

ред. В. А. Девисилова. – М.: Форум, 2009. – 496 с. **3.** Черкасов, А. Ю. Методика оценки ножных органов управления по конструктивным параметрам / А. Ю. Черкасов, И. В. Гальянов // Научные труды ВМИИОТ, М.: 2004. – 53-59с. **4.** Черкасов, А. Ю. Анализ травматизма машинистов автогрейдеров / А. Ю. Черкасов, И. В. Гальянов // Вестник охраны труда, М. 2004.–№3. С. 7– 11. **5.** Все об охране труда 500 вопросов и ответов: Научно-практическое издание в 2-х книгах / Шайтан В. А., Акапян В. Г., Кожушко А. П., Братко Н. И., ред. Технополис, Днепропетровск, 2013. – 432с. **6.** Роик, В. Д. Управление условиями и охраной труда: учебное пособие / В. Д. Роик – М.: –2007, 257с. **7.** Основы охраны труда [текст] / А. Л. Сафонов, Г.З. Роинбург, П. П. Корюкина и др. под общ. ред. А. Л. Сафонова. – М.: Золотой теленок, 2007. – 416с. **8.** Прогнозирование травматизма а АПК и путей его профилактики: учебное пособие / В. С. Шкрабак, В. В. Шкрабак, Р. В. Шкрабак [и др].– СПб., 2002 с. **9.** Прасолов, С. Я. Підготовка інженерів до умов виникнення техногенних ризиків / С. Я. Прасолов, С. А. Браженко / Восточно-европейский журнал передовых технологий, №3/11(63), Харьков. – 2013, С. 34 – 37. **10.** Прасолов, С. Я. Зниження травмонебезпек мобільних агрегатів внесення добрив технічними засобами захисту / С. Я. Прасолов, Т. Г. Лапенко // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Збірник наукових праць №70 (№43) серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Харків.:ХПІ. – 2013. – 144 – 149с. **11.** ГОСТ 12.2.019-86 ССБТ. Тракторы и машины самоходные сельскохозяйственные. Общие требования безопасности. **12.** ГОСТ 12.2.120-88 ССБТ. Кабины и рабочие места операторов тракторов и самоходных сельскохозяйственных машин. Общие требования безопасности. **13.** ДСП 3.3.2.041.-99. Санітарні норми по обладнанню та влаштуванню тракторів і сільськогосподарських машин.

Надійшла до редколегії 11.01.2014

УДК 631.158:658.3; 331.45:338.24

Гармонізація взаємодії в системі «оператор – машина – середовище»/ Прасолов С. Я., Кулик О. В. // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХПІ», – 2014. - № 7 (1050). – С.152-157. – Бібліогр.: 13назв. ISSN 2079-5459

В статье приведены исследования плову эргономических факторов на оператора МТА. Определены оптимальные расстоянию установки органов управления в зависимости от антропометрических показателей оператора. Решается прямая и обратная задача расположения в кабине оператора МТА и приспособления рабочего места.

Ключевые слова: антропометрические показатели, эргономичные факторы, органы управления, оператор, машинно-тракторный агрегат.

Harmonization interactions in the system «operator-machine-environment»/ E. Prasolov E. Kulyk //Bulletin of NTU “KhPI”. Series: New desicions of modern technologies. – Kharkov: NTU “KhPI”, 2014.-№ 7 (1050).- P.152-157. Bibliogr.:13. ISSN 2079-5459

In the article presents the research of influence ergonomic factors on operator of tractor unit. Was determined Optimal Distance of drive depending on the anthropometric parameters of operator. Has been solved problem of operator location in the tractor cab and adaptation of workplace for his anthropometric parameters

Keywords: anthropometric and ergonomic factors, operator control, tractor unit.

