

Переработка нефтешламов с использованием электродиспергирования

К.В. Таранцев, профессор кафедры «Технология машиностроения», доцент, канд. техн. наук¹
А.В. Коростелева, аспирант²

¹ Пензенский государственный университет

² Пензенская государственная технологическая академия

e-mail: kvtar@bk.ru, anna-korostelyova@yandex.ru

Ключевые слова:

нефтешлам,
диспергирование,
эмульгирование,
смеситель эжекторного типа,
утилизация нефтесодержащих сточных вод.

Рассмотрены методы обезвреживания и переработки нефтешламов. Показано, что пока наиболее распространен метод сжигания нефтешламов. Устройства, работающие на основе электрогидродинамического метода диспергирования, наиболее эффективны при создании топливных эмульсий. Предложена технологическая схема создания топливных эмульсий в условиях мазутных котельных, позволяющая решить проблему эффективного обезвреживания воды, загрязненной нефтепродуктами.

Состав и физические свойства отработанных и загрязненных нефтей (нефтешламов) могут варьировать в зависимости от источника и способа их образования. Однако все нефтешламы содержат как воду, так и твердые примеси крупного и мелкого диаметра. Зачастую они образуют стойкую не расслаивающуюся эмульсию, что затрудняет процесс разделения. Большинство стандартных методов регенерации нефтешламов не позволяют решить эту проблему [6].

В настоящее время накоплены сотни миллионов тонн токсичных нефтешламов. Велика опасность остановки некоторых нефтеперерабатывающих предприятий из-за переполнения нефтяных амбаров нефтешламами. Строить новые современные полигоны и амбары для хранения нефтешламов дорого и не решает эту проблему по существу.

В настоящее время применяются следующие методы и их комбинации для обезвреживания и переработки нефтяных шламов:

- сжигание нефтяных шламов в виде водных эмульсий и утилизация выделяющегося тепла и газов;
- обезвоживание или сушка нефтяных шламов с возвратом нефтепродуктов в производство, а сточных вод — в оборотную циркуляцию и последующим захоронением твердых остатков;
- отверждение нефтешламов специальными консолидирующими составами с последующим использованием в других отраслях народного хозяйства;

- физико-химическое разделение нефтяного шлама (растворители, деэмульгаторы, ПАВ и др.) на составляющие фазы с последующим использованием.

Наиболее распространенный способ утилизации нефтешламов — сжигание, поскольку оно не требует больших затрат [7]. Для его осуществления необходимо получить водонефтяную эмульсию. Эмульсии получают самопроизвольным эмульгированием, конденсационными и диспергационными методами.

Самопроизвольное эмульгирование происходит без затрат внешней энергии, как правило, в двухкомпонентной гетерогенной системе при температуре, близкой к критической температуре взаимного растворения жидкостей, составляющих эмульсию. Такая эмульсия термодинамически устойчива, так как избыток свободной поверхностной энергии, возникающей при образовании капель, компенсируется энтропийным фактором — стремлением вещества к равномерному распределению в объеме системы. Каждая фаза этой эмульсии представляет собой насыщенный раствор одной жидкости в другой. В случае конденсации из паров, пар одной жидкости (дисперсная фаза) инжектируется под поверхность другой жидкости (дисперсионная среда). В таких условиях пар становится пересыщенным и конденсируется в виде капель размером порядка 1 мкм.

Эмульсии можно получить, используя монодисперсный аэрозоль, полученный конденсационным

методом. Для этого в пересыщенный пар вводят мелкие (размером 10^{-6} см) частицы и дают время для роста центров каплеобразования. В результате образуется практически монодисперсный туман, при пропускании которого в дисперсионную среду получают монодисперсную эмульсию [1].

Диспергационные методы основаны на дроблении грубодисперсной системы, которая представляет собой два несмешивающихся жидких слоя. Существуют следующие основные способы диспергирования [10]:

