

## **СОЗДАНИЕ И РАЗВИТИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОГО МЕТОДА СЖИГАНИЯ ЖИДКОГО ТОПЛИВА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВЫСОКОПОТЕНЦИАЛЬНОГО ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОГО ПОЛЯ**

***В. Я. Свинцов, Р. В. Муканов***

*Астраханский инженерно-строительный институт,  
г. Астрахань (Россия)*

В настоящее время в энергетике и промышленности России и мира используется несколько видов источников получения энергии, это:

- ископаемые невозобновляемые источники — основа современной промышленности;
- атомная энергия;
- термоядерный синтез;
- возобновляемая энергетика (приливная, геотермальная, солнечная, ветряная, гидроэнергия).

В общем объеме выработки энергии во всем мире атомная и термоядерная энергия в развитых странах составляет не более 20 % от общего объема произведенной энергии, а альтернативная и нетрадиционная энергетика не более 5 %. Основной объем производимой энергии, а это более 70 % вырабатываемой энергии, приходится на использование традиционных ископаемых видов топлива, но в качестве основных широкое распространение получили газообразное топливо (природный газ, сжиженные газы) продукты переработки нефти (дизельное топливо, мазуты различных марок) а также твердое топливо (угли, сланцы, торф).

В настоящее время в развитых странах потребление газа составляет от 25 до 40 %, ядерной энергии от 4 до 10 %, твердого топлива от 16 до 27 %, потребление нефти находится в пределах 40–45 %. За счет нетрадиционных источников энергии замещается 2–4 % энергии, исключение

составляет Австралия, в балансе которой солнечная энергетика занимает около 30 % [1].

Основным продуктом переработки нефти, наряду с дизельным топливом, используемыми для выработки энергии, как в коммунальном хозяйстве, так и в промышленности является мазут. Мазут представляет собой смесь тяжелых жидких углеводородов, остающихся после перегонки нефти. Его состав зависит от состава сырой нефти и технологии ее перегонки. В 2011 г. производство мазута в России составило 73,3 млн т. Мазут является основным источником получения энергии в регионах, не охваченных системами газоснабжения.

По данным статистики, в различных регионах России в настоящее время доля мазута в энергетическом балансе занимает 13,1 %, но в некоторых регионах использование мазута более 50 %.

Эффективность сжигания жидкого топлива зависит от множества факторов, основными из которых являются физико-химические процессы горения, организация процесса горения и техническое состояние энергетического оборудования. Повышение эффективности сжигания жидкого топлива является основным направлением совершенствования теплогенерирующих установок работающих на жидком топливе.

Основные положения теории горения жидких топлив были опубликованы в трудах советских ученых в 60–80-х гг. прошлого века Г. Ф. Кнорре, И. И. Палеева [1], Д. М. Хзмаляна и Я. А. Когана [2], В. В. Померанцева [3].

Как следует из теории и экспериментальных исследований качество сжигания жидкого топлива зависит от следующих параметров: дисперсных характеристик распыляемого топлива, факела распыла, организации топливно-воздушной смеси и процесса горения.

Исходя из вышеперечисленного, можно сделать вывод, что разработка высокоэффективных устройств для диспергирования жидкого топлива актуальна, и их разработка позволит повысить коэффициент использования топлива, общий КПД котельной установки, улучшит экологичность выбросов в атмосферу, уменьшит стоимость вырабатываемого тепла.

Использующиеся в настоящее время способы диспергирования жидкого топлива основаны на механических пневматических и гидравлических способах распыления которые имеют как присущие им достоинства, так и недостатки в силу которых они не могут быть использованы для диспергирования топлив.

Из анализа научно-технических источников установлено, что высокую эффективность процесса диспергирования показал электростатический способ распыления жидкостей в высокопотенциальных электростатических полях [4].

Вопросы электростатического распыления жидких топлив и водотопливных эмульсий в настоящее время встречающиеся в ряде публикаций

имеют умозрительный характер. В этих статьях отсутствуют данные по результатам научных исследований по данной тематике.

Для оценки эффективности использования электростатического способа распыления применительно к жидкому топливу необходимо провести аналитические и экспериментальные исследования, рассмотреть влияние технологических параметров на процесс диспергирования также оценить возможность применения данного метода в промышленности.

