

- [3] Методы получения и свойства нанобъектов: учеб. пособие / Н.И. Минько, В.В. Строкова, И.В. Жерновский, В.М. Нарцев. – М.: Флинта: Наука, 2009. – 168 с.
- [4] Кудинов В.В., Бобров Г.В. Нанесение покрытий напылением. – М.: Металлургия, 1992. – 192 с.
- [5] Горынин И.В. Исследования и разработки ФГУП ЦНИИ КМ «Прометей» в области конструкционных наноматериалов / И.В. Горынин // Российские нанотехнологии. – 2007. – Т. 2, № 3–4. – С. 36–57.

В.С. Панов, А.С. Курников
ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

МЕТОДИКА ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ВОДОТОПЛИВНОЙ ЭМУЛЬСИИ

Ключевые слова: Аппарат вихревого слоя, водотопливная эмульсия, дизельное топливо.

Рассматриваются вопросы очистки углеводородных топлив, а также применения и производства водотопливных эмульсий для дизельных двигателей и котлоагрегатов. Предложено решение обозначенных проблем с использованием собственной разработки авторов.

Разработанные авторами технологические схемы систем испытательного стенда позволяют решать важные практические задачи как в области проектирования новых, так и при рассмотрении вопросов модернизации эксплуатирующихся топливных систем судов.

На основании предложенных технологических процессов и с учетом проведенных теоретических и экспериментальных исследований разработана новая принципиальная схема системы приготовления водотопливной эмульсии (СПВТЭ) судовых топлив перед подачей их в дизель (рис. 1).

Работа СПВТЭ осуществляется следующим образом. Исходное топливо из цистерны основного запаса 2 забирается топливным насосом первой ступени 1(1) и подается через расходомер 4(1) на эжектор 10(1), где происходит предварительное подмешивание специально приготовленной воды (озонированного католита) в количестве 10 % по массе.

Вода проходит электрохимическую обработку в электролизере 8, в котором она разделяется на католит и анолит. Далее католит сливается в контактный бак 6, где он обрабатывается озono-воздушной смесью, поступающей из озонатора 11 с помощью компрессора 12. Анолит не участвует в технологическом процессе приготовления водотопливной эмульсии (ВТЭ) и сливается в цистерну сточных вод 14. Непрореагировавшая озono-воздушная смесь удаляется из контактного бака в атмосферу через деструктор 7. Затем озонированный католит через расходомер 4(2) поступает в эжектор 10(1).

Далее смесь озонированной воды и топлива подается в теплообменник 15, где предварительно подогревается теплом, отводимым от аппарата вихревого слоя (АВС) 16 (теплоносителем является трансформаторное масло, циркуляция которого осуществляется с помощью насоса теплоносителя 18).

Подогретая смесь поступает в АВС 16, где происходит реструктуризация ВТЭ под действием вихревого слоя. После чего обработанная ВТЭ направляется в двухпродуктовый гидроциклон 9 для отделения побочных продуктов реструктуризации (неусвоенной топливом воды, а также твердых осадков соединений серы и тяжелых углеводородов), которые сбрасываются в цистерну сточных вод 14.

После гидродинамической очистки однородная тонкодисперсная ВТЭ сливается в расходную цистерну 3. Далее с помощью топливного насоса второй ступени 1(2) обработанная ВТЭ подается через эжектор 10(2) к дизелю. Количество воды во ВТЭ в цистерне 3 находится в пределах (5...10)% в зависимости от содержания в топливе естественных поверхностно-активных веществ.