УДК 66.074:661

И. О. ЛАВРОВА, канд. техн. наук, доц., НТУ «ХПИ» ;
АММАР ВАЛИД САИД, аспирант, НТУ «ХПИ»

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КАВИТАЦИОННОЙ ОБРАБОТКИ НА КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ВОДОМАЗУТНЫХ ЭМУЛЬСИЙ

Приведены результаты исследования влияния гидродинамической и ультразвуковой кавитационной обработки на качественные характеристики товарных мазутов и водотопливных эмульсий на их основе. Исследовано повышение эффективности сжигания котельного и печного топлива при одновременном повышении экологической безопасности и сроков службы котельных и печных

установок за счёт снижения содержания в эмульсии карбенов и карбоидов.

Ключевые слова: кавитация, мазут, гидрокрекинг, углеводороды, карбены, карбоиды, асфальтены, фракции, мазут, эмульсия.

Введение. Кавитационные технологии в настоящее время нашли широкое применение. Наиболее всего они востребованы для интенсификации химико – технологических процессов и теплоэнергетики. Кавитационное оборудование незаменимо при изготовлении товарных мазутов, смазочно-охлаждающих жидкостей, водотопливных эмульсий, взаиморастворимых жидкостей, при компаундировании моторных топлив [1, 2].

Одной из острых проблем при сжигании жидкого топлива является его обезвоживание. Котельные, работающие на жидком топливе (мазуте), постоянно сталкиваются с этой проблемой. В высоковязких мазутах наблюдается повышенное содержание воды в виде отдельных местных скоплений, обусловленное процессами перевозки, перекачки, хранения и подогрева топлива. Использование в качестве топлива специально приготовленных водомазутных эмульсий является одним из эффективных методов, позволяющих устранить негативные последствия этого явления. К проблемам, осложняющим экологическую обстановку, относится и непрерывное накопление сотен тысяч тонн балластных вод, содержащих нефтепродукты. Их источником являются промышленные предприятия, морской и речной флот.

Анализ проблемной области получения водомазутных эмульсий. Содержание воды в топочном мазуте во многих случаях существенно превышает предельно допустимые значения (вместо 1,5 % по норме обводненность доходит до 12-16 %, а в отдельных случаях – до 20 – 35 %). Из-за того, что плотности мазута и воды мало отличаются, вода не оседает на дне емкости, а располагается неравномерно слоями в массе топлива. Это приводит к срыву факела и затуханию форсунок, а иногда вообще не удается зажечь форсунку. Попытки вторичного пуска котлоагрегатов сопровождаются сильными хлопками и разрушением топков вследствие накопления в них горючих газов. Согласно нормативным документам, обводненность подаваемого на сжигание мазута не должна превышать 0,3 % - 1 % [3].

В традиционном плане подготовка мазута к сжиганию сводится в основном к двум операциям: обезвоживанию и нагреву.

Мероприятия по осушению мазута испарением воды энергоемки и ведут к потере летучих компонентов топлива. Обезвоживание выполняется в основном путем отстаивания. Разделение фаз мазут-вода в накопителях-отстойниках требует достаточно большого времени и малоэффективно из-за близости плотностей мазута и воды. Проблема утилизации или очистки таких вод не решается химическими и биологическими методами, т. к. они требуют больших дополнительных площадей, капитальных и эксплуатационных затрат.

Кавитационная обработка водомазутной эмульсии и ее последующее сжигание позволяет уменьшить в дымовых газах концентрацию окислов азота в 2-5 раз, концентрацию сернистого ангидрида в 2-3 раза, оксида углерода в 2-2,5 раза. Происходят глубокие структурные изменения в молекулярном составе углеводородов, повышение степени дисперсности асфальтенов, карбонов, карбоидов до размерного ряда частиц 2-3 мкм. Длинные молекулярные цепи преобразовываются в легкие углеводородные радикалы газовых, дистиллятных топливных фракций [4, 5].

Кавитация в жидких средах отличается тем, что при повышении относительной скорости потока относительно тела понижается давление потока до давления насыщенных паров (ваккума). При этом жидкость вскипает, и образуются кавитационные парогазовые пузырьки микроскопических размеров. Кавитационное облачко неоднородно: вблизи центра оно имеет вид небольшой плотной области; по плоскости

кавитационные пузырьки распределяются в виде своеобразной, похожей на многоконечную звезду фигуры.