- механическое распыление, осуществляемое механическим разрушением струи вводимой жидкости мешалками различного типа;
- роторно-пульсационное диспергирование, осуществляемое созданием мощного конвективного потока жидкости в тонком слое в сочетании с непрерывным переориентированием поверхностей раздела;
- гидравлический распыл — ввод диспергируемой жидкости через форсунки;
- пульсационное диспергирование, осуществляемое путем ввода в жидкость через сопла пульсирующей диспергируемой жидкости;
- вибрационное диспергирование в жидкой среде, осуществляемое при возвратно-поступательном движении мешалок различного типа;
- циркуляционное диспергирование, производимое многократным прокачиванием эмульсии через систему аппарат — циркуляционный насос — аппарат;
- ультразвуковое диспергирование, осуществляемое наложением на струю вводимой жидкости колебаний сверхзвуковых частот;
- статическое диспергирование, производимое совместным пропусканием жидкостей через устанавливаемые в трубопроводах «завихрители» различного типа;
- электрогидравлическое диспергирование, основанное на использовании комплекса явлений, сопровождающих электрический разряд в жидкости;
- электрогидродинамическое перемешивание, осуществляемое воздействием сил электрического поля на неоднородно распределенные в объеме жидкости и на границах раздела заряды.

Существующее в настоящее время смесительное оборудование очень энергоемкое, поэтому с экономической точки зрения важным направлением совершенствования существующих технологий диспергирования может стать внедрение эффективного, малоэнергоемкого перемешивания, обеспечивающего существенное увеличение поверхности раздела смешиваемых компонентов, концентрацию значительного ко-

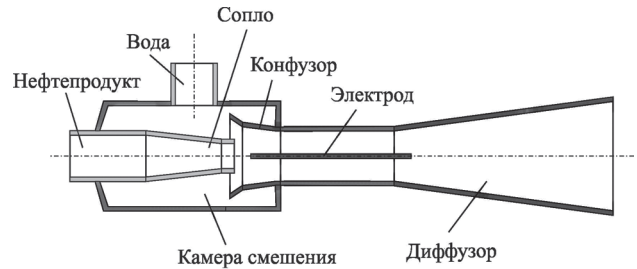


Рис. 1. Конструкция смесителя эжекторного типа, в котором использовано электрогидродинамическое диспергирование

личества энергии непосредственно на границе раздела перемешиваемых сред. Всем этим требованиям отвечают электрические методы эмульгирования [12].

Авторы данной статьи из большого числа известных методов получения эмульсий, после анализа преимуществ и недостатков для конструктивного воплощения выбрали смесители эжекторного типа с рабочей зоной в форме трубы Вентури, в которые предложено установить дополнительную систему электродов. Предложено эжекторное смешивание с дополнительной интенсификацией за счет использования электрогидродинамической конвекции. В этом случае смешивание происходит под действием инерционных сил и сил электрического поля. Получается конструкция, доступная в изготовлении, без подвижных элементов и с простым размещением высоковольтных электродов [11]. Конструкция смесителя эжекторного типа, в котором использовано электрогидродинамическое диспергирование, представлена на рис. 1.

Электрическое поле создается между стержневым электродом, расположенным по оси трубы Вентури, и заземленным корпусом электродиспергатора.

Результаты исследований и последующее сжигание приготовленного утилизируемого топлива в котельных подтвердили, что предложенный диспергатор позволяет получать гомогенную стабильную водонефтяную эмульсию. Технологическая схема узла подготовки топлива к сжиганию представлена на рис. 2.

Мазут поступает в емкость 1, снабженную контролем уровня, через фильтр грубой очистки 4. Шестеренчатым насосом 5 мазут подается в подогреватель 6, так как для приготовления топливных эмульсий, особенно из вязких мазутов марок М-60, М-80 и М-200, обязательно нужно предварительно подогреть мазут до температуры 330–340 К.

При подаче в емкость 1 смесь топливо-вода проходит первую стадию диспергирования, в циркуляционном насосе реализуется вторая стадия диспергирования. Перед форсунками 8 в электрогидродинамическом диспергаторе 9 осуществляется третья стадия диспергирования.

