора с возможностью регулирования расстояния до канала. Данный датчик подключен к запоминающему осциллографу С8-12 и анализатору гармоник С5-3. Общий вид роторного аппарата приведен на рис.2.

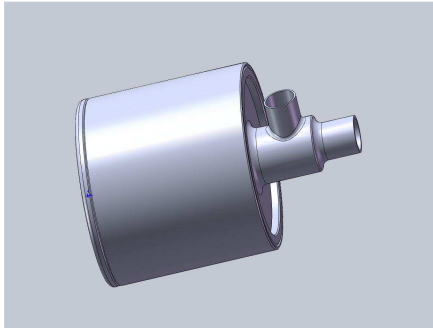


Рис.2 – Внешний вид роторно-пульсационного аппарата

Основным резервом повышения извлечения угольного концентрата и комплексного использования сырья, позволяющим дополнительно получить десятки тысяч тонн угля без существенных капитальных затрат при небольших эксплуатационных расходах, является совершенствование и оптимизация флотационного процесса на углеобогатительных фабриках.

В процессе флотации основную роль играют флотационные реагенты. Применяемые в обогащении флотореагенты относятся к разнообразным классам органических и неорганических соединений.

Кроме того, следует также учитывать, что в процессе флотации флотационный концентрат обогащается хорошо коксующимися ингредиентами. Следовательно, процесс флотации позволяет сберечь дефицитные марки коксующих углей, что имеет большое значение для экономики топливно-энергетических и сырьевых ресурсов.

Поэтому с экономической и технической точек зрения представляется необходимым развивать одно из важнейших процессов обогащения угля – флотацию. Немаловажное значение приобретает и проблема поиска специальных реагентов, обеспечивающих процесс флотации углей, которая является наиболее актуальной сегодня, когда цены на нефть и продукты ее переработки резко возросли.

В качестве собирателя использовали эмульсии различного рецептурного состава в виде эмульсий различной концентрации. В качестве вспенивателя использовали обычный реагент Т-80. Для испытаний использовали отсеvy рядовой шахты крупностью менее 1 мм, гранулометрический состав которого приведен в табл.2. Обогащение мелких классов проводили на лабораторной флотомашине с емкостью камеры 1 л, число оборотов импеллера 2700 об./мин. Пробы угля (кл. 1-0) замачивали в течение 30 мин. После этого проводили флотацию.

Таблица 2 – Ситовый состав класса менее 1 мм

Крупность, мм	Выход, %	A ^d , %
+ 0,5	17,3	16,22
0,25 – 0,5	25,6	15,25
0,14 – 0,25	13,3	15,33
0,071 – 0,14	26,8	20,68
– 0,071	17,0	26,22
Итого:	100,0	

В качестве собирателя были опробованы разные рецептурные составы эмульсий, отличающиеся различным содержанием базового нефтепродукта и добавок, улучшающих процесс эмульгирования. Эмульсии ВТЭ использовали в виде 10%-ных водных эмульсий, что позволило резко увеличить взаимодействие частиц угля с реагентом, повысить его селективность и значительно снизить расход.

Эмульсии применяли в процессе флотации в качестве реагента-активатора при активационном (табл.3) и реагента-собирателя при обычном режимах (табл.4).

Таблица 3 – Результаты флотации угольного шлама с использованием эмульсий ВТЭ как активатора

№ п/п	Наименование реагентов	Расход реагента, г/т	Концентрат, %		Отходы флотации, %	
			γ	A ^d	γ	A ^d
1	ААР-2 Т-80	2000,0	71,6	7,2	28,4	64,6
		150,0				
2	Эмульсия ВТЭ ААР-2 Т-80	500,0	72,8	7,9	27,2	68,7
		500,0				
		200,0				
3	Эмульсия ВТЭ ААР-2 Т-80	1000,0	73,9	8,0	26,1	68,2
		500,0				
		200,0				

При этом расход керосина уменьшается с 2000 до 500 г/т, а вспенивателя Т-80 увеличивается до 200 г/т.