Кавитационные пузырьки, попадая в область повышенного давления, схлопываются (замыкаются, конденсируются) кумулятивными струйками в точки. В этих точках, а их огромное количество, кумулятивные эффекты приводят к точечному повышению давлений до десятков тысяч атмосфер, с образованием точечных температур в десятки тысяч градусов по Кельвину.

Кроме того, резкое (внезапное) исчезновение кавитационных пузырьков приводит к образованию гидравлических ударов, и как следствие к созданию волны сжатия и растяжения в жидкости с ультразвуковой частотой. Если ударная волна встречает на своем пути препятствие, то она разрушает его поверхность. Кавитационных пузырьков довольно много и захлопывание их происходит много тысяч раз в секунду, поэтому кавитация может привести к значительным разрушениям.

Энергия схлопывающихся пузырьков расходуется на излучение ударных волн, на локальный нагрев газа, содержащегося в сжимающихся кавитационных полостях, на возбуждение сонолюминисценции, на образование свободных радикалов [6].

Совместное воздействие кумулятивных струек, гидродинамических ударов и ультразвукового поля приводят к:

- эмульгированию обычно не смешиваемых продуктов (мазут- вода);
- разрыву длинных молекулярных цепей в нефтепродуктах, переводу их в новое структурное состояние;
- измельчению (диспергированию) до микронного уровня твердых частиц в жидкости;
- гомогенизации обрабатываемого продукта;
- интенсификации химических реакций в десятки и порой даже тысячи раз, и т.д [7, 8].

Постановка задачи. Целью настоящего исследования было наработать основы технологии приготовления образцов водо-топливных эмульсий (ВТЭ). Эффективность применения кавитационного оборудования при обработке мазута обуславливается следующим:

- достаточно просто встраивается в действующую схему подачи топлива, не требуя дополнительных площадей и больших капитальных затрат;
- автоматически регулируется и поддерживается заданное количество водной фазы в эмульсии;
- снижаются в 2-3 раза вредные выбросы (сажа, NO_x , CO);
- становится возможным сжигание сернистых мазутов с соблюдением норм выбросов SO_x в атмосферу;
- сернистые соединения утилизируются на этапе хранения и подготовки топлива;
- попутно реализуется утилизация воды, загрязненной нефтепродуктами (до 40% воды в объеме);
- осуществляется эффективная диспергация высокомолекулярных топлив, снижение вязкости, усреднение группового химического состава;
- разрушаются и диспергируются содержащиеся в топливе механические примеси, уменьшается абразивный износ форсунок;
- повышется средняя температура в топочной камере и интенсифицируется теплоотдача.

Известные данные по интенсификации процессов горения и снижению токсичных выбросов при сжигании топлива в камере сгорания водо-топливной эмульсии (ВТЭ) были положены в основу разработок.

Сравнительные данные о горении исследованных образцов безводного и эмульгированного топлива показывают, что эмульгированное топливо сгорает значительно эффективнее безводного, при этом сжигание водо-топливной эмульсии в котлоагрегатах и печах обеспечивает экономию мазута 10...18 %, по сравнению с сжиганием чистого топлива. 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 NO_x (примерно на 50-60 %), примерно в 3 раза снижает выброс сажистых отложений, уменьшает выход СО в среднем на 50 %, серы на 60...85 %, и т.д [9].

В таблице 1 приведены параметры исследованных образцов до и после кавитационной обработки.

Таблица 1 – Характеристики обработанных образцов мазутов марки М - 100

Мазут М-100	Параметры мазута								
	Время истечения через калиброванную воронку, сек., при $t=60\text{ }^\circ\text{C}$			Температура вспышки, $^\circ\text{C}$			Плотность, $\text{кг}/\text{м}^3$		
	Исх.	Кон.	Δ , %	Исх.	Кон.	Δ , %	Исх.	Кон.	Δ , %
Образец №1	155	90	42	120	127	5	925	920	0,5
Образец №2	38	23	39	105	115	9	915	910	0,5
Образец №3	165	120	25	135	145	7	920	920	0

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, поступая 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 топливоздушная 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. Это приводит к выравниванию температурного поля топки с уменьшением локальных максимальных температур и увеличением средней температуры в топке. Повышается светимость факела благодаря увеличению поверхности излучения, при этом существенно снижается недожог топлива, а также становится возможным снизить количество вдуваемого воздуха и уменьшить связанные с ним теплопотери. 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, существен-

ного улучшающего ориентацию частиц активных радикалов топлива, проходят процессы, подобные гидрокрекингу.

