



Heatline-Кавитатор

Архангельск (8182)63-90-72

Астана +7(7172)727-132

Белгород (4722)40-23-64

Брянск (4832)59-03-52

Владивосток (423)249-28-31

Волгоград (844)278-03-48

Вологда (8172)26-41-59

Воронеж (473)204-51-73

Екатеринбург (343)384-55-89

Иваново (4932)77-34-06

Ижевск (3412)26-03-58

Казань (843)206-01-48

Калининград (4012)72-03-81

Калуга (4842)92-23-67

Кемерово (3842)65-04-62

Киров (8332)68-02-04

Краснодар (861)203-40-90

Красноярск (391)204-63-61

Курск (4712)77-13-04

Липецк (4742)52-20-81

Магнитогорск (3519)55-03-13

Москва (495)268-04-70

Мурманск (8152)59-64-93

Набережные Челны (8552)20-53-41

Нижний Новгород (831)429-08-12

Новокузнецк (3843)20-46-81

Новосибирск (383)227-86-73

Орел (4862)44-53-42

Оренбург (3532)37-68-04

Пенза (8412)22-31-16

Пермь (342)205-81-47

Ростов-на-Дону (863)308-18-15

Рязань (4912)46-61-64

Самара (846)206-03-16

Санкт-Петербург (812)309-46-40

Саратов (845)249-38-78

Смоленск (4812)29-41-54

Сочи (862)225-72-31

Ставрополь (8652)20-65-13

Тверь (4822)63-31-35

Томск (3822)98-41-53

Тула (4872)74-02-29

Тюмень (3452)66-21-18

Ульяновск (8422)24-23-59

Уфа (347)229-48-12

Челябинск (351)202-03-61

Череповец (8202)49-02-64

Ярославль (4852)69-52-93

Heatline-Кавитатор

КАВИТАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ НЕФТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВИХРЕВЫХ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ ГЕНЕРАТОРОВ

Основные направления применения вихревого УЗ кавитационного генератора:

УЗ кавитационный генератор-реактор создавался как реактор под большие промышленные производительности, поэтому для нефтяной промышленности возможно его применение для:

- подготовки нефти для транспортировки по трубопроводам, что приводит к уменьшению вязкости нефти, деструкция парафинов приводит к уменьшению отложений на стенках труб;
- предкрекинговая обработка нефти с целью увеличения выхода легких фракций;

1. Кавитационные технологии обработки нефти для увеличения светлых нефтепродуктов

Идея дробить длинные органические цепочки на более короткие для получения свободных радикалов, образующих новые соединения, с тем чтобы получить больше светлых нефтепродуктов (СНП), не нова. Такие работы были начаты еще в СССР в 60-х годах, но особенно актуальными они стали сейчас, в момент стремительного подорожания нефти как сырья и роста стоимости ее переработки.

Нефть - высокомолекулярная, гетерогенная жидкость, молекулы которой при атмосферном давлении и нормальной температуре сложно ориентированы. При приложении к нефти внешнего давления в несколько сот атмосфер молекулы поляризуются, противодействуя внешним силам и сохраняя равновесие системы. Если внешнее давление резко снять, то внутренние силы начнут разрывать макромолекулы на более мелкие составляющие, причем, плотность продукта уменьшается. Этот принцип положен в основу обработки нефти с целью изменения ее структуры.

На сегодняшний день наиболее качественна обработка нефти кавитационным оборудованием. В результате физико-химических реакций после кавитационной обработки нефти возрастает удельный вес СНП.

Кавитация - это образование разрывов сплошности жидкости в результате местного спада давления. Если снижение давления происходит вследствие больших локальных скоростей в потоке движущейся капельной жидкости, то кавитация считается гидродинамической, а если вследствие прохождения в жидкости акустических волн, - акустической.

Эффект кавитации сопровождается микровзрывами, ультразвуком, а также механическими срезами и соударениями при воздействии сотен режущих пар, двигающихся навстречу друг другу с высокой линейной скоростью. Величина этой скорости составляет несколько десятков метров в секунду, что дает возможность разрезать диспергируемые вещества на мельчайшие микрочастицы. Фактически это микроимпульсы. За одну минуту - сотни тысяч микроимпульсов.

В основе многих процессов переработки нефти и нефтяных остатков лежат фазовые переходы, характерные для нефтяных дисперсных систем. Воздействовать на кинетику фазовых переходов можно химическими веществами и физическими полями. В результате такого вмешательства изменяется радиус ядра и толщина адсорбционно-солюватной оболочки сложной структурной единицы, которая является элементом нефтяной дисперсной системы. Это позволяет увеличить выход целевых нефтепродуктов, улучшить их качество, снизить энергозатраты.

