

Состояние проблемы получения и сжигания котельного топлива на основе водомазутной эмульсии

Сергеева Ю.Н., Горбунов А.Д.

Украина, г.Днепродзержинск, Днепропетровская обл.,
Днепродзержинский Государственный Технический Университет

Черниченко В.Е.

Украина, г. Кременчуг, Полтавская обл.,
Кременчугский Государственный Политехнический Университет

With burning of water emulsifical fuel in the ship boiler stockings is possible to allocate two kinds of its atomization before combustion: disintegration of a fuel jet in the nozzle and secondary selfatomization with emulsion fuel drops microexplosion. For generalization of experimental data on dispersive characteristics of boiler nozzles the functional connection between sedate complexes describing an average diameter of dry fuel drops is used.

В настоящее время основным жидким котельным топливом в энергетике и коммунально-бытовом секторе является мазут. Поэтому актуальным является стремление энергетиков обеспечить полноту сгорания мазута, сократить его расходы и снизить выбросы оксидов азота, серы, сажи, конденсированных ароматических углеводородов и т.д.

Мазут, используемый на электростанциях, обычно содержит воду, а его обводнение уже происходит при производстве и хранении в мазутохранилищах. Кроме того, вследствие высокой вязкости мазута, при сливе его из цистерн необходим предварительный разогрев его острым водяным паром, что приводит к дополнительному повышению влажности топлива. Из-за малой разницы в плотностях воды и мазута, вода распределяется в объеме мазута неравномерно в виде линз, что на практике приводит к срыву факела пламени при его сжигании. Поэтому мазут необходимо обезвоживать, что существенно повышает эксплуатационные затраты. Однако эти негативные явления могут быть значительно снижены при использовании эмульгированных топлив.

Это один из наиболее эффективных методов повышения качества сжигания жидкого топлива и сокращения вредных выбросов. Водяные пары в зоне горения ускоряют выгорание, что приводит к уменьшению сажеобразования и канцерогенных выбросов, а снижение температуры горения топлива за счет воды сокращает образование оксидов азота. Тем самым обеспечивается дополнительный распыл топлива, что способствует увеличению скорости и полноты сгорания. Таким образом, применение мазута в виде ВМЭ позволяет решить две важные проблемы: сэкономить дефицитное жидкое топливо и снизить техногенные нагрузки в экосферу.

В современной практике наиболее широкое применение при приготовлении эмульсий получили следующие типы диспергаторов: механические, роторные, парожеткорные, ультразвуковые и гидродинамические. К наиболее эффективным аппаратам относятся устройства, работающие на принципе использования кавитации.

При работе всех диспергирующих устройств наблюдается возникновение турбулентности. Турбулентное давление жидкости характеризуется числом Рейнольдса Re . При числах $Re \gg 100$ возникают очаги турбулентности, быстро затухающие при удалении от источника. Установлено, что в области возникновения турбулентности происходит диспергирование, а в других областях — только транспорт частичек. При турбулентном движении может возникнуть кавитация, которая интенсифицирует эмульгирование. Использование этого явления привело к созданию целого класса

диспергирующих устройств — кавитационных диспергаторов, характеризующихся невысокими удельными энергозатратами, высоким качеством получаемой эмульсии, большой производительности при небольших габаритах установки. Кавитационные диспергаторы обеспечивают более высокую дисперсность, которая является одним из определяющих факторов диспергирования. В области кавитационных режимов работы происходит ускорение эмульгирования, при сохранении удельных энергетических затрат неизменными.

Для стабилизации получаемых эмульсий вводятся различные эмульгаторы. Стабильность ВМЭ более высокая, чем у других ДТС. Это объясняется тем, что мазут является сложной коллоидной системой, содержащей ароматические углеводы до 25%, парафиновые до 30—60%, нафтеновые до 20—40% [1]. Асфальтены и смолы, содержащиеся в мазуте до 20%, способствуют образованию стабильной дисперсной системы [1]. Сравнительно высокая стабильность ВМЭ обеспечивается также тем, что плотность мазута 950—1050 кг/м³ практически равна плотности воды. При комнатных температурах большая вязкость мазута препятствует седиментации. По этим причинам введение ПАВ в водомазутные эмульсии не требуется. Научные исследования показали, что эмульгирование топлива приводит к значительному снижению удельного содержания топливного компонента в испаряющейся газочапельной струе. В результате снижения содержания топливного компонента предпламенные химические превращения при впрыске водотопливных эмульсий протекают в несколько раз более бедной смеси, чем при впрыске безводного топлива.

