

Лашкин Никита Евгеньевич

Студент

2й курс, факультет «Нефтегазовое дело»

Тюменский индустриальный университет

Россия, г. Тюмень

**ИЗУЧЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ГОРЕНИЯ КАПЛИ МАЗУТА ВОДО-
ТОПЛИВНОЙ ЭМУЛЬСИИ ПРИ СЖИГАНИИ В КОТЕЛЬНЫХ
УСТАНОВКАХ**

Аннотация: последнее время ориентир в нефтегазовой промышленности смещаются в сторону снижения уровня выбросов вредных веществ в атмосферу с целью улучшения экологической ситуации в регионе нефтегазодобычи. В данной работе рассмотрен процесс сжигания переработанного топливного мазута в котельной установке.

Ключевые слова: энергия, мазут, сжигание, переработка, экология.

Lashkin Nikita Evgenievich

Student

2nd year, faculty of "Oil and Gas Business"

Tyumen Industrial University

Russia, Tyumen

**STUDYING THE FEATURES OF BURNING DROPS OF OIL FOR OIL AND
WATER-FUEL EMULSION AT COMBUSTION IN BOILER PLANTS**

Annotation: Recently, landmarks in the oil and gas industry have shifted towards reducing emissions of harmful substances into the atmosphere in order to

improve the environmental situation in the region of oil and gas production. This paper describes the process of burning recycled fuel oil in a boiler plant.

Keywords: *energy, fuel oil, combustion, processing, ecology.*

Исходной точкой в выявлении особенностей горения водо-мазутной эмульсии (ВМЭ) были экспериментальные исследования их поведения и процессов горения в высокотемпературной газовой среде выполненные с использованием скоростной киносъемки, впервые российскими, а затем и зарубежными исследователями. В дальнейшем эти работы были дополнены исследованиями поведения капель эмульсии на горячей поверхности. Сравнительный анализ по итогам проведенных экспериментов размер коксовых частиц показал, что при сжигании водомазутной эмульсии с долей влаги свыше 10% размер коксовых частиц, обнаруженных после процесса горения, уменьшаются в среднем в 6-10 раз [3]. При этом было отмечено три типа поведения эмульгированных водой топлив [1]:

1) отсутствие видимого влияния воды при нагреве капель эмульсии легкокипящих топлив;

2) существенное увеличение начального размера капель эмульсии на стадии термической подготовки с последующим резким уменьшением размера и сгоранием без взрывного разрушения топливной оболочки;

3) микровзрывное разрушение капель эмульсии.

Рассматривая процесс диффузионного горения капли мазута и водомазутной эмульсии, первоочередным представляется необходимость проанализировать процесс испарения влаги и горения, в последующем, паров топлива, а также происходящей теплообмен между внешней средой, внутренней средой капли и поверхности раздела между ними (пленки). Зачастую рассматривают именно сферические капли для упрощения расчетов и минимизации затрат времени на решение дифференциальных уравнений.

Ввиду того, что капля мазута и водотмазутной эмульсии отличаются лишь наличием повышенной доли влаги (при условии ее высокой дисперсии), то

исследователи уделяют большое внимание на различия процессов микровзрыва (разрыва капельной оболочки) и условие его возникновения.

Микровзрыв капли водотопливной эмульсии впервые был установлен, исследован и объяснен В.М. Шановым и П.И. Нефедовым на основе разницы температур насыщения воды 100°C и кипения топлива $200-300^{\circ}\text{C}$ при атмосферном давлении и более ранним переходом капель дисперсной фазы в пар, давлением которого разрывалась топливная оболочка [4].

Микровзрыв капли водотопливной эмульсии под действием давления водяного пара, образовавшегося из диспергированных в топливе капель воды, характеризуется комплексом теплофизических процессов, динамика развития которых недостаточно исследована.

При анализе возможных физических моделей микровзрыва, а также при использовании результатов исследований на этих моделях важно знать зависимость теплофизических параметров капли эмульсии в зависимости от влажности, размеров дисперсной фазы (капель воды), температуры газовой среды и продолжительности ее взаимодействия с каплей, от размеров капли эмульсии и других факторов. Следует отметить, что эффективность микровзрыва связана с развитием таких процессов, как нагрев капли и образование новой (паровой) фазы в капле воды, рост парового пузырька и связанный с ним переход воды в паровую фазу, микровзрыв и вторичное диспергирование топливной оболочки.

Основным отличием поведения капли водотопливной эмульсии в высокотемпературной газовой среде является возможность ее микровзрыва, в существенной мере зависящего от условий и кинетики процесса кипения (возникновения пузырьков пара) в диспергированных капельках воды. Феноменология явления микровзрыва капли водотопливной эмульсии впервые была объяснена следующим образом. Поскольку температура испарения большинства жидких котельных топлив превышает $200-300^{\circ}\text{C}$, а температура кипения воды составляет 100°C при нормальном давлении, то в процессе нагрева капли эмульсии до температуры испарения топлива частицы воды превращаются

в пар. Хотя температура капли жидкости в процессе ее испарения несколько меньше температуры кипения, разница между температурой поверхности частицы топлива и температурой кипения воды, заключенной внутри капли топлива, остается весьма существенной и достигает 70-200°C. 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, которая обволакивает эти пузырьки пара. При этом пленка топлива вследствие испарения с поверхности капли непрерывно уменьшается по толщине. Силы поверхностного натяжения капли стремятся сохранить прежнюю форму капель, хотя и превышают давление водяного пара, все же уже ослаблены. Продолжающийся нагрев капли эмульсии еще более повышают температуру, а, следовательно, и давление водяного пара внутри капли. В момент, когда давление стремящихся расшириться водяных паров внутри капли превысит уже ослабленные вследствие ее нагревания силы поверхностного натяжения топливной пленки, произойдет разрушение поверхности капли, т.е. микровзрыв, под действием которого эмульгированное распыленное топливо дополнительно дробится на еще более мелкие частицы.

Таким образом, основные представления о поведении и микровзрыве капли водотопливной эмульсии включают нагрев капли, а также нагрев диспергированных в топливе капель воды до температуры, при которой в воде образуются паровые микро капли ВМЭ. Дальнейший их быстрый рост связан с продолжающимся подводом тепла к капле и выделением теплоты, аккумулированной при перегреве, капли воды. Ослабление сил поверхностного натяжения, вызванное ростом температуры поверхностей раздела фаз и уменьшением радиусов кривизны этих поверхностей, недостаточная релаксация топливной оболочки создают условия для разрушения (микровзрыва) оболочки под действием давления образовавшегося из капли воды пара. Очевидно, что изложенное представление о физических процессах, происходящих при микровзрыве капли водотопливной эмульсии, не охватывают всего многообразия условий его возникновения [2].

Использованные источники

1. Абрамзон А.А. Поверхностно-активные вещества. Свойства и применение. - Л.: ХимияД 2005. -248 с.
2. Белоусов В.Н., Смородин С.Н., Смирнова О.С. Топливо и теория горения. Ч.1. Топливо: учебное пособие / СПбГТУРП. – СПб., 2011. – 84 с.
3. Гидродинамика и теория горения топлива. Под ред. Б.В.Канторовича. М.: Metallurgy, 2001. -486 с.
4. Иванов В.М., Канторович Б.В. Топливные эмульсии и суспензии. - М.: Metallurgizdat, 2003.