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 ней, что способствует не только предотвращению отложений, но и очистке от старых сажистых образований.

Кавитационная обработка водо-топливных эмульсий с добавлением кальция или других сорбентов [10] и их последующее сжигание позволяет уменьшить в дымовых газах концентрацию NO_x 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.

Возможность снижения коэффициента избытка вдуваемого воздуха при сжигании углеводородного топлива чрезвычайно важна, поскольку, практика подтверждает, что КПД котлового агрегата при уменьшении коэффициента избытка воздуха на 0,1 увеличивается на 0,5 -1,2 %. В то же время снижения теплопроизводительности котлового агрегата большой паропроизводительности 50...100 т/час при влагосодержании эмульсии в пределах 8...14 % не происходит.

В настоящее время актуальны задачи энергосбережения и экологической безопасности при работе энергетических топливных установок.

Для решения этих задач интерес представляют водотопливные эмульсии типа вода - мазут, вода - дизельное топливо, вода – бензин, вода – мазут – угольная пыль.

Наибольший экономический эффект и одновременное снижение газовых выбросов обеспечивает добавление в топливо 10-15 % воды, а наибольший экологический эффект в части утилизации загрязненных органическими продуктами вод реализуется при уровне водной фазы до 50 %.

Обеспечивается возможность сжигания некондиционных высоковязких и обводненных мазутов. В качестве водной фазы можно использовать загрязненные нефтепродуктами промышленные стоки предприятий. При повышении содержания воды в эмульсии свыше 20 % по объему, качественные показатели процесса горения снижаются по сравнению с горением чистого топлива.

Выводы. Из полученных результатов этого цикла исследований можно сделать вывод, что результаты кавитационной обработки зависят от всех упомянутых выше факторов, а сама кавитация является селективным процессом, который влияет больше на молекулы мазута и дизельного топлива, чем на легкие бензиновые углеводороды. При разрыве связи С-Н от углеродной молекулы отрывается водород, при разрыве связи С-С углеводородная молекула разрывается на две части. При гидрокавитационной обработке эмульсии «углеводород-вода» происходят микрокрекинг молекул органических соединений и возможная ионизация и диссоциация воды с образованием водорода, и как результат – процессы частичной гидрогенизации тяжелых фракций.

Полученные результаты исследований подтверждают правильность теоретических положений, наличие процессов гидрогенизации, которые происходят в среде с кавитацией, а полученный эффект позволяет по-новому посмотреть на технологические процессы переработки углеводородов в целевые продукты – топлива для печей и котельных агрегатов.

Список литературы: 1. Вітенько, Т. М. Гідродинамічна кавітація у масообмінних, хімічних та біологічних процесах [Текст] / Т. М. Вітенько. – Тернопіль: в-во ТДТУ ім. І. Пулюя, 2009. – 224 с. 2. Рождественский, В. В. Кавитация [Текст] / В. В. Рождественский. – Л: Судостроение, 1977. – 248 с. 3. ГОСТ 10585-99. Топливо нефтяное. Мазут. Межгосударственный стандарт. ГОСТ 10585-99. -