Экспериментальные исследования воздействия колебаний при прохождении через ультразвуковой кавитатор нефти показали следующие результаты:

- кавитационная обработка позволяет увеличить выход фракций при одинаковой температуре отгона.

Отсюда можно сделать вывод, что ультразвуковые колебания ускоряют диффузию нефти в полости парафина, интенсифицируют процесс его разрушения. Ускорение растворения парафина идет за счёт интенсификации перемешивания нефти на границе нефть-парафин и действия импульсов давления, которые как бы разбрызгивают частицы парафина.

2. Технологии кавитационной обработки нефти и нефтепродуктов Технологии кавитационной обработки нефти и нефтепродуктов

В основе многих процессов переработки нефти и нефтяных остатков лежат фазовые переходы, характерные для нефтяных дисперсных систем.

Воздействовать на кинетику фазовых переходов можно химическими веществами (поверхностно-активными веществами - ПАВ, присадками и т.д.) и физическими полями (тепловыми, кавитационными, электромагнитными и т.д.). В результате такого вмешательства изменяется радиус ядра и толщина адсорбционно-сольватной оболочки сложной структурной единицы, которая является элементом нефтяной дисперсной системы.

В ультразвуковом кавитационном поле уменьшается выход карбидов, а при увеличении выхода бензина уменьшается количество непредельных углеводородов в бензиновых фракциях.

Кавитационная обработка ускоряет диффузию нефти в полости парафина, интенсифицирует процесс его разрушения. Ускорение растворения парафина идет за счет интенсификации перемешивания нефти на границе нефть-парафин и действия импульсов давления, которые как бы разбрызгивают частицы парафина.

Нефть не обладает вязкостью, подчиняющейся законам Ньютона, Пуазейля, Стокса, так как длинные беспорядочно расположенные молекулы парафина и смол образуют некоторую гибкую решетку, в которой располагается раствор. Поэтому система оказывает значительное сопротивление силам сдвига. Кавитация разрывает непрерывную цепочку, разрушая связи между отдельными частями молекул. Связи эти сравнительно малы, поэтому необходимо незначительное воздействие акустических волн.

Таким образом, кавитация влияет на изменение структурной вязкости, т.е. на разрыв Ван-дер-ваальсовых связей. Необратимое уменьшение вязкости нефти имеет место после облучения нефти ультразвуком интенсивностью 10 Вт/см² и больше на протяжении нескольких часов.

Анализ исследований [2] показывает, что под воздействием кавитации большой интенсивности на протяжении длительного времени нарушаются С-С связи в молекулах парафина, вследствие чего происходят изменения физико-химического состава (уменьшение молекулярного веса, температуры кристаллизации и др.).

В процессе крекинга энергия, выделяющаяся при схлопывании кавитационных пузырьков, используется для разрыва химических связей между атомами больших молекул углеводородных соединений. Энергия разрыва связей изменяется в углеводородах в широких пределах, примерно от 40 до 400 кДж/моль. Прочность связи Стор-Н меньше, чем С-Н, т.е. атом водорода легче оторвать в середине молекулы нормального парафина, чем с конца. Энергия разрыва С-С связей в молекулах нормальных парафинов также несколько уменьшается к середине углеродной цепи, т.е. длинные углеводородные молекулы автоматически разрываются в средней части [3].

Процесс крекинга протекает во всех нефтепродуктах. Поскольку кавитационные пузырьки можно генерировать с помощью интенсивного акустического излучения в любых жидкостях, то можно предположить, что разрыв химических связей, таким образом, можно осуществить в любом химическом соединении при интенсивности звука соответствующей прочности энергии связи.

В месте обрыва химической связи должен быть подсоединен какой-либо радикал. При недостатке свободных радикалов в реакционной среде молекулы с ненасыщенной связью могут свернуться в кольцо, образуя циклические или ароматические соединения.

Кроме процесса ароматизации в кавитационном активаторе можно осуществлять алкилирование, изомеризацию и другие процессы переработки нефти и нефтепродуктов. Данный способ позволяет осуществлять синтез легких нефтепродуктов из углеводородных газов. Это позволит вовлечь в процесс синтеза углеводородного топлива такие виды сырья, как газовый конденсат и природный газ [3].

