

НОВОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПОДГОТОВКИ И МАЛООТХОДНОГО СЖИГАНИЯ ВОДОМАЗУТНЫХ ЭМУЛЬСИЙ

В.Д. Катин, *д-р техн. наук, профессор*

О.И. Колесников, *магистрант*

Дальневосточный государственный университет путей сообщения
(Россия, г. Хабаровск)

Аннотация. В статье дан анализ особенностей сжигания мазута в виде водомазутных эмульсий применительно к печным и котельным установкам нефтеперерабатывающих заводов. Показана актуальность сопутствующей проблемы охраны атмосферного воздуха от загрязнения вредными выбросами котельно-печного парка. Дана характеристика основных схем приготовления водотопливных эмульсий. Разработано и предложено новое устройство для приготовления и малоотходного сжигания жидкого топлива в печи. Показаны эколого-технические преимущества авторской разработки перед аналогами.

Ключевые слова: котельные и печные установки, нефтеперерабатывающий завод, жидкое топливо, водомазутные эмульсии, подготовка и сжигание, малоотходные технологии.

Действующие Федеральные законы [1, 2] нацеливают на повышение энергетической эффективности работы котельно-печного парка, которая основывается на рациональном использовании топлива и энергоресурсов с учетом современных требований охраны окружающей среды. Повышение экологической эффективности использования топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) является проблемой государственной важности. Прежде всего это касается нефтеперерабатывающей промышленности, являющейся ключевым звеном единого ТЭК страны, определяющим рациональное использование нефтяного сырья. По уровню потребления топлива, тепловой и электрической энергии она занимает ведущее место среди других отраслей промышленности. В то же время современные нефтеперерабатывающие заводы (НПЗ), являются главными источниками загрязнения окружающей природной среды, прежде всего атмосферного воздуха. Поэтому эффективному использованию ТЭР и защите окружающей природной

среды от загрязнения придается приоритетное значение.

Трубчатые печи являются головными аппаратами технологических установок НПЗ и основными потребителями топлива: жидкого (топочный мазут) и газообразного (природный газ и собственные газы нефтепереработки). Повышению экологической эффективности сжигания мазута способствует метод, нашедший распространение в энергетике которым является использование в качестве топлива специально приготовленных водомазутных эмульсий (ВМЭ). Известно, что наличие влаги в мазуте при традиционном способе его сжигания приводит к срыву горения, а удаление воды из топлива затруднено из-за входящих в состав мазута асфальтенов, представляющих собой поверхностно-активные вещества (ПАВ), которые являются природными эмульгаторами. Это свойство асфальтенов и было использовано при создании однородных ВМЭ. Сравнительные характеристики мазута и ВМЭ применительно к котельным агрегатам приведены в табл. 1 по данным [3].

Таблица 1. Основные теплотехнические характеристики ВМЭ

Вид топлива	Влажность, %	Теплота сгорания, МДж/кг	Плотность, кг/м ³	Температура застывания, °С	Температура вспышки, °С	Параметры перед форсункой	
						Температура, °С	Вязкость, градус ВУ
Мазут М100	2	40,43	945	25	150	100	4
ВМЭ-5	5	38,42	948	25	160	103	4
ВМЭ-10	10	36,29	950	25	175	90	6
ВМЭ-15	15	34,13	952	25	190	95	6

Как показали исследования ИГИ РАН [4] процесс горения ВМЭ сопровождается разрывами капли вследствие выбросов из нее паров воды. Кроме микродробления, происходит резкое возрастание скоростей

раздробленных капель относительно воздушного потока. Капля эмульсии сгорает быстрее, чем такая же по размерам капля мазута, что видно из опытных данных [4] (табл.2).

Таблица 2. Сравнительные данные выгорания капель мазута и ВМЭ

Топливо	Диаметр капли, мм	Общее время горения капли, с	Время горения сажи, с
Мазут	1,1	3,30	1,4
ВМЭ	1,1	2,48	1,1

Сжигание мазута в виде ВМЭ позволяет сократить время горения углеродного остатка (сажи) на 20-22%. На увеличение скорости выгорания ВМЭ определенное влияние оказывает повышенная концентрация в зоне горения радикалов Н и ОН. Оптимальное содержание воды в ВМЭ, по данным исследований [3÷6], составляет 10-15%, при этом наблюдается повышение светимости факела, интенсифицируется процесс сжигания мазута, уменьшается закоксовывание форсунок и снижается концентрация сажистых частиц, что снижает уровень загрязнения атмосферы.