Исследовалась возможность полной замены эмульсиями ВТЭ традиционных реагентов-собирателей в данном случае ААР-2. Но при этом несколько возрос расход концентрата вспенивателя Т-80. Зависимость увеличения выхода флотационного концентрата от расхода Т-80 при постоянном расходе эмульсии ВТЭ приведена в табл.4.

Таблица 4 – Результаты флотации угольного шлама при использовании эмульсий ВТЭ как собирателя

№ п/п	Наименование реагентов	Расход, г/т	Концентрат, %		Отходы флотации, %	
			γ	A^d	γ	A^d
1.	ААР-2 Т-80	2000,0 150,0	71,6	7,2	28,4	64,6
2.	ААР-2 Т-80	2500,0 1500,0	72,9	7,5	27,1	68,7
3.	Эмульсия ВТЭ Т-80	2000,0 300,0	73,5	7,7	26,8	70,2
4.	Эмульсия ВТЭ Т-80	1000,0 300,0	70,5	7,3	29,5	69,0

Лучшие результаты получены при использовании эмульсий ВТЭ – выход флотоконцентрата увеличился на 1,5-1,8%, а зольность отходов флотации возросла с 68,7 до 70,2%.

Лабораторными исследованиями подтверждена возможность использования эмульсий ВТЭ для флотации углей. Эффективность флотационного процесса повышается при использовании ВТЭ в обычном и, особенно, в активационном режимах.

В высоковязких мазутах наблюдается повышенное содержание воды в виде отдельных местных скоплений, обусловленное процессами перевозки, перекачки, хранения и подогрева топлива. Использование в качестве топлива специально приготовленных водомазутных эмульсий является одним из эффективных методов, позволяющих устранить негативные последствия этого явления [3-6]. К проблемам, осложняющим экологическую обстановку, относится и непрерывное накопление сотен тысяч тонн балластных вод, содержащих нефтепродукты.

Содержание воды в топочном мазуте во многих случаях существенно превышает предельно допустимые значения (вместо 1,5% по норме обводненность доходит до 10-15%, а в отдельных случаях – до 25%). Из-за того, что плотности мазута и воды мало отличаются, вода не оседает на дне емкости, а располагается неравномерно слоями в массе топлива. Это приводит к срыву факела и затуханию форсунок, а

иногда вообще не удается зажечь форсунку. При сжигании ВТЭ на основе мазута и коксохимического сырья удалось получить существенный экономический эффект, повышение КПД на 2-4% и снижение эмиссии загрязняющих веществ (СО, сажи, окислов азота, бензапирена и других канцерогенных полициклических ароматических углеводородов) в атмосфере.

Кавитационная обработка водо-мазутной эмульсии с добавлением кальция, и ее последующее сжигание позволяет уменьшить в дымовых газах концентрацию окислов азота в 3-4 раза, концентрацию сернистого ангидрида – в четыре раза, оксида углерода – в три раза, что согласуется с [3-7].

Происходят глубокие структурные изменения в молекулярном составе углеводородов, повышение степени дисперсности асфальтенов, карбенов, карбоидов до размерного ряда частиц 5-7 мкм. Длинные молекулярные цепи преобразовываются в легкие углеводородные радикалы газовых, дистиллятных топливных фракций. Наибольший экономический эффект и одновременное снижение газовых выбросов обеспечивает добавление в топливо 10-15% воды, а наибольший экологический эффект в части утилизации загрязненных органическими продуктами вод реализуется при уровне водной фазы до 50%.

Обеспечивается возможность сжигания некондиционных высоковязких и обводненных мазутов. В качестве водной фазы можно использовать загрязненные промышленные стоки предприятий. При повышении содержания воды в эмульсии свыше 25% по объему, качественные показатели процесса горения снижаются по сравнению с горением чистого топлива. Однако если учесть, что процесс сгорания ВТЭ достаточно стабилен при более высоком содержании воды (до 40-50%) в зависимости от вида топлива, открывается возможность уничтожения (огневого обезвреживания) жидких стоков производства.

При этом стоки, даже если они не содержат горючих веществ, можно использовать в качестве водной фазы в мазутных эмульсиях и сжигать их, имея основной задачей именно их уничтожение, а не теплотехнические параметры процесса.