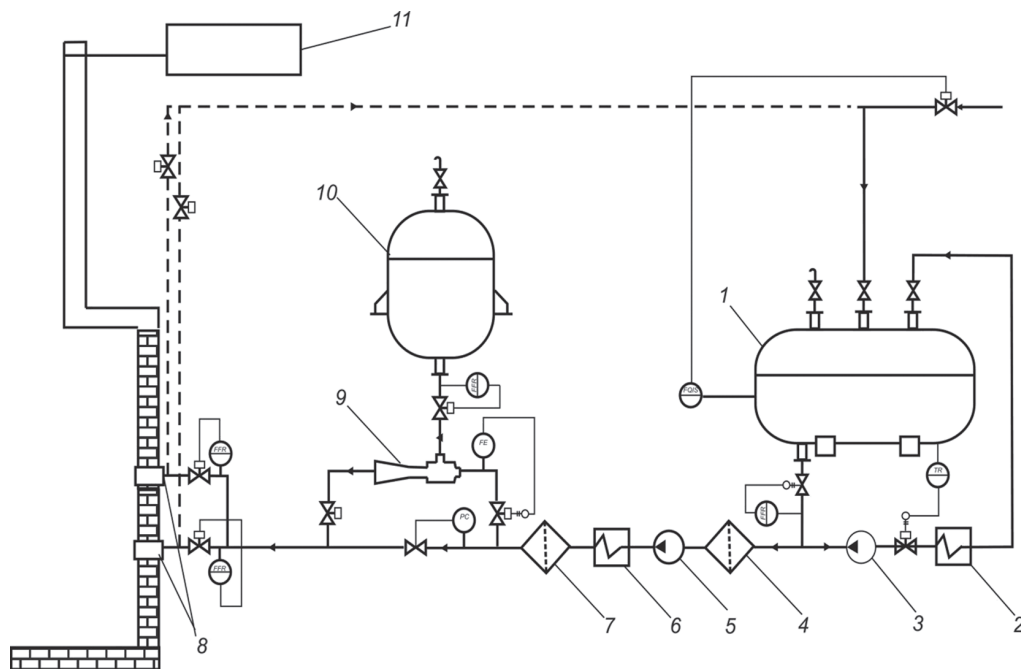


Рис. 2. Схема мазутного хозяйства котельных при подготовке мазута к сжиганию:

1 – резервуар; 2 – подогреватель мазута циркуляционного контура; 3 – циркуляционный насос; 4 – фильтры грубой очистки; 5 – подающий мазутный насос; 6 – подогреватель мазута; 7 – фильтр тонкой очистки; 8 – форсунки котла; 9 – электрогидродинамический диспергатор; 10 – емкость для воды; 11 – модуль экологического мониторинга и контроля

Нагретый мазут через фильтр тонкой очистки 7 может сразу подаваться на форсунки 8 или, при соответствующем переключении арматуры, после фильтра 7 добавляться в загрязненную нефтепродуктами воду из емкости 10.

С включением устройства диспергирования в узел подготовки топлива к сжиганию значительно уменьшаются пределы колебаний дисперсности водной фазы топлива. Стабилизация влажностно-дисперсионных характеристик топлива обеспечивает устойчивость значений теплотехнических показателей работы котлов и более низкий уровень выбросов вредных веществ [2, 3].

Мазутные котельные, где уровень влажности топлива перед сжиганием соответствует оптимальному для эмульсии, а средний размер капель воды в топливе превышает оптимальный диапазон дисперсности эмульсий в 1,5–2 раза, системы топливоподготовки целесообразно оборудовать устройствами для диспергирования топлива. Они позволят не только уменьшить средний размер капель водной фазы, но и повысить однородность мазута [5, 8, 9].

Мазутные котельные, в которых влажность топлива перед сжиганием меньше оптимальных значений влажности эмульсий, целесообразно наряду с устройствами диспергирования оборудовать установками для дозированного ввода воды. При этом решается проблема эффективного обезвреживания воды, загрязненной нефтепродуктами, так как производственно-отопительные котельные не оборудованы специальными очистными сооружениями, а существующую организацию обезвреживания загрязненных вод нельзя признать рациональной [4].

Электрические методы диспергирования имеют ряд очевидных преимуществ, из которых главные — малая энергоемкость и высокая монодисперсность получаемых эмульсий. Эти методы позволяют получать эмульсии с меньшей концентрацией эмульгатора, обладают большой производительностью, обеспечивают получение более стойких эмульсий. Все это приводит к снижению нагрузки на окружающую среду за счет более полного сгорания топлива и утилизации нефтесодержащих сточных вод.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гельфман, М.И. Коллоидная химия: Учебник для вузов / Гельфман М.И., Ковалевич О.В., Юстратов В.П., Ред. О.П. Панайотти. — СПб.: Лань, 2003. — 336 с.
2. Иванов В.М. О механизме горения дисперсных топливных систем / Иванов В.М., Радовицкий И.В., Цепен В.А. // Химия и технология топлив и масел. — 1985. — № 6.