Итак, наличие влаги в мазуте в тонкодисперсном состоянии способствует ускорению и полноте горения. Другой важный вывод по сжиганию ВМЭ касается возможности применения в качестве добавки на НПЗ различных подтоварных вод, содержащих примеси нефти и масел.

В настоящее время многие российские фирмы успешно осуществляют перевод печных и котельных установок на сжигание ВМЭ. Научно-технический центр "ЛАГ Инжиниринг" реализовал технологию приготовления и сжигания ВМЭ на

ряде предприятий России, в том числе на Ярославском НПЗ [7].

Накопленный опыт свидетельствует о том, что существуют определенные закономерности изменения экологических показателей работы котельных и печных агрегатов, переводимых на сжигание ВМЭ [7]:

- повышение КПД тепловых агрегатов на 3-5 %;
- снижение выбросов оксида углерода и сажи на 50-80%, оксидов азота на 30-35%, бенз(а)пирена на 50-90%.

Очевидно, что применение ВМЭ является перспективным направлением для защиты окружающей среды от загрязнения. Срок окупаемости капитальных затрат при переводе котлов или печей на ВМЭ не превышает 1 года. С учетом результатов исследований в области приготовления и сжигания ВМЭ можно рекомендовать их для НПЗ как малоотходные технологии по защите окружающей среды за счет снижения вредных выбросов атмосферы. В связи с этим, особый интерес представляет исследование технологического процесса подготовки и сжигания мазута в виде ВМЭ.

При этом необходимо отметить, что существуют два направления приготовления ВМЭ: диспергированием обводненного топлива и добавлением воды, в том числе содержащей нефтепродукты в безводное топливо. В любом случае система приготовления ВМЭ должна быть приспособлена к существующей схеме мазутного хозяйства и обеспечивать условия сжигания. Ниже приводятся основные принципиальные решения организации приготовления ВМЭ и их краткий анализ.

Рассмотрим наиболее рациональные схемы приготовления ВМЭ: тупиковую, циркуляционную и комбинированную [5, 8].

При сжигании маловязких мазутов, когда котлы работают на стабильных нагрузках, топливное хозяйство работает по тупиковой схеме. При этом предусматривается установка расходной емкости объемом не более 5 м^3 , мазут в которую поступает из основных резервуаров мазутохранилища. Малая вязкость топлива предопределяет достаточную эффективность обезвоживания топлива методом отстоя. При ограниченном количестве основных резервуаров и их небольшой вместимости подготовку обводненного топлива к сжиганию можно улучшить забором топлива с верхнего уровня подъемной трубой. Избавиться от присутствия воды в топливе полностью не удастся и чтобы предотвратить ее проскоки можно забирать топливо с верхнего и нижнего уровней, ограничив забор с нижнего уровня величиной допускаемой влажности топлива ($W \sim 20\%$).

Получив в резервуаре грубую смесь воды и топлива, ее можно эмульгировать в диспергаторе. Используя струйный насос в сочетании с диспергатором, можно дозировать поступающее самотеком из емкости высокообводненное топливо. При сборе высокообводненного топлива в дренажный приямок его подают к диспергатору насосом и таким образом получается качественная ВМЭ к сжиганию.

При использовании вязких мазутов возрастают сложности их подготовки к сжиганию. Соответственно и усложняется технологическая схема мазутного хозяйст-

ва, в которой обязательна линия рециркуляции мазута из котельной в основной резервуар и на всасывающие насосы, через которую подается около 15% мазута от общего количества, поступающего в котельную.

Поскольку одной из задач мазутных хозяйств является выделение воды из топлива, то проблема может быть решена за счет изменения принятой проектом технологии перекачивания мазута из приемных емкостей в основные резервуары. Для этого специально выделяются две емкости, одна из которых используется для постоянной подачи мазута к котлам. Остальные емкости являются резервными и служат для пополнения расходного резервуара и приема слитого мазута из приемного резервуара.

