

**Сарилов М. Ю., Отряскина Т. А., Курильченко М. С.**  
**M. Yu. Sarilov, T. A. Otryaskina, M. S. Kurilchenko**

## **СЖИГАНИЕ ВОДОМАЗУТНОЙ ЭМУЛЬСИИ В КОТЕЛЬНЫХ УСТАНОВКАХ**

### **COMBUSTION OF WATER-OIL EMULSION IN BOILER PLANTS**

**Сарилов Михаил Юрьевич** – доктор технических наук, доцент, профессор кафедры «Машиностроение» Комсомольского-на-Амуре государственного университета (Россия, Комсомольск-на-Амуре). E-mail: Sarilov.my@knastu.ru.

**Mikhail Yu. Sarilov** – Doctor of Engineering, Professor, Mechanical Engineering Department, Komsomolsk-na-Amure State University (Russia, Komsomolsk-on-Amur). E-mail: Sarilov.my@knastu.ru.

**Отряскина Татьяна Александровна** – кандидат технических наук, доцент кафедры «Машиностроение» Комсомольского-на-Амуре государственного университета (Россия, Комсомольск-на-Амуре). E-mail: knastu2000@mail.ru.

**Tatyana A. Otryaskina** – PhD in Engineering, Assistant Professor, Mechanical Engineering Department, Komsomolsk-na-Amure State University (Russia, Komsomolsk-on-Amur). E-mail: knastu2000@mail.ru.

**Курильченко Максим Сергеевич** – магистрант кафедры «Машиностроение» Комсомольского-на-Амуре государственного университета (Россия, Комсомольск-на-Амуре). E-mail: pavlovskay.2000@mail.ru.

**Maxim S. Kurilchenko** – Master's Degree Student, Mechanical Engineering Department, Komsomolsk-na-Amure State University (Russia, Komsomolsk-on-Amur). E-mail: maksim080799@mail.ru.

**Аннотация.** В статье рассмотрен метод сжигания топочного мазута в виде водомазутной эмульсии с малым содержанием вредных выбросов при сжигании, что даёт положительный эффект для окружающей среды и уменьшает её загрязнение. Данная тематика является актуальной, т. к. большинство котельных использует мазут в виде топлива. Предложен способ приготовления мазута в виде водомазутной эмульсии для сжигания в паровых котельных.

**Summary.** The article considers the method of burning fuel oil in the form of a water-oil emulsion with a low content of harmful emissions during combustion, which has a positive effect on the surrounding environment and reduces its pollution. This topic is relevant, since a large number of boiler houses use fuel oil as fuel. A method for preparing fuel oil in the form of a water-oil emulsion for combustion in steam boilers is proposed.

**Ключевые слова:** водомазутная эмульсия, топочный мазут, топливо, фракции, продукты горения, температура кипения, эмульгатор мазута.

**Key words:** oil-water emulsion, fuel oil, fuel, fractions, combustion products, boiling point, fuel oil emulsifier.

УДК 66.02

Научные изыскания по снижению расходов топлива и экологичности работы мазутных котельных востребованы в данное время. Наилучшим технологическим средством достижения хороших показателей в этом вопросе может быть использование водомазутной эмульсии (ВМЭ). Исследование таких эмульсий началось ещё в Советском Союзе в начале второй половины прошлого века. При этом были опробованы многие изобретения и новшества, а практические применения, расчёты однозначно показывали, что изменение технологии подготовки топлива для котлов, конкретно применение ВМЭ, является наиболее целесообразным [1].

Основной проблемой при использовании мазута для работы котельных является отказ оборудования из-за качества мазута, что приводит к увеличению объёма его потребления и, как следствие, к большому выбросу вредных веществ (оксида азота, сажи, бензпирена), содержащихся в мазуте, в окружающую среду.

Для рассмотрения данной проблемы необходимо обратить внимание на следующие вопросы:

- При транспортировке и хранении мазут насыщается водой, а также вода конденсируется при разогреве мазута во время слива, что приводит к образованию водяных линз и неоднородности мазута. Устранение неоднородности мазута сопровождается потерями времени и дополнительными финансовыми затратами.

- В связи с повышением качества переработки нефти нефтезаводы стали выпускать более вязкий мазут с большей температурой вспышки, что в свою очередь приводит к проблемам при сжигании и хранения мазута.