Особую актуальность приобрела проблема охраны окружающей среды и, в частности, рационального использования и охраны воздушного бассейна и водных ресурсов. За последние годы все острее становится проблема, связанная с ухудшением качества воды, вызванная сбросом как промышленных, так и замазученных и замасленных вод тепловых электростанций в естественные водоемы. Ориентировочные расчеты показывают, что даже наличие очистных сооружений на каждом предприятии при современной технологии очистки (при 80—90% удаления сбрасываемых примесей из сточных вод) не позволяет полностью решить задачу охраны водоемов. Одним из способов решения данной проблемы является создание бессточных масломазутных хозяйств тепловых электростанций и особенно теплоэлектроцентралей и котельных расположенных в городах и промышленных комплексах, где и так велика экологическая нагрузка на естественные водоемы. Замазученные и замасленные воды как собственно ТЭЦ и котельных, так и промышленных предприятий могут быть обработаны путем огневого обезвреживания, осуществляемого подготовкой из них с мазутом водомазутной эмульсии (ВМЭ) с последующим сжиганием в топках паровых котлов. При этом наряду с эффективным обезвреживанием замазученных и замасленных вод на ТЭЦ происходит снижение вредных выбросов в атмосферу с дымовыми газами (снижаются выбросы оксидов азота, сажи, бенз(а)пирена) и вследствие снижения сажеобразования уменьшается загрязнение поверхностей нагрева котлов, что сокращает эксплуатационные расходы и повышает надежность работы оборудования, а также увеличивается полезное использование топлива.

В [6-8] установлено явление интенсификации процесса горения влажного жидкого топлива при преобразовании его в ВМЭ. В них впервые описывался эффект микровзрывов капель ВМЭ, существенно ускоряющий протекание как отдельных стадий процесса горения, так и всего процесса в целом. ВМЭ представляет систему, состоящую из двух жидкостей с разной температурой кипения. Так температура кипения воды (при нормальном давлении) равна 100°С, а мазута — 260-300°С. Капля водо-мазутной эмульсии представляет собой сложную систему, состоящую из топлива, в которой относительно равномерно в виде очень маленьких частиц распределены капельки воды. Хотя температура поверхности капли жидкости в процессе ее испарения несколько меньше температуры кипения, однако разница между

температурой поверхности частицы топлива и температуры кипения воды, заключенной внутри капли топлива, остается весьма существенной и достигает 70—200°C [6]. Благодаря этому микрочастицы воды, находящиеся внутри капли эмульсии в процессе ее прогрева быстрее превращаются в парообразное состояние и образуют паровые пузырьки, чем та пленка топлива вследствие испарения с поверхности капли непрерывно уменьшается по толщине. В момент времени, когда давление стремящихся расшириться водяных паров внутри частицы превысит уже ослабевшие, вследствие ее нагревания, силы поверхностного натяжения пленки, происходит разрушение поверхности капли, т.е. микровзрыв. При взрыве частиц эмульгированного топлива непосредственно в топочном объеме (внутритопочное дробление) происходит дополнительное перемешивание воздуха и паров топлива вследствие того, что они разлетаются в различном направлении. Это не только ускоряет процесс горения, но и позволяет сжигать топливо с меньшими коэффициентами избытка воздуха и меньшей максимальной температурой факела, подавляет процессы образования оксидов азота при той же полноте сгорания топлива, и предотвращает сбросы замазученных и замасленных вод в естественные водоемы.

Первоначально, вопросы приготовления и сжигания ВМЭ, рассматривались лишь в аспекте надежного сжигания обводненных топлив. Однако первые же эксперименты показали, что при сжигании ВМЭ в топках паровых котлов, кроме перечисленных выше положительных эффектов имеются еще и дополнительные. При сжигании эмульсии сажевое число по Бахаруху при всех избытках воздуха оказалось ниже, чем в случае сжигания только чистого мазута, что объясняется подавлением реакций крекинга в жидкой фазе в результате значительного отвода тепла испаряющейся водой. В [6] описан опыт сжигания эмульгированного топлива на одном из промышленных котлов. Было отмечено также снижение количества сажи в уходящих газах на 85-95% и уменьшение сажевого числа по шкале Бахаруха в 2—3 раза. Замедлились процессы окисления SO_2 и SO_3 , вследствие возможности снижения коэффициента избытка воздуха. Улучшение перемешивания частиц топлива и воздуха за счет «микровзрывов» позволяет снизить избыток воздуха до критического значения и таким образом повысить КПД котла. Сжигание эмульсий приводит к уменьшению окислов азота в продуктах сгорания, так как снижается температура пламени. Кроме того, увеличение количества активных центров реакции активизирует горение и соответственно снижает концентрацию атомарного кислорода. В результате снижается скорость окисления азота.

Как следует из выше сказанного, сжигание ВМЭ с использованием для ее приготовления замазученных и замасленных вод в топках паровых котлов, является одним из перспективных методов снижения загрязнения как воздушного бассейна, так и водоемов.

Перечень ссылок

1. Адамов В. А. *Сжигание мазута в топках котлов*. Л.: Недра, 1989.
2. Иванов В. М. *Топливные эмульсии*. М.: Изд-во АН СССР, 1962.
3. Тув И. А. *Сжигание обводненных мазутов в судовых котлах*. Л.: Судостроение, 1968.
4. Воликов А. Н. *Сжигание газового и жидкого топлива в котлах малой мощности*. Л.: Недра, 1989.
5. Кнорре Г. Ф. *Топочные процессы*. М. – Л., Госэнергоиздат, 1959.
6. Хзмалян Д. М. *Введение в теорию горения*. М., 1953.
7. Ахмедов Р. Б., Цирульников Л. М. *Технология сжигания горючих газов и жидких топлив*. Изд-во «Недра», 1984.
8. Джозеф Д. *Устойчивость движений жидкости*. Изд-во «Мир», Москва, 1981.