3. Катин В.Д. Повышение экологической эффективности сжигания мазута в котельных установках: монография / Катин В.Д., Косыгин В.Ю., Вольхин И.В. — Хабаровск: ДВГУПС, 2010. — 142 с.
4. Корягин В.А. Исследование содержания вредных веществ в продуктах сгорания водомазутных эмульсий / Корягин В.А., Шевелев К.В., Батуев С.П. // Промышленная энергетика. — 1988. — № 4. — С. 21 — 24.
5. Кулагина Т.А. Теоретические основы защиты окружающей среды : Учеб. пособие. — 2-е изд., перераб. и доп. — Красноярск : ИПЦ КГТУ, 2003. — 332 с.
6. Нефтьшламы // nefteshlamy.ru: Нефтьшламы и нефтешламы. Тематический портал о методах их сбора, очистки, переработки и удаления. URL: <http://www.nefteshlamy.ru> (дата обращения: 10.02.2011).
7. Проблемы утилизации нефтьшламов и способы их переработки / Мазлова Е.А., Мещеряков С.В. // Ноосфера. — 2001. — 56 с.
8. Радаев В.В. Опыт сжигания водомазутных эмульсий в топках котлов // Энергетик. — 2004. — № 12. — С. 26–27.
9. Родионов В.П. Особенности горения водотопливных эмульсий и их экологичность / Родионов В.П., Кирсанов К.А. // Тр. Кубан. ГТУ. — 2005. — Т. 21, вып. 2. — С.259–262.
10. Таранцев К.В. Исследование электрогидродинамических течений сред на границе раздела фаз газ-жидкость // Химическое и нефтегазовое машиностроение. 2009. — № 11. С. 8–10.
11. Таранцев К.В., Таранцева К.П. Конструкции электрогидродинамических эмульгаторов // Химическое и нефтегазовое машиностроение, 2002, № 8, С. 7–8.
12. Хафизов Н.Н. Разработка технологии обессоливания нефти на нефтепромыслах: дис. ...канд. техн. наук. — Уфа, 2009. — 143 с.

Oil Waste Processing by Using of Electrodispersion

K.V. Tarantsev, Ph.D. of Engineering, Professor of “Engineering technique” chair, Associate Professor, Penza state university

A.V. Korosteleva, graduate student, Penza state technological academy

Methods of oil waste neutralization and processing are considered. It is shown that oil waste burning is the most extended of these methods now. However devices based on electro-hydrodynamic dispersion method of working are most effective for creation of fuel emulsions. The technological scheme of fuel emulsion creation in black oil boiler conditions, allowing resolve a problem of effective neutralization of the water polluted by oil products is offered.

Keywords: oil waste; dispersion; emulsification; ejector type mixer; oily waste utilization.

Инструкция о ведении Российского регистра гидротехнических сооружений

Новая Инструкция разработана в соответствии с пунктом 5 постановления Правительства Российской Федерации от 23 мая 1998 г. № 490 «О порядке формирования и ведения Российского регистра гидротехнических сооружений».

Регистр представляет собой единую систему учета, регистрации, хранения и предоставления информации о гидротехнических сооружениях Российской Федерации.

Ведение Регистра осуществляет Федеральное агентство водных ресурсов — Росводресурсы.

В соответствии с Инструкцией Ростехнадзор и Ространснадзор направляют в Росводресурсы информационные данные о поднадзорных гидротехнических сооружениях.

Гидротехнические сооружения вносятся в Регистр на основании заявления собственника или эксплуатирующей организации с приложением необходимых информационных данных о гидротехнических сооружениях.

Регистр формируется и ведется, в частности, в целях:

- сбора, обработки, хранения и распространения информации о количественных и качественных показателях состояния гидротехнических сооружений, условиях их эксплуатации и соответствии этих показателей и условий критериям безопасности гидротехнических сооружений;
- создания информационной основы для разработки и осуществления мероприятий по обеспечению безопасности гидротехнических сооружений и предупреждению чрезвычайных ситуаций;
- информационного обеспечения государственного управления, надзора в области безопасности гидротехнических сооружений.

Более подробно с Инструкцией можно ознакомиться на сайте Минприроды России.

В следующих номерах журнала читатели смогут ознакомиться с публикациями о проблемах безопасности гидротехнических сооружений, в частности проблемах безопасности бесхозных гидротехнических объектов, и совершенствовании нормативно-правового и технического регулирования безопасности в этой области.