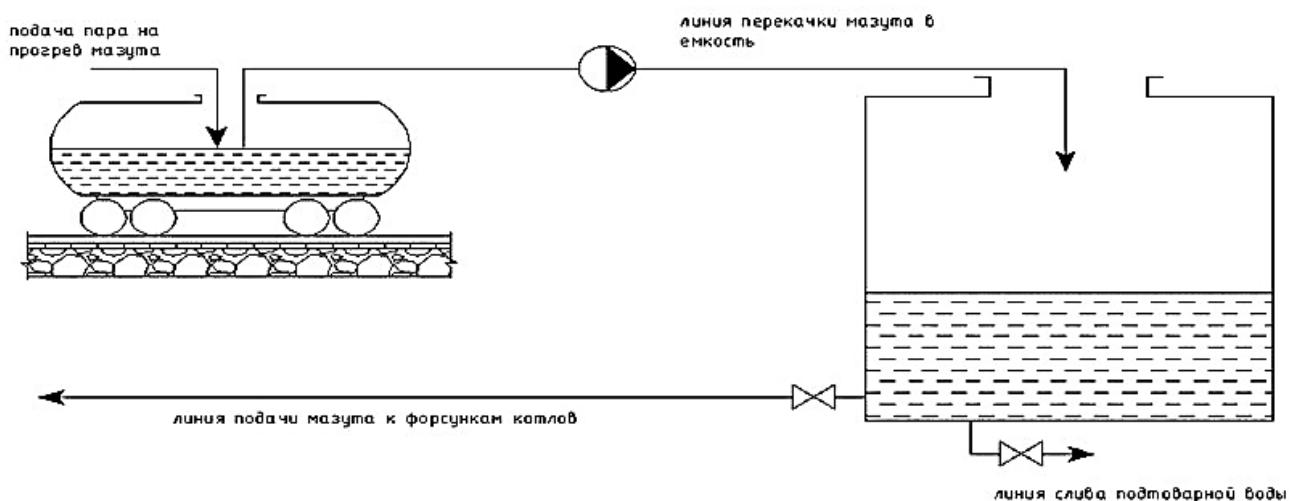


Рис. 1. Существующая схема перекачки мазута

Одним из методов решения данных вопросов является создание мелкодисперсной эмульсии, что приводило бы к уменьшению вязкости мазута и убирало бы водяные линзы. Снижение вязкости мазута позволяет снизить температуру вспышки, что в свою очередь приводит к быстрому возгоранию топлива и снижению нагрузки на оборудование во время пуска. Также снижение вязкости приводит к образованию лёгких углеводородов, что повышает коэффициент горения и снижает вредные выбросы. Отсутствие водяных линз обеспечивает постоянство факела горения, без обрывов, которые ведут к образованию свободных радикалов  $\text{OH}$  и  $\text{H}$ , что катализирует процесс горения.

Но достичь мелкодисперсной эмульсии простым смешиванием любой интенсивности воды и мазута не получается. Поэтому был сконструирован эмульгатор мазута, изображённый на рис. 2. Эмульгатор сфотографирован с разных ракурсов, он изготовлен на базе центробежного консольного насоса типа К, в котором заменено рабочее колесо на перфорированный цилиндрический диск, что позволяет получать эмульсию нужной концентрации.

В водомазутной эмульсии вода присутствует в виде частиц размером  $3 \dots 16$  мкм, равномерно распределённых по всему объёму мазута, при этом при эмульгировании частицы воды получают положительный электрический заряд. За счёт электрического заряда частицы воды притягивают молекулы углеводорода, что приводит к образованию мицеллы — частицы воды внутри мазутной капсулы. Мицелла — это капля воды, которую обволакивает тонкий слой мазута, своеобразная «капля в капле». Такая структура капли воды в оболочке мазута не позволяет воде объединяться в крупные капли и сохраняет ВМЭ достаточно продолжительное время (благодаря положительно заряженным частицам воды). При нагреве мицеллы во время горения вода внутри начинает вскипать, т. к. температура кипения у неё ниже, чем у мазута (разница примерно на  $190$  °С). Когда вода закипает и образует пар, мазут ещё находится в жидкой фазе, тем самым препятствуя испарению водяного пара. При достижении критического давления внутри мицеллы возникает микровзрыв (мазутная капсула разрушается перегретым водяным паром и рассеивается по всему объёму). Это

позволяет в несколько раз увеличить поверхность контакта мазута с кислородом, что равносильно распылению мазута под давлением  $140...310 \text{ кг/см}^2$  из форсунок, приводит к качественному сжиганию мазута и уменьшает его расход, а также снижает количество вредных выбросов в атмосферу.



Рис. 2. Эмульгатор мазута

На рис. 3 представлена изменённая схема подачи мазута, где в основную цепь включён узел подачи воды, ёмкость для смешивания мазута и воды, а также после ёмкости включён разработанный эмульгатор. В дальнейшем подготовленная эмульсия подаётся на горелку под номинальным давлением  $2...10 \text{ кгс/см}^2$ .