Применение отдельного слива в две стадии, когда основную массу топлива сливают в резервные резервуары, а мазут после зачистки цистерн – в отстойный резервуары, позволяет уменьшить обводненность топлива в резервных резервуарах в 2-5 раз. В результате в отстойном резервуаре собирается водотопливная смесь с содержанием водной фазы до 75% и более, что способствует дополнительному разделению воды и топлива.

Для печей, часто переходящих с газа на мазут, а также при использовании тяжелых мазутов наиболее приемлемой является схема мазутного хозяйства. Маневренность обеспечивается ее разделением на два последовательных рециркуляционных кольца. Рециркуляция от горелочных устройств замыкается на расходную емкость и при закрытии вентиля рециркуляции мазутное хозяйство работает по тупиковой схеме. Второе рециркуляционное кольцо начинается после насоса, перекачивающего топливо в расходный резервуар, и замыкается на основную емкость. Главным назначением второго рециркуляционного кольца является выравнивание состава топлива в основной емкости и предотвращение расслоения топлива и воды, что повышает эффективность сжигания ВМЭ.

Режим приготовления и сжигания ВМЭ, получаемой данным методом, является пе-

риодическим, что не обеспечивает технологической гибкости системы. Использование специальных диспергаторов является более прогрессивным подходом к процессу получения ВМЭ, реализующим непрерывный режим их приготовления и сжигания в котлах и печах. Преимущества систем с непрерывным режимом приготовления и сжигания ВМЭ очевидны. Большинство современных схем приготовления ВМЭ используют диспергирующие устройства и являются проточными системами, в которых ВМЭ после приготовления подается на сжигание [5].

На кафедре "Техносферная безопасность" ДВГУПС разработано устройство, которое представляет собой последовательно соединенные трубопровод подачи

нефтепродукта, фильтр, насос, эмульгатор, форсунка, топка, печь и дымовая труба, соединенная с ней через дымоход. Участок трубопровода подачи жидкого топлива специально проложен в канале дымохода. Благодаря такому исполнению жидкое топливо подогревалось до необходимой температуры за счет утилизации тепла продуктов сгорания, удаляемых из печного агрегата через дымоход в дымовую трубу.

Сущность авторского технического решения пояснена на рисунке, где схематично изображено устройство сжигания ВМЭ. Отметим, что на данную установку для малоотходного сжигания топлива в виде ВМЭ получен патент на полезную модель, как имеющая новизну и экологический эффект [9].

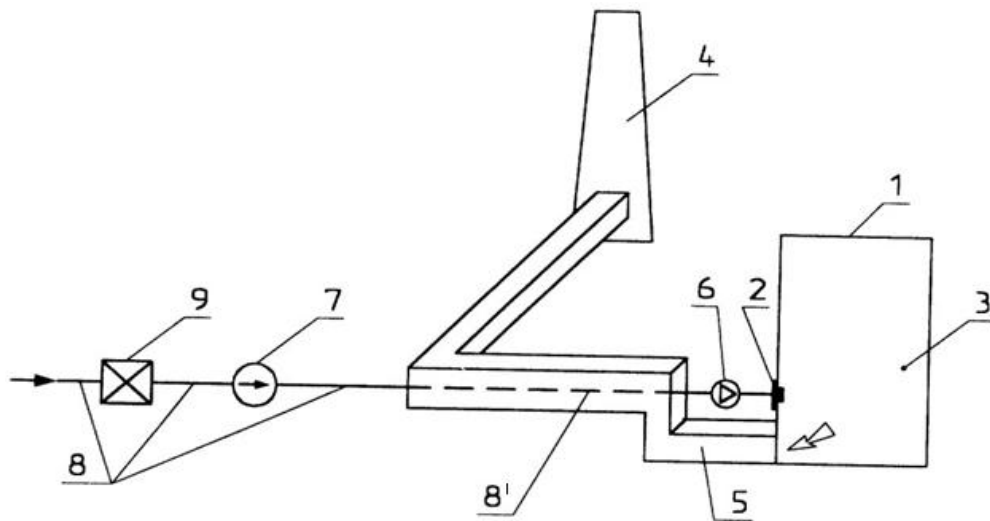


Рисунок 1. Новое устройство для малоотходного сжигания жидкого топлива с утилизацией теплоты печных газов