Для проверки возможности диспергирования топлив данным способом был изготовлен распылительный стенд, состоящий из источника высокого напряжения и распылительного узла

Были проведены серии экспериментов на чистом машинном масле, которое было использовано в качестве модельной жидкости и имеет схожие с мазутом физические свойства. Масло наливалось в емкость и по штуцеру (игле) под действием сил тяжести вытекало из него и распылялось на второй электрод. При отсутствии напряжения на электродах капля масла увеличивалась постепенно в размерах и при превышении критического размера под действием сил тяжести она отделялась от штуцера. Размер отделяемой капли зависел главным образом от температуры распыляемой модельной жидкости, то есть от ее вязкости. При повышении напряжения на электродах до определенного значения процесс отделения капли от штуцера становился интенсивнее, а размер капель уменьшался. При дальнейшем увеличении напряжения на электродах при достижении определенного значения напряженности электростатического поля происходило резкое «схлопывание» сопровождаемое звуковым эффектом и происходило очень мелкодисперсное (практически не видимое глазу) распыление. О том, что распыление происходит, можно было судить о появлявшемся ареоле круглого размера в котором визуально было видно результат падения распыляемой жидкости (визуальный эффект можно сравнить с «кипением» в этом ареоле). Различные методы подсвечивания распыляемого факела позволили получить отчетливые снимки данного процесса, показаны на рис. 2.

Дальнейшее увеличение напряжения на электродах приводило к увеличению размера «ареола» распыления, что позволяет нам сделать первичный вывод, что процесс распыления является регулируемым. В будущем при разработке устройства диспергирования жидкого топлива для котельных установок это будет одним из основных условий для организации работы котла на долевых (отличных от номинального) режимах.

Вторая серия экспериментов была проведена с целью проверить, как изменится характер процесса при распылении водомасляной эмульсии. Водомазутная эмульсия, представляющая собой своеобразный коллоидный раствор, и является особым типом топлива, количественно качественно и изменяющим процесс его окисления (горения). При горении капель эмульгированного топлива наблюдается ряд явлений, не присущих горению капель однокомпонентного топлива, так называемые «микровзрывы».

Возникновение этого явления можно объяснить разными температурами кипения мазута и воды. Попадая в топочное пространство, содержащиеся в эмульсии высокодисперсные частицы водяных фракций практически мгновенно испаряются, превращаясь в паровые пузырьки, которые как бы «разрывают» капельки жидкого топлива (мазута) на мельчайшие частицы. В результате происходит вторичное, более тонкое диспергирование топлива. Использование водотопливных эмульсий позволяет уменьшить эмиссию оксидов азота, сернистого ангидрида, и полностью исключил недожог ( $CO = 0$ ), что положительно сказывается в первую очередь на экологичности выбросов от котельных установок. По нашему предположению, добавление воды как электропроводящей жидкости позволит изменить электропроводимость смеси и улучшить электростатическое распыление.

Водомасляная эмульсия с содержанием воды от 2 до 10 процентов создавалась в бытовом приборе типа «миксер» при одновременной загрузке масла и воды. Получаемая эмульсия в процессе перемешивания становилась однородной непрозрачной жидкостью молочного цвета (эмульсия машинного масла и воды). Далее эмульсия заливалась в емкость и через штуцер подавалась в распылительный узел. Проведенные эксперименты показали, что при распылении эмульсии процесс начинался при меньшем напряжении на электродах, в отличие от экспериментов на чистом масле, а сам процесс распыления был более регулируемым и при достижении определенного напряжения получался отчетливый факел распыления (см. рис. 1). При дальнейшем увеличении напряжения факел менял размер, что подтверждало наш первоначальное предположение о регулируемости процесса распыления в зависимости от подаваемого напряжения на электродах.



Рис. 1. Распыление водомасляной эмульсии

Получаемое при использовании водомасляной эмульсии распыление более интенсивное и визуальное более мелкодисперсное, чем при использовании чистого масла.

Представленные выше результаты экспериментальных исследований подтверждают эффективность нового метода и, соответственно, перспективность разработки электростатического метода и устройства применительно к организации процесса сжигания жидкого топлива в топках котельных агрегатов.

Дальнейшее проведение исследований на модельных жидкостях и мазуте позволят подтвердить или опровергнуть преимущества электростатического способа распыления применительно к мазуту его актуальность и возможность использования в топочных устройствах теплогенерирующих установок.

#### **Список литературы**

1. Теория топочных процессов / под ред. Г. Ф. Кнорре, И. И. Палеева. – М. ; Л. : Энергия, 1966. – 491 с.
2. Теория горения и топочные устройства : учеб. пособие для теплоэнерг. специальностей вузов / Д. М. Хзмалян, Я. А. Каган ; под ред. д-ра техн. наук, проф. Д. М. Хзмаляна. – М. : Энергия, 1976. – 487 с
3. Основы практической теории горения : учеб. пособие для энерг. спец. вузов / под ред. В. В. Померанцева. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л. : Энергоатомиздат, 1986. – 309 с.
4. Френкель, А. И. На заре физики / А. И. Френкель. – Л. : Наука, 1970. – 384 с.