Использование гомогенизированной водно-мазутной смеси позволяет повысить коэффициент сжигания топлива, сэкономить мазут и уменьшить вредные выбросы NO_x и CO_x в атмосферу при их сжигании. Механизм этого эффекта объясняется следующим обстоятельством. Мазут, поступая в горелку, распыляется форсункой. Дисперсность (размер капель) мазута составляет порядка 0,1-1,0 мм. Если в такой капле топлива находятся включения более мелких капелек воды (с дисперсностью около 1 мкм), то при нагревании происходит вски-

пание таких капелек с образованием водяного пара. Водяной пар разрывает каплю мазута, увеличивая дисперсность подаваемого в горелку топлива. В результате увеличивается поверхность контакта топлива с воздухом, улучшается качество топливо-воздушной смеси [7].

В высокотемпературной зоне топочной камеры капля эмульсии взрывается и происходит вторичное диспергирование топлива. В результате таких микровзрывов в топке возникают очаги турбулентных пульсаций и увеличивается число элементарных капель топлива, благодаря чему факел увеличивается в объеме и более равномерно заполняет топочную камеру, что приводит к выравниванию температурного поля топки с уменьшением локальных максимальных температур и увеличением средней температуры в топке; повышению светимости факела благодаря увеличению поверхности излучения; существенному снижению недожога топлива; позволяет снизить количество вдуваемого воздуха и уменьшить связанные с ним теплопотери [6].

Одновременно в факеле происходят каталитические реакции, ведущие к уменьшению вредных газовых выбросов. Возможность снижения количества вдуваемого воздуха при сжигании ВТЭ весьма важна, поскольку КПД котельного агрегата при уменьшении коэффициента избытка воздуха на 0,1% увеличивается на 1%. Время пребывания капель в реакционном объеме топки возрастает за счет удлинения их траектории в процессе турбулентного перемешивания, увеличивается удельная реакционная поверхность капель топлива. Скорость сгорания топлива в виде мелких капель увеличивается и сопровождается выделением меньшего количества твердых продуктов, чем у крупных капель мазута, разрушаются смолисто-асфальтеновые структуры.

Факел горящего эмульгированного топлива в топочном пространстве сокращается в объеме, становится прозрачным. Температура уходящих газов уменьшается по сравнению с обезвоженным мазутом на 30-35°C. Изменение параметров процесса горения и состава уходящих газов свидетельствуют о повышении эффективности использования топлива.

Находящаяся в составе ВТЭ водная фаза может быть частично диссоциирована в ходе окисления топлива в предпламенных процессах. Затем, по мере повышения температуры в фазе активного сгорания, реакция диссоциации воды ускоряется. Образующийся при диссоциации избыток атомов водорода быстро диффундирует в область с избытком кислорода, где их реакция компенсирует затраты энергии на диссоциацию воды. Участие в реакции горения дополнительного количества водорода приводит к увеличению количества продуктов сгорания. Молекулы воды ускоряют ход реакций в окислительных про-

цессах и вследствие возникновения полярного эффекта, существенно улучшающего ориентацию частиц активных радикалов топлива [5].

Гомогенизированная водно-мазутная смесь имеет заметно меньшую вязкость чем чистый мазут, поэтому облегчается процесс перекачки топлива [5]. При температурах выше 80°C вязкость водно-мазутной эмульсии влажностью 6% мало отличается от эмульсии с влажностью 40% [4].

Еще одним важным фактором, характеризующим эффективность использования ВТЭ, является повышение эффективности и долговечности топочного оборудования. По некоторым данным перерасход топлива из-за загрязнения поверхностей нагрева в котлах сажистыми и коксовыми частицами может превысить 30-35%. При сжигании эмульсии часть капель долетает до поверхностей нагрева и взрывается на них, что способствует не только предотвращению отложений, но и очистке этих поверхностей от старых сажистых образований.

Таким образом, в результате проведенных исследований была разработана технология получения топливных эмульсий на основе нефтяного сырья и отходов коксохимического производства с помощью пульсационного роторного аппарата. Эмульсии ВТЭ могут быть использованы для получения энергии, а также в качестве флотореагентов при обогащении углей. При этом достигается экономия нефтепродуктов и повышается эффективность процесса флотации.