Примечание: 1 – печь; 2-форсунка; 3 – топка; 4 – дымовая труба; 5 – дымоход; 6 – эмульгатор; 7 – насос; 8 – трубопровод; 8' – трубопровод в канале дымохода; 9 – фильтр

Новое устройство работает следующим образом. Новое устройство работает следующим образом. Жидкое топливо по подающему трубопроводу 8 поступает в фильтр 9 при помощи насоса 7. В фильтре 9 жидкое топливо очищается от механических примесей и далее проходит по участку трубопровода 8', проложенному в канале дымохода 5 (длиной от 50 до 100 м), где подогревается до необходимой температуры за счет теплоты дымовых газов, уходящих из печного 1 через дымоход 5 в дымо-

вую трубу 4 и далее в атмосферу. Подогретый обводненный мазут поступает в эмульгатор 6, в котором из него готовится ВМЭ, подаваемая в форсунку 2, где происходит распыление и сжигание ее в топке 3 печи 1.

Таким образом, использование предлагаемой установки позволит обеспечить следующие преимущества перед аналогичными известными устройствами:

– простота и новизна конструкции;

– значительное сокращение выбросов вредных веществ (сажи, оксидов азота и оксида углерода);

– повышение КПД печного агрегата за счет утилизации теплоты уходящих дымовых газов на 5-10 %.

В настоящее время авторами производится дальнейшая доработка вопроса повышения эффективности работы нового

устройства за счет изменения конструкции дымохода и увеличения интенсивности теплообмена в канале дымохода. Авторами оформляется заявка на предполагаемое изобретение. Новая установка позволит существенно повысить КПД печи на жидком топливе, а следовательно, снизить расход мазута и выбросы вредных веществ в атмосферу.

Библиографический список

1. *Об энергосбережении* и повышении энергетической эффективности: федеральный закон. – М.: ПРИОР, 2012. – 20 с.
2. *Об охране окружающей среды*: федеральный закон. – М.: Омега-Л, 2015. – 68 с.
3. *Воликов А.Н.* Сжигание газового и жидкого топлива в котлах малой мощности. – СПб.: Недра, 1998. – 160 с.
4. *Иванов В.М.* Топливные эмульсии. – М.: Недра, 1982. – 216 с.
5. *Корягин В.А.* Сжигание водотопливных эмульсий и снижение вредных выбросов. – СПб.: Недра, 1995. – 304 с.
6. *Катин В.Д., Вольхин И.В.* Подготовка и сжигание водомазутных эмульсий и охрана окружающей среды на железнодорожном транспорте. – Владивосток: Дальнаука, 2011. – 166 с.
7. *Карминский В.Д.* Экологические проблемы и энергосбережение. – М.: Маршрут, 2004. – 591 с.
8. *Адамов В.А.* Сжигание мазута в топках котлов. – СПб.: Недра, 1989. – 304 с.
9. *Патент №31990 Россия, 7В01F 3/06.* Устройство для сжигания жидкого топлива / Катин В.Д., Вольхин И.В.; Оpubл. 10.09.03. Бюл. №25.

NEW DEVICE FOR PREPARING AND BURNING LOW-WATER-OIL EMULSION

V.D. Katin, *doctor of technical sciences, professor*

O.I. Kolesnikov, *graduate student*

Far Eastern state transport university
(Russia, Khabarovsk)

Abstract. *The article analyzes the characteristics of combustion of fuel oil as a water-oil emulsion applied to the furnace boiler plants refineries. The urgency of the concomitant problems of air protection from pollution by harmful emissions of boiler and furnace Park. The characteristic of the main schemes of preparation water-fuel emulsions. To develop and propose a new device for the preparation of low-waste and the combustion of liquid fuel in the furnace. Showing ecological and technical advantages over similar authoring.*

Keywords: *boiler and furnace plants, refinery, fuel oil, water-oil emulsion, the preparation and burning, low-waste technologies.*