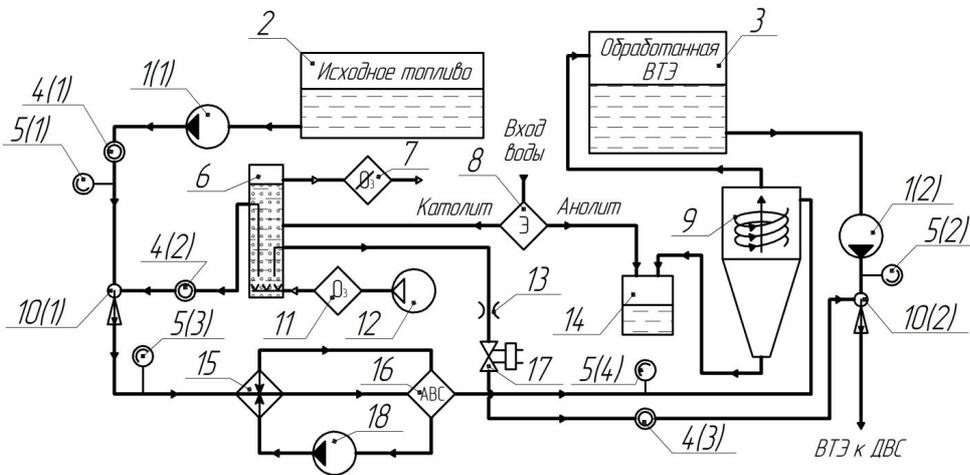


Рис. 1. Принципиальная схема СПВТЭ: 1 – насос топливный; 2 – цистерна основного запаса топлива; 3 – расходная цистерна; 4 – расходомер; 5 – манометр; 6 – бак контактный; 7 – деструктор; 8 – электролизер; 9 – гидроциклон двухпродуктовый; 10 – эжектор смесительный; 11 – озонатор; 12 – компрессор; 13 – шайба дроссельная; 14 – цистерна сточных вод; 15 – теплообменник; 16 – АВС; 17 – клапан электромагнитный; 18 – насос теплоносителя.

Проведенные автором экспериментальные исследования показали, что полученная после такой обработки ВТЭ не дает отделения воды даже при хранении более 6 месяцев. Предположительно такая ВТЭ может подаваться в дизель на всех режимах его работы, даже при работе на холостом ходу.

Однако максимальная эффективная доля воды во ВТЭ для дизелей при работе на режиме номинальной нагрузки составляет 21% [4, 6]. Для этого в схеме предусмотрено устройство дополнительного обводнения ВТЭ, которое состоит из топливного насоса второй ступени 1(2), эжектора 10(2), электромагнитного клапана 17 и дроссельной шайбы 13. Работа устройства дополнительного обводнения заключается в следующем. На режиме номинальной нагрузки дизеля получает питание и открывается электромагнитный клапан 17. Подаваемая насосом 1(2) обработанная ВТЭ поступает в эжектор 10(2), где происходит ее смешивание с эжектируемой через дроссельную шайбу 13 и открытый электромагнитный клапан 17 озонированной водой. Количество эжектируемой воды регулируется дроссельной шайбой 13 так, чтобы суммарное содержание не превышало 21%.

Основной задачей проектирования СПВТЭ является обеспечение требуемых параметров при выбранных технологических схемах и заданной производительности.

Исходными данными для проектирования являются:

- технологические схемы блока водоподготовки, блока реструктуризации топлива и производства ВТЭ, блока гидродинамической очистки;
- расход топлива, потребляемого дизелем и котлоагрегатом;
- режимы работы дизеля и котлоагрегата;
- марки принимаемых на обработку топлив и их основные характеристики;
- значения внешних факторов, влияющих на процессы реструктуризации топлива;

– предельные скорости движения и расходы рабочих сред в элементах систем.

Расходы и марки топлив, а также значения внешних факторов, влияющих на процессы реструктуризации, определяются заданием на проектирование. При задании исходных данных в случае их возможного изменения необходимо указать диапазон варьирования с учетом результатов экспериментальных исследований.

Разработанная математическая модель служит основой для методики проектирования СПВТЭ. Блок-схема проектирования представлена на рис. 2.

