

Иншакова Екатерина Дмитриевна,

магистрант кафедры «Нефтегазовое дело и нефтехимия»,

Дальневосточный Федеральный университет,

г. Владивосток

МЕХАНИЗМ СГОРАНИЯ ВОДОМАЗУТНОЙ ЭМУЛЬСИИ

Аннотация. В статье описан процесс сжигания водотопливной смеси со стороны физического и химического направления.

Ключевые слова: водотопливная смесь, горение, эмульсия, химическая реакция.

Довольно часто, как говорилось ранее, после подогрева острым паром обычное топливо содержит более 1% воды. Это означает, что кроме углеводородов в топливе присутствуют так же множество молекул воды и огромное содержание парафинов и иных механических примесей.

Большинство углеводородов чистого топлива пребывают в полимеризованном или иначе связанном состоянии. При поджоге топлива при помощи горелок процесс горения будет усиленно протекать только на активных полимерных участках. При соударении с водными частицами сгорание начнет останавливаться, доля топлива, а именно парафины и сера, будут сгорать частично, как следствие, это приведет к уменьшению коэффициента полезного действия оборудования, лишь частичному и медленному горению топлива, а также к вредным выбросам в атмосферу.

Чтобы горение было эффективно во всем объеме топлива, нужно не только добиться обводнения топливной смеси, но и сделать ее тонкодисперсной и гомогенной, т.е. однородно.

Полученная однородная водотопливная эмульсия идет на сжигание: поступая в горелочное устройство, распыляется форсункой, при этом диаметр

глобул топлива варьируется от 0,1 до 1 мм, а глобул воды – 1 мкм. В результате нагрева такой смеси начинается закипание капель воды с образованием водяного пара, разрывающего каплю топлива, тем самым увеличивает дисперсность топлива. При этом возрастает площадь соприкосновения топлива с окислителем и улучшается качество топливовоздушной эмульсии.

В топочной камере, имеющей высокотемпературную зону, глобула эмульсии снова взрывается – начинается повторной диспергирование топлива. Поэтому в топке за счет таких микровзрывов образуются очаги турбулентных пульсаций, и возрастает число элементарных капель топлива, что дает возможность увеличить объем распределения факела и более плавно заполнить его в топке. В результате этих действий уравнивается температурное поле в топке, сокращаются местные максимальные температуры и возрастает средняя температура в топочной камере; за счет роста поверхности излучения, увеличивается светимость факела. Помимо всего перечисленного появляется возможность уменьшить количество вдуваемого воздуха и снизить теплотери, связанные с ним. Наряду с этим каталитические реакции, протекающие в факела, снижают выброс вредных газов.

Сокращение концентрации вдуваемого воздуха при горении водотопливной эмульсии положительно сказывается на коэффициенте полезного действия котельного аппарата: сокращая коэффициент избытка воздуха на 0,1%, КПД котельного аппарата возрастает на 1%. Благодаря турбулентному смешиванию частиц в топочной камере, увеличивается их траектория и, следовательно, время нахождения в топке, что отражается на скорости сгорания водотопливной композиции. Маленькие глобулы топлива сгорают быстрее, при этом выделяется малое количество твердых продуктов, нежели у крупных частиц топлива, также рвутся смолисто-асфальтеновые структуры.

Факел горячей эмульсии в топочной камере уменьшается в объеме и становится прозрачным. Температура уходящих газов снижается в сравнении с обезвоженным топливом на 35°C. В результате изменения параметров сжигания топлива и состава уходящих газов увеличивается эффективность применения топлива. Находящаяся в составе водотопливной смеси дисперсная фаза может быть не полностью, но диссоциирована в предпламенных реакциях. Далее с ростом температуры в месте активного горения процесс диссоциации воды набирает темп, а избыток атомов водорода, образованный при этом, быстро смешивается с избытком кислорода, таким образом, их контакт компенсирует затраты энергии на распад воды.

Присутствие некоторого количества водорода в процессе сжигания топлива приводит к росту количества продуктов сгорания. Молекулы водной фазы обладают большой скоростью, вследствие чего ускоряют реакции окислительного процесса, поэтому образуется полярный эффект, который значительно улучшает ориентацию частиц активных радикалов обводненной смеси.

Не менее важным фактором, который характеризует целесообразность применения водотопливной композиции, можно назвать увеличение эффективности и срок службы топочного устройства. Существует ряд исследований, доказывающих, что перерасход топлива может быть свыше 30-35% в результате загрязнения поверхности нагрева в котлах сажей и кокосом. При горении обводненной смеси часть глобул долетает до поверхности нагрева и взрывается на них, благодаря чему существует предотвращение отложений и очистка поверхностей от старых сажистых образований.

Имея дисперсность эмульсии 6-25 мкм на микроуровне в топочной камере происходит активное вскипание и микровзрыв глобулы, за счет этого во много раз возрастает поверхность взаимодействия топлива с окислителем,

следовательно, процесс горения протекает интенсивнее. Микровзрывы обводненного топлива чаще проявляются при диаметре водной фазы 6 –10 мкм.

Применяя диспергированные водотопливные смеси, можно наблюдать множество положительных изменений:

- в топочном пространстве, где температура максимально высокая, происходит взрыв частиц тяжелого в пламени факела – процесс повторного диспергирования. Увеличивается скорость и продуктивность горения из-за возникновения огромного числа активных сторон молекул, быстро вступающих в процесс окисления. Наблюдается почти полное преобразование углерода. Возможность горения небольшого количества кислорода при маленькой температуре сжигания – во много раз уменьшает выбросы окислов азота в окружающую среду;

- за счет разрыва слабых молекулярных связей возникают более легкие углеводороды;

- пары воды распадаются на свободные радикалы H^+ и OH^- , имеющие намного большую способность возгораться, нежели замкнутые молекулы, они не замедляют горение, как крупные образования воды, напротив, свободные ионы катализируют окислительные реакции при сжигании смеси, тем самым создают нестабильные и легко окисляемые связи со свободными радикалами органического соединения.

В соответствии с теорией цепных реакций: сжигание начинается с активного центра, а скорость цепной химической реакции пропорциональна содержанию. У обводненных концентрация центров всегда будет ниже, чем у обеднённых топлив. Даже при небольших температурах в зоне пламени обводнённые смеси всегда имеют большие первичные содержания активных центров атомов и радикалов, чем у необводненных – это и есть превосходство над чистым топливом.