Выводы

1. Разработана и смонтирована установка по приготовлению эмульсий ВТЭ с использованием роторно-пульсационного аппарата.

2. Получены и испытаны ВТЭ – водотопливные эмульсии: вода – мазут, вода – дизельное топливо, вода – мазут – коксохимическое сырье. Показано, что данные продукты являются перспективными при использовании в энергетических целях.

3. Использование эмульсий ВТЭ в процессах углеобогащения при флотации и фильтрации угольных шламов позволяет снизить расход керосина с 2500-2300 до 700-500 г/т, увеличить выход флотоконцентрата на 1-2%, увеличить зольность отходов флотации от 63,3 до 70,2%, увеличить производительность вакуум-фильтров на 12-23%, снизить влагу флотоконцентрата на 3-5%.

4. При использовании ВТЭ обеспечивается возможность сжигания некондиционных высоковязких и обводненных мазутов. В водной фазе можно использовать загрязненные промышленные стоки предприятий.

1.Червяков В.М., Однолько В.Г. Использование гидродинамических и кавитационных явлений в роторных аппаратах. – М.: Машиностроение, 2008. – 64 с.

2.А.с. №1187858. В01F 7/28. Роторный аппарат / В.В.Белик, В.А.Колдин, М.М.Свиридов, В.М.Червяков, В.Ф.Шитиков; Тамб. ин.-т. хим. машиностр. – №3685908/23-26; опубл. 30.10.85, Бюл. № 40.

3.Промтов М.А. Пульсационные аппараты роторного типа: теория и практика. – М.: Машиностроение, 2001. – 260 с.

4.Волков А.Н. Сжигание газов и жидкого топлива в котлах малой мощности. – Л.: Недра, 1989. –160 с.

5.Павлов Б.П., Батуев С.И., Щевелев К.В. Подготовка водомазутных эмульсий для сжигания в топочных устройствах // Повышение эффективности использования газообразного и жидкого топлива в печах и отопительных котлах. – Л.: Недра, 1983. –216 с.

6.Селиверстов В.М., Браславский М.И. Экономия топлива на речном флоте. – М.: Транспорт, 1983. –231 с.

7.Зубрилов С.П., Селиверстов В.М., Браславский М.И. Ультразвуковая кавитационная обработка топлив на судах. – Л.: Судостроение, 1998. – 80 с.

Получено 17.08.2009

УДК 658.24

О.О.АЛЕКСАХИН, І.А.АЧКАСОВ, кандидати техн. наук,

Е.А.ШИШКІН, С.В.УСОВ

Харківська національна академія міського господарства

ТЕПЛОВІ ВТРАТИ ТРУБОПРОВОДАМИ МІКРОРАЙОННИХ МЕРЕЖ ОПАЛЕННЯ

За результатами аналізу існуючих проектів систем опалення житлових мікрорайонів здійснено оцінку теплових втрат трубопроводами ділянок вводу та розподільчою частиною мережі. Запропоновані формули зручні для використання на початкових етапах проектування в умовах обмеженості вихідної інформації.

По результатам анализа существующих проектов систем отопления жилых микрорайонов проведена оценка тепловых затрат трубопроводами участков ввода и распределительной частью сети. Предложенные формулы удобны для использования на начальных этапах проектирования в условиях ограниченности выходной информации.

According to the result of analyzing existing heating projects of residential areas an assessment of thermal input costs of pipe-line actions and distributing part of the network was carried out. The suggested formulae are convenient to use on primary stages of designing under the conditions of limited outgoing information.

Ключові слова: житлові мікрорайони, системи опалення, трубопроводи, теплові втрати.

Рівень втрат теплоти та витрати електроенергії при транспортуванні теплоносія є визначальними техніко-економічними показниками, що характеризують ступінь досконалості експлуатації теплових мереж. Розгалуженість мереж централізованих систем теплопостачання обумовлює той факт, що довжина мікрорайонних мереж значно перевищує довжину магістральних ділянок. Так, за даними [1], загальна довжина квартальних мереж у м.Харкові приблизно у 2,5 рази більше до-