3. Вихревые кавитационные тепломассэнергообменные технологии

Ультразвуковые волны используются в химических технологиях для интенсификации реакций. Важным физическим показателем является плотность ультразвукового облучения (Вт/см²). Химический реактор должен иметь достаточную производительность, рабочий объем, мощность, и время облучения потока. Для достижения промышленных объемов представляют интерес поточные технологии. Однако, струйные процессы скоротечны и нахождение реагируемых

компонентов в химическом реакторе в поточном режиме получается в малом отрезки времени. Промышленные объемы ультразвуковых технологий достигаются с помощью кавитационных ультразвуковых генераторах. Ультразвуковое поле получается при схлопывании пузырьков, образующихся в жидкости в турбулентных потоках. Наиболее перспективными являются вихревые кавитационные технологии. К таким относится технология кавитационного генератора (Патент на изобретение по заявке № 2004137176/15(040436) от 21.12.2004г. На основе этого изобретения разработана серия кавитационных ультразвуковых установок. Кавитационный процесс таких генераторов осуществляется за счет "трущихся" вихрей. Количество вихрей разных генераторов различно, от четырех до десятков. Объем вихревой камеры проектируется под конкретные производительности. Время нахождения жидкости в вихревой камере зависит от скорости потока и геометрических размеров камеры. Поэтому, время озвучивания в таком генераторе значительно длиннее по сравнению с описанными выше технологиями. Такие генераторы особенно эффективны в биотехнологиях когда в камеру подается жидкость(смесь жидкостей) и сжатый воздух(или пар). Вихревые процессы в генераторе организуются за счет тангенциального ввода потока(потоков). В генераторе отсутствуют вращающиеся узлы. В настоящее время достигнуты производительности до десятков тонн в час одним генератором. Опробованы технологии в спиртовой промышленности, а так же в топливной энергетике.

Принцип работы акустического аппарата основаны на акустическом резонансном возбуждении вихревых потоков с помощью соощенных между собой по образующим вихревых труб путем частичного соприкосновения встречно-направленных поверхностно-наружных двух и более вихревых потоков на глубину их энерго активного деформационно-сдвигового взаимодействия не разрушающего при этом их дальнейшего взаимодействия в акустических режимах. При этом вихревые трубы расположены по окружности по направлению продуктового потока и имеют отдельные непересекающиеся входные части, т.е. каждая вихревая труба состоит из 3х частей: входная часть-вихре формирующая, средняя-переходная и выходная-вихревзаимодействующая. Вихревзаимодействующие вихревые трубы частично пересекаются друг с другом по образующим, образуя зоны акустического возбуждения и кавитации. В входных частях вихревых труб формируются с помощью тангенциальных пазов вихревые потоки, состоящие из однофазной или двухфазной сред. Объединенные вихрем потоки усредняются по скорости и через среднюю переходную часть по спиралеобразной траектории переводят вихревые потоки в выходные частично пересекающиеся по образующим вихревзаимодействующие части вихревых труб. В зоне пересечения вихрей происходят "трение" поверхностных слоев вихрей, сдвиговые деформации и акустическое возбуждение, порождающее кавитацию. Кавитационное облако по спиралеобразной траектории переходит на новый виток, на последующее противоположенное соприкосновение в зоне пересечений труб. В результате многократных пересечений создается турбулентный поток, кавитационный процесс в котором создает УЗ колебания в широком спектре частот.

Основной рабочий диапазон спектра кавитационного шума 40-50 кГц!

Ниже приведена осциллограмма УЗ, цифровик «выхватывает» самую мощную гармонику из шума:

Диапазон вверху справа 10 микросекунд (цена деления по X). Как видно период гармоники примерно 22 микросекунды что соответствует частоте примерно 45 кГц.

Имеющиеся изобретения дали возможность создать такой способ акустической интенсификации тепломассоэнергообмена, который за счет специальной организации взаимодействия вихревых потоков, позволяет реализовать следующие преимущества:

- увеличить длительность и мощность резонансного возбуждения в более широком и управляемом диапазоне частотно-амплитудных характеристик озвучивания;
- увеличить эффективность деструктивного преобразования химических связей дисперсно-агрегатного состояния продукта, а также акустическую активизацию химических связей на молекулярном уровне;
- универсально использовать этот способ в проведении тепломассоэнергообменных процессов разнообразного назначения.