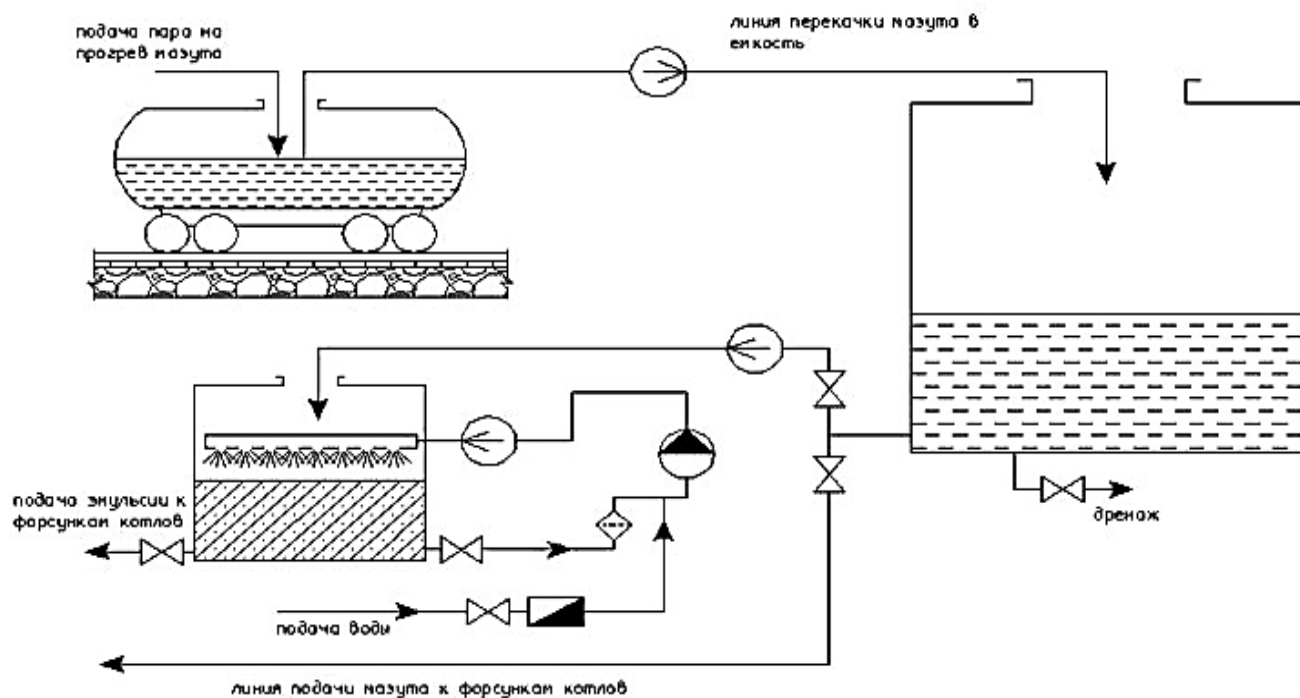


Рис. 3. Схема подготовки водомазутной эмульсии

Данный тип подготовки топлива позволяет эффективно сжигать мазут при минимальном уменьшении КПД котла и при значительном снижении вредных выбросов за счёт полного сгорания мазута. Из-за содержания воды в факеле горелки пламя приобретает синеватый оттенок [3].

**Заключение.** Применение диспергирования топочного мазута обеспечивает стабильность режимов горения и оптимизирует КПД котла за счёт следующих эффектов:

- удержание оптимальных параметров КПД котла при режимах, меньших номинальных, достигается за счёт эффекта повторного измельчения частиц эмульсии в топке;
- снижение количества воздуха в зоне работы котла уменьшает температуру точки росы уходящих газов примерно до  $110 \text{ }^\circ\text{C}$ . Это позволяет уменьшить сернокислотную коррозию эле-

ментов котла и оборудования и увеличить КПД котла за счёт частичного возврата тепла уходящих газов;

- использование ВМЭ позволяет снизить содержание вредных веществ уходящих газов: CO, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub> примерно в два раза, сажи – в 3...4 раза;

- возможно применение в качестве топлива горючих нефтесодержащих отходов разных химических, нефтеперерабатывающих производств, стоимость которых существенно меньше стоимости мазута. В виде эмульсий эти отходы можно сжигать без вреда для окружающей среды.

#### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Катин, В. Д. Экологические проблемы сжигания топлива в котельных установках и перспективы их решения / В. Д. Катин // Наука и техника транспорта. – 2004. – № 2. – С. 6-11.

2. Геллер, С. В. Приготовление водомазутных эмульсий посредством волновой диспергации / С. В. Геллер // Новости теплоснабжения. – 2010. – № 4. – С. 21-23.

3. Воликов, А. Н. Уничтожение замазученных вод отопительных котельных путём сжигания в виде водомазутных эмульсий / А. Н. Воликов // Промышленная энергетика. – 1999. – № 10. – С. 48-50.