[Текст]. – Введ. 21.09.99. – М. : Изд-во стандартов, 1999. – 21с. **4.** Лаврова, І. О. Обґрунтування методу очищення нафти і нафтових дистиллятів від сполук сірки [Текст] / І. О. Лаврова, В. Саїд Аммар, К. М. Сорокотяга // Вісник НТУ «ХПІ», Харків: НТУ «ХПІ» - 2010 - с. 57 – 615. **5.** Лаврова, І. О. Дослідження впливу технологічних факторів на ефективність процесу кавітаційної обробки нафтопродуктів [Текст] / І. О. Лаврова, В. Саїд Аммар, // Восточно-европейский журнал передовых технологий, Харків: - 2013 - с. 47 – 51. **6.** Нестеренко С. В. Получение флотореагентов и водотопливных эмульсий на базе сырья и отходов коксохимического и нефтехимического производства нафтопродуктов [Текст] / Нестеренко С. В. Щебетун В.И., // Коммунальное хозяйство городов, Харків: - 2009 - с. 185- 194 **7.** Буйвол, В. Н. Тонкие каверны в течениях с возмущениями [Текст] / В. Н. Буйвол / К: Наукова думка, 1984. – 296 с. **8.** И. Пирсол. Кавитация [Текст] : пер. с англ. - М: «Мир», 1975 – 95С. **9.** Федоткин И. М. Использование кавитации в технологических процессах [Текст] / И.М. Федоткин, А. Ф. Немчин – К : Вища школа, 1984. – 68 с. **10.** Геллер С.В. Гидродинамические источники тепла [Текст] / Геллер С.В., Мочалин И.В., Богун О.П. // Нефтегазовое дело, М: - 2006 - с. 4-16

УДК 66.074:661

Исследование влияния кавитационной обработки на качественные показатели водомазутных эмульсий/ И. О. Лаврова, Аммар Валид Саид //Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХПІ», – 2014. - № 7 (1050). – С.157-162. – Бібліогр.: 10 назв. ISSN 2079-5459

Наведені результати дослідження впливу гідродинамічної і ультразвукової обробки кавітації на якісні характеристики товарного мазуту і водопаливних емульсій на їх основі. Досліджено підвищення ефективності спалювання котельного і пічного палива при одночасному підвищенні екологічної безпеки і термінів служби котельних і пічних установок за рахунок зниження вмісту в емульсії карбенів і карбоїдів.

Ключові слова: кавітація, мазут, гідрокрекінг, вуглеводні, карбени, карбоїди, асфальтени, фракції, мазут, сорбент.

Study of the influence of cavitation processing of qualitative indicators of aqueous oil emulsions/ Lavrova I. O., Ammar W. Saeed //Bulletin of NTU “KhPI”. Series: New decisions of modern technologies. – Kharkov: NTU “KhPI”, 2014.-№ 7 (1050).- P.157-162. Bibliogr.:10 . ISSN 2079-5459

Results of research of influence of hydrodynamic and ultrasonic cavitation processing on the qualitative characteristics of the commodity oils and water-and-fuel emulsions based on them. Studied increase of efficiency of burning of boiler and furnace fuel with simultaneous increase of ecological safety and service life of the boiler and oven plants by reducing the content in emulsion carbenes and carboids.

Keywords: cavitation, fuel oil, hydro, hydrocarbons, carbenes, carboids, asphaltenes, fractions, fuel oil, oil sorbent.

УДК 666.762

Т. Б. ГОНТАР, асистент, УИПА, Харків;

О. Б. СКОРОДУМОВА, д-р техн. наук, зав. каф., УИПА, Харків;

Я. Н. ГОНЧАРЕНКО, канд. техн. наук, асистент, УИПА, Харків

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ НОРМАТИВНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ ЭКЗОТЕРМИЧЕСКИХ СМЕСЕЙ ДЛЯ ГОРЯЧЕГО РЕМОНТА ОГНЕУПОРНЫХ ФУТЕРОВОК

Исследовано влияние гранулометрического состава экзотермических смесей на основе динасового наполнителя на их текучесть. Выполнена оптимизация гранулометрического состава смесей, позволяющая сократить технологическую стадию отсева тонкой фракции 0,2 – 0 мм, что значительно упрощает и удешевляет технологию. Полученные результаты являются базой для создания нормативной документации на качество разработанной экзотермической смеси.

© Т. Б. ГОНТАР, О. Б. СКОРОДУМОВА, Я. Н. ГОНЧАРЕНКО, 2014