Мы занимаемся научно-техническими вопросами вибро-акустической обработки газожидкостных сред, в том числе и жидких энергоносителей, с целью придания им новых потребительских свойств, обеспечивающих более высокие показатели качества. Отличительной особенностью наших изобретений является простота конструктивного решения, не содержащего вращающихся частей и позволяющее в проточном режиме обеспечить высокое качество эмульсий в

промышленных масштабах потребления от 1 до 60 м.куб/ч и выше. Конструктивно установка состоит из 2 насосов, размещенных на раме, и 2х ультразвуковых генераторов проточного типа, соединенных по схеме трубопроводами, подающими и отводными магистралями.

Водотопливные эмульсии (ВТЭ).

В настоящее время актуальны задачи энергосбережения и экологической безопасности при работе энергетических топливных установок. Для решения этих задач интерес представляют топливные эмульсии мазут-вода.

При сжигании ВТЭ получают существенный экономический эффект, повышение КПД на 2-3% и снижение эмиссии загрязняющих веществ (СО, сажи, окислов азота, бензапирена и других канцерогенных полициклических ароматических углеводородов) в атмосферу.

Наибольший экономический эффект и одновременное снижение газовых выбросов обеспечивает добавление в топливо 15-20% воды, а наибольший экологический эффект в части утилизации загрязненных органическими продуктами вод реализуется при уровне водной фазы до 30%. Обеспечивается возможность сжигания некондиционных высоковязких и обводненных мазутов. В качестве водной фазы можно использовать загрязненные промышленные стоки предприятий. При повышении воды в эмульсии свыше 20% по объему, качественные показатели процесса горения снижаются. Однако если учесть, что процесс сгорания ВТЭ стабилен, открывается возможность уничтожения (огневого обезвреживания) жидких стоков производства. При этом стоки, даже если они не содержат горючих веществ, можно использовать в качестве водной фазы в мазутных эмульсиях и сжигать их, имея основной задачей именно их уничтожение, а не теплофизические параметры процесса.

Использование гомогенизированной водно-мазутной смеси позволяет повысить коэффициент сжигания топлива, сэкономить мазут и уменьшить вредные выбросы NO и CO в Атмосферу при их сжигании. Механизм этого эффекта объясняется следующим обстоятельством. Топливо поступающее в горелку, распыляется форсункой. Дисперсность (размер капель) мазута составляет порядка 0,1-1 мм. Если в такой капле топлива находятся включения более мелких капель воды (с дисперсностью около от 1-7 мкм), то при нагревании происходит вскипание таких капель с образованием водяного пара. Водяной пар разрывает каплю топлива, увеличивая дисперсность подаваемого в горелку топлива. В результате увеличивается поверхность контакта топлива с воздухом, улучшается качество топливо-воздушной смеси. В высокотемпературной зоне топочной камеры капля эмульсии взрывается и происходит вторичное диспергирование топлива.

В результате таких микровзрывов в топке возникают очаги турбулентных пульсаций и увеличивает число элементарных капель топлива, благодаря чему факел увеличивается в объеме и более равномерно заполняет топочную камеру, что приводит к выравниванию температурного поля топки с уменьшением локальных максимальных температур и увеличением средней температуры в топке; повышению светимости факела благодаря увеличению поверхности излучения; существенному снижению недожога топлива; позволяет снизить количество вдуваемого воздуха и уменьшить связанные с ним теплотери. Одновременно в факеле происходят каталитические реакции, ведущих к уменьшению вредных газовых выбросов. Время пребывания капель в реакционном объеме топки возрастает за счет удлинения их траектории в процессе турбулентного перемешивания, увеличивается удельная реакционная поверхность капель топлива.

Скорость сгорания топлива в виде мелких капель увеличивается и сопровождается выделением меньшего количества твердых продуктов, чем у крупных капель мазута, разрушаются смолисто-асфальтеновые структуры. Молекулы воды ускоряют ход реакций в окислительных процессах и в следствии возникновения полярного эффекта, существенного улучшающего ориентацию частиц активных радикалов топлива.

Еще одним важным фактором, характеризующим эффективность использования ВТЭ, является повышение эффективности и долговечности оборудования. Перерасход топлива из-за загрязнения поверхности нагрева в котлах сажистыми и коксовыми частицами может превысить 10-25%. При сжигании эмульсии часть капель долетает до поверхности нагрева и взрывается на них, что способствует не только предотвращению отложений, но и очистке от старых сажистых образований.

Кроме того, одним из факторов, определяющих эффективность использования ВТЭ в котельно-топочных процессах, является возможность на их основе решать ряд экологических проблем. Сжигание ВТЭ сокращает выход в газовых выбросах NOx (примерно на 90%), примерно в 3-4 раза снижает сажистых отложений, уменьшает выход CO в среднем на 70%, бенз(а)пирена в 2-3 раза и т.д. Кавитационная обработка водо-топливных эмульсий с добавлением кальция, и ее последующее сжигание позволяет уменьшить в дымовых газах концентрацию NOx в 2-5 раз, концентрация сернистого ангидрида в 2-3 раза. В результате обработки мазута в эмульсионной установке, длинные молекулярные цепи преобразовываются в легкие углеводородные радикалы дистиллятных топливных фракций.

Обработка ДТ

Кавитационная обработка жидких топлив была, есть и будет наиболее эффективным способом безреагентной модификации топлива и основная борьба идет за способы создания таких устройств и процессов.

Кавитационная обработка жидких углеводородов (как процесс сопровождающийся концентрацией энергии, повышением температуры в локальном объеме до 1500-1800°C, а давления до 200 кг/см².) эффективнее чем параметры крекинг-процесса.

Такая энергия изменяет физические свойства топлива (снижает зольность, коксуемость, размер механических примесей, плотность, температуру застывания и коэффициент фильтрации), его химические свойства (происходит деполимеризация, увеличивается содержание легких фракций, цетанового числа). Длинные молекулярные цепи преобразовываются в легкие углеводородные радикалы газовых, дистиллятных топливных фракций. Все исследования, проведенные после процесса кавитационной гомогенизации, подтвердили глубокие структурные изменения в молекулярном составе углеводородов, повышение степени дисперсности асфальтенов, карбенов, карбоидов до размерного ряда частиц 2-3 мкм. Даже простая деполимеризация любого жидкого топлива уже приравнивается к его активированию, что существенно улучшает полноту сгорания топлива, снижает вредные выбросы, увеличивает экономичность ДВС и длину его межремонтного пробега. Простая деполимеризация топлива эквивалентна превращению бревна в равную массу коротких и тонких деревянных лучинок.

Кроме этого, кавитация сопровождается и частичным разрушением самих молекул, с образованием свободных радикалов, которые еще больше инициируют процессы сгорания. Таким образом облегченный фракционный состав (при том же типе воздушного потока) не только облегчает зимний пуск ДВС (двигатель внутреннего сгорания, но делает сгорание топлива равномерным и экономичным. Мало того, так как производство А95 из А76, в основном не меняет его фракционный состав а только изменяет октановое число, то кавитационная обработка топлива, «дотягивает» фракционный состав «смесового бензина» до стандартного.

Обработка ДТ имеет некоторые дополнительные особенности

- зольность снижается в 1,5-2 раза;
- содержание механических примесей снижается на 90%;
- улучшается коэффициент фильтруемости на 20%;
- снижается предельная температура фильтруемости на холодном фильтре и температура застывания ДТ
- увеличивается цетановое число
- увеличивается межремонтный период эксплуатации двигателя и топливной системы ;
- снизить температуру замерзания летнего ДТ ;
- снижается расход топлива

Оценка экономической эффективности использования эмульгированного топлива

В вопросе определения величины экономии топлива при сжигании водомазутной эмульсии (ВМЭ) нет единого мнения ни у практиков, ни у исследователей. Это, по всей видимости, связано с рядом трудно сопоставимых и сложно контролируемых параметров, относящихся к конкретным котлоагрегатам и собственно эмульсиям. Параметры эти можно разбить на две группы.

К первой группе параметров относится качество топлива, качество сжигания, конструктивные особенности и состояние конкретного котлоагрегата, возможность и точность измерения текущего расхода мазута, истинный уровень водности подаваемого на сжигание мазута, состав и температура дымовых газов, газоплотность топки, значение коэффициента избытка воздуха, точность управления дутьем, нагрузка котлоагрегата и т.п. При этом известно, что

поступающие к потребителю мазуты обводняются при использовании острого пара в операциях разгрузки (зачистки) цистерн, а также в хранилищах из-за течей из паровых подогревателей и фильтрации грунтовых вод в случае подземных хранилищ. В таких мазутах вода содержится в виде линз и крупных капель. Распределение воды в хранилище, по сечениям и по высоте, известно весьма приблизительно.

Вторая группа параметров описывает качество подаваемой на сжигание эмульсии, т.е. уровень водности эмульсии и степень дисперсности водной фазы. При этом на промышленных агрегатах, сжигающих ВМЭ, отсутствует поточный контроль уровня водности и информация о степени дисперсности дисперсной фазы подаваемой на сжигание эмульсии, хотя известны оптимальные значения этих параметров с точки зрения экологических требований и экономики процесса сжигания. Установлено, что оптимальный уровень водности в среднем близок к 20% при диаметре микрокапель воды порядка 10 мкм. При превышении этих значений по тому или иному параметру происходит излишнее обводнение единицы объема топki, что балластирует зону горения. Известно также, что при снижении диаметров микрокапель воды в эмульсии до субмикронного размера эффект микровзрыва сменяется более плавным выгоранием по схеме безводного топлива.

Определяемая расчетным путем в соответствии с формулой Менделеева теплотворная способность водотопливной эмульсии по сравнению с безводным топливом уменьшается пропорционально увеличению доли воды. При таком подходе не могут быть учтены особенности процесса сжигания эмульсии, отличающие ее горение от горения условно безводного топлива. Ориентироваться в этом смысле следует на величину КПД теплоагрегата.

Применение эмульгирования мазута позволяет повысить эффективность сжигания топлива и добиться прироста КПД котлоагрегата за счет следующих эффектов:

1. Наличие в сжигаемом мазуте воды при обычном гнездовом неравномерном ее распределении в виде крупных капель, линз и др. обязательно влечет за собой падение КПД котлоагрегата из-за неравномерности горения, помимо дополнительного расхода топлива на испарение воды. Даже при сжигании мазута с кондиционным содержанием воды (до 5%) среднеэксплуатационный коэффициент избытка воздуха оказывается выше оптимального на 5,5 % и среднеэксплуатационный КПД котлоагрегата падает на 0,5–1,1 %. Таким образом, эффективное использование обводненных мазутов возможно лишь при условии равномерного распределения воды в мелкодисперсном виде по всему объему.
2. Как правило, сжигание мазутов ведется при заметных избытках воздуха ($\alpha = 1,2$ и более), что ведет к росту потерь тепла с уходящими газами. Обычно причиной повышенных избытков воздуха является недостаточное качество распыла топлива и смешения топлива с дутьевым воздухом. Применение водомазутных эмульсий позволяет повысить качество сжигания за счет внутритопочного дробления и вести сжигание на пониженном дутье без увеличения недожога, вплоть до значений близких к единице.
3. Поддержание близких к номинальному значений КПД теплоагрегата при работе на режимах, меньших номинального, что достигается за счет эффекта вторичного дробления капель эмульсии в топке.
4. Перевод котлоагрегата на режимы сжигания с малыми избытками воздуха позволяет понизить температуру точки росы уходящих газов ориентировочно до 100°C. Это, в свою очередь, существенно уменьшает степень сернистой коррозии оборудования и позволяет увеличить КПД теплоагрегата за счет рекуперации тепла уходящих газов на водо- и воздухоподогревателях.
5. Уменьшение штрафных санкций за счет снижения объемов вредных выбросов в окружающую среду. Применение водомазутных эмульсий позволяет уменьшить содержание вредных веществ в дымовых газах, при этом CO, NOx, SOx более чем на 50%.
6. Использование в качестве топлива горючих отходов различных производств (например, коксохимических, нефтеперерабатывающих и т.д.), стоимость которых существенно ниже стоимости мазута. В эмульгированном виде эти отходы можно сжигать без ущерба для экологии.
7. Использование более дешевых высокосернистых мазутов, поскольку технология эмульгирования позволяет одновременно вводить в мазут водорастворимые обессеривающие присадки, например MgCl₂ (бишофит).
8. Утилизация в составе водомазутной эмульсии обмзученных вод, отработанных масел и др.
9. Переход от паромеханических форсунок к механическим, что снижает расход пара на собственные нужды.
10. Гомогенизация подаваемого на сжигание мазута, обеспечивающая разрушение отдельных кластеров длинноцепных молекул, и эмульгирование не удаляемой доли воды в свою очередь повышает полноту и качество сжигания.
11. Увеличение количества отдаваемого теплоносителю тепла за счет меньшего загрязнения поверхностей нагрева, что позволяет поднять средний за время кампании КПД теплоагрегата.

Еще одним важным фактором, характеризующим эффективность использования водотопливных эмульсий в котельнотопочных процессах, является повышение эффективности и долговечности топочного оборудования. По некоторым зарубежным данным перерасход топлива из-за загрязнения поверхностей нагрева в котлах сажистыми и коксовыми частицами может превысить 30%-35%. При сжигании эмульсии часть капель последней долетает до

поверхностей нагрева и взрывается на них, что способствует не только предотвращению отложений, но и очистке этих поверхностей от старых сажистых образований. Одной из серьезных проблем, возникающих при сжигании топочных мазутов, является большое содержание в них серы. Соединения серы уносятся с поточными газами, загрязняя атмосферу, а при использовании высокосернистых мазутов в металлургии частично переходят в расплав.

Ориентировочные данные об эффективности перечисленных факторов при использовании водомазутных эмульсий применительно к котлоагрегатам представлены ниже:

Перечень эффектов, связанных с применением водомазутных эмульсий	Возможная экономия сжигаемого топлива
Перевод имеющейся в подаваемом на сжигание мазуте воды в мелкодисперсное состояние путем эмульгирования.	до 5%
Уменьшение коэффициента избытка воздуха в топке на 0,1	1%
Уменьшение температуры уходящих газов на 30°C	1,8%
Подогрев питательной воды в водяном экономайзере на 10°C	1,6%
Уменьшение температуры питательной воды на входе в водяной экономайзер на 10°C Например, на котлоагрегате из-за опасности сернокислотной коррозии поддерживается температура уходящих газов порядка 180°C. Переход на малые избытки воздуха обеспечивает уменьшение температуры уходящих газов и температуры точки росы уходящих газов t_p . При $a=1.05$ температура точки росы может составить 110°C. На практике нижним пределом температуры уходящих газов принято условие $t_p+10^\circ\text{C}$. Таким образом, возможна без ущерба для оборудования утилизация температурного градиента $\Delta t=180^\circ-120^\circ=60^\circ\text{C}$.	2,5%
Снижение выброса сажистых частиц	0,2%
Поддержание чистоты теплообменных поверхностей котла.	до 5%
Уменьшение температуры подогрева мазута на 30°C	до 1%
Замена форсунок парового распыла на механические форсунки	до 3%
Поддержание номинального КПД теплоагрегата при работе на режиме, составляющем 75% от номинального	1,5%
Потери топлива на испарение воды в составе эмульсии	-0,8%
Возможная суммарная экономия топлива (с учетом потерь топлива на испарение воды в составе эмульсии).	до 10 %

Суммарно перечисленный комплекс эффектов позволяет экономить до 20% условного топлива. Но для того, чтобы эти эффекты уловить и зафиксировать, необходимо достаточно точно контролировать и управлять рядом параметров, к которым относится:

- текущий расход мазута,
- водность подаваемого на сжигание мазута,
- степень дисперсности водной фазы,
- состав и температура дымовых газов,
- расход и температура дутьевого воздуха,
- коэффициент избытка воздуха на форсунке,
- расход пара подаваемого на распыл

Вместе с тем, те или иные пункты таблицы могут быть не выполнены или выполнены не в полном объеме, что приведет к уменьшению суммы экономического эффекта.

В таблицу не включены оценки экономического эффекта, связанного со снижением токсичных выбросов (например, содержания NOx и SO3 в уходящих газах), которые могут быть сделаны на основании утвержденных нормативов для конкретного котлоагрегата и региона.

Об эффективности сжигания водомазутных эмульсий (ВМЭ) в мартеновских печах.

*По данным [1] проведено исследование о влиянии атмосферы печи на кинетику передачи азота и водорода к металлу. опыты показали: сгорание эмульсии мазута М-60 (10% H2O) дает лучшие показатели по парциальному давлению H2O (в 2 раза) и по уровню температуры в печах, чем при сжигании природного газа и незначительно отличается от показателей, полученных при сжигании стандартного мазута. опыты Кулебакского мет.завода им.Кирова.

При паровом распыливании топлива средняя температура в нагревательных печах с использованием ВМЭ была поднята на 20С по сравнению со стандартным мазутом.

В опытах на мартене с воздушным распыливанием ВМЭ (4% H₂O) увеличилась средняя температура в печи на 25С-95С. При ВМЭ - 10-11% H₂O на печи сократилось время плавки на 1 час 20 минут.

По данным [2] выгорание водорода (H₂) в ВМЭ идет быстрее, чем в чистом мазуте. Степень черноты топочной камеры для ВМЭ на 5% выше, чем при чистом мазуте.

*По данным Северского мет.завода распыливание ведется перегретым паром [3]. За счет применения ВМЭ достигнут экономический эффект 90 тыс.руб. (в ценах 1973г.) из них

о 51 тыс.руб. за счет экономии мазута

о 39 тыс.руб. за счет повышения производительности.

В выводах - улучшение теплотехнических свойств топлива, сокращение его потерь и улучшение экологии. Радиационная температура не изменилась. Содержание окислов азота в продуктах сгорания составляет 0,12-0,98 г/м³

*По данным [4] у форсунок мартеновских печей диаметр капель распыленного неэмульгированного мазута составляет 200-300 мкм.

*По данным [5] ВТИ с целью улучшения распыливания мазута и уменьшения потерь теплоты с распыливающим агентом при работе котла на пневмомеханических форсунках, вскипающей воды с параметрами 250-300С и 60-100ати. На выходе из сопла форсунки среда мгновенно вскипает (подобно взрыву) и дробит мазут на капли со средним диаметром 100 мкм. Давление мазута перед форсункой 1,5-3ати. Расход воды 0,2-0,3 кг на 1 кг топлива (20-30%).

*При сжигании ВМЭ интенсивность подвода окислителя в реакционную зону возрастает. В результате увеличивается скорость выгорания и объем факела. Температурное поле топки выравнивается с уменьшением max локальных температур и одновременным увеличением средней температуры в топке, играющей решающую роль в лучистом теплообмене.

Установлено, что излучательную способность факела определяют температура (ее средняя величина при ВМЭ больше), количество сажистых частиц и дисперсн. состав - т.е. удельная плотность излучающей поверхности (сажевого облака), при применении ВМЭ она резко растет.

Чем крупнее частица, тем дольше она горит, тем меньше площадь излучения и излучаемый тепловой поток.

При сжигании ВМЭ средний размер частиц сажи снижается в 1,5-2,5 раза. Во столько же раз растет излучающая поверхность.

*По данным УПИ и ГрозНИИ [7] рост степени черноты факела от 0,7 до 0,9; соотношения С/Н от 7 до 8,4 и плотности топлива от 0,9 до 1,0 г/см³ снижают расход топлива га выплавку 1 т стали с 250 до 200 кг (20%). Необходимыми в этом смысле параметрами обладает каменноугольная смола. Однако с целью исключения механического недожога в объеме печи К.У. смолу необходимо предварительно эмульгировать.

Опыт УПИ и НТМК по замене на мартеновских печах мазута отходами коксохимического производства показал увеличение производительности на 3-4% и снижение удельного расхода условного топлива на 8-10%.

Ориентировочный расчет экономии мазута в денежном выражении

При годовом расходе мазута 10.000 тонн и стоимости мазута 200 usd/тонна в случае сбережения 10% топлива (оценка дана по минимальным значениям возможных изменений составляющих эффективности)

годовая экономия мазута, в денежном выражении , составит $10.000 \cdot 300 \cdot 0,1 = \300.000



Архангельск (8182)63-90-72

Астана +7(7172)727-132

Белгород (4722)40-23-64

Брянск (4832)59-03-52

Владивосток (423)249-28-31

Волгоград (844)278-03-48

Вологда (8172)26-41-59

Воронеж (473)204-51-73

Екатеринбург (343)384-55-89

Иваново (4932)77-34-06

Ижевск (3412)26-03-58

Казань (843)206-01-48

Калининград (4012)72-03-81

Калуга (4842)92-23-67

Кемерово (3842)65-04-62

Киров (8332)68-02-04

Краснодар (861)203-40-90

Красноярск (391)204-63-61

Курск (4712)77-13-04

Липецк (4742)52-20-81

Магнитогорск (3519)55-03-13

Москва (495)268-04-70

Мурманск (8152)59-64-93

Набережные Челны (8552)20-53-41

Нижний Новгород (831)429-08-12

Новокузнецк (3843)20-46-81

Новосибирск (383)227-86-73

Орел (4862)44-53-42

Оренбург (3532)37-68-04

Пенза (8412)22-31-16

Пермь (342)205-81-47

Ростов-на-Дону (863)308-18-15

Рязань (4912)46-61-64

Самара (846)206-03-16

Санкт-Петербург (812)309-46-40

Саратов (845)249-38-78

Смоленск (4812)29-41-54

Сочи (862)225-72-31

Ставрополь (8652)20-65-13

Тверь (4822)63-31-35

Томск (3822)98-41-53

Тула (4872)74-02-29

Тюмень (3452)66-21-18

Ульяновск (8422)24-23-59

Уфа (347)229-48-12

Челябинск (351)202-03-61

Череповец (8202)49-02-64

Ярославль (4852)69-52-93

Единый адрес для всех регионов: hna@nt-rt.ru | | www.heatline.nt-rt.ru