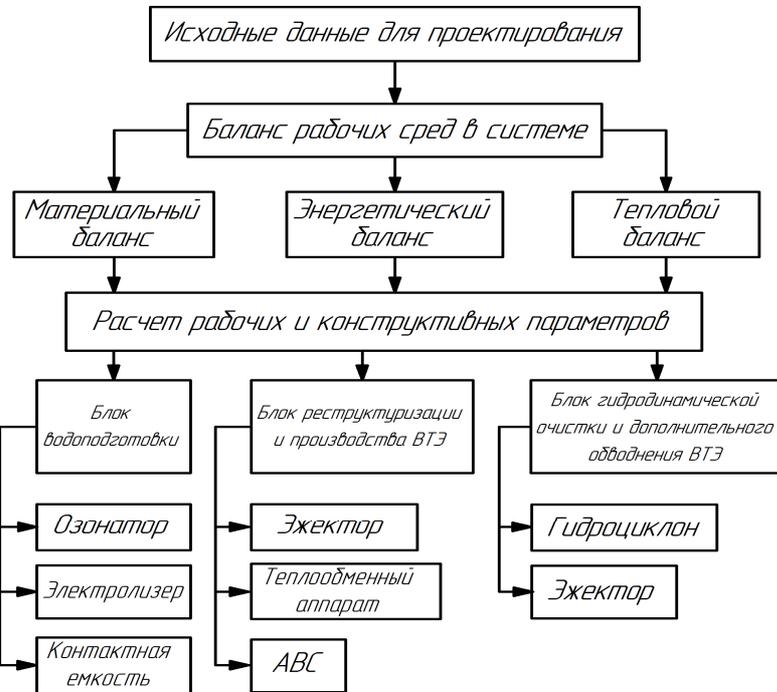


Рис. 2. Блок-схема проектирования СПВТЭ

Порядок проектирования СПВТЭ следующий.

1. Исходя из объема потребляемого топлива, определяются производительности основных элементов СПВТЭ: блок водоподготовки: уравнения; блок реструктуризации топлива и производства ВТЭ, блок гидродинамической очистки и дополнительного обводнения ВТЭ. Максимальная доля воды во ВТЭ; для СОД $k_6 = 0,21$ для котлоагрегатов $k_6 = 0,4$.

Объемный коэффициент эжекции [9]:

$$u_0 = \frac{Q_{\text{эж}}}{Q_{\text{р}}}; \quad (1)$$

2. Баланс рабочих сред в СПВТЭ характеризуется следующими уравнениями:

а) материального баланса. Материальный баланс складывается из расходов топлива, поступающего на обработку G_m , воды, поданной перед реструктуризацией ВТЭ $G_{\text{в}}^{\text{ВТЭ}}$, дополнительной порции воды после реструктуризации ВТЭ $G_{\text{ш}}$ и шламовых продуктов реструктуризации $G_{\text{в.д.ш}}^{\text{ВТЭ}}$, кг/с:

$$G_{\text{г}} = G_{\text{т}} + G_{\text{в}}^{\text{ВТЭ}} + G_{\text{в.д.ш}}^{\text{ВТЭ}} + G_{\text{ш}}; \quad (2)$$

где $G_{\text{в}}^{\text{ВТЭ}}$ – расход воды на дополнительное обводнение ВТЭ, кг/с;

$G_{\text{ш}}$ – расход шламовых продуктов реструктуризации, кг/с;

б) энергетического баланса. Энергетический баланс СПВТЭ состоит из электрических мощностей, потребляемых АВС, озонатором, электролизером и насосами, Вт:

$$N_{\Sigma} = N_{ABC} + N_{оз} + N_{эл} + N_{н}; \quad (3)$$

где N_{ABC} – электрическая мощность, потребляемая АВС, Вт;
 $N_{оз}$ – электрическая мощность, потребляемая озонатором, Вт;
 $N_{эл}$ – электрическая мощность, потребляемая электролизером, Вт;
 $N_{н}$ – электрическая мощность, потребляемая насосами, Вт;

в) теплового баланса. Тепловой баланс выражается в количестве теплоты, произведенного АВС за вычетом количества теплоты, унесенным топливом и потерь в окружающую среду, и соответствует выражению (4).

$$Q_{\Sigma} = Q_{ABC}^T - Q_{т}^T - Q_{окр}^T; \quad (4)$$

где Q_{Σ} – суммарное количество теплоты, Дж;
 Q_{ABC}^T – количество теплоты, произведенное АВС, Дж;
 $Q_{т}^T$ – количество теплоты, унесенное топливом, Дж;
 $Q_{окр}^T$ – потери тепла в окружающую среду, Дж.

3. Следующим этапом является расчет конструктивных и технологических параметров СПВТЭ:

- а) характеристики озонатора – по выражению с учетом рекомендаций источника [5];
- б) расчет электролизера – по уравнению [11];
- в) определение объема контактной емкости – по выражению;
- г) расчет эжектора – по методике, описанной в [7, 9, 10] и по выражениям;
- д) характеристики теплообменного аппарата – по методике [1].
- е) определение параметров АВС – по уравнениям в соответствии с методикой, а также по выражениям;
- ж) расчет конструктивных и технологических параметров гидроциклона производится по методике, описанной в источниках [2, 3, 8].

Список литературы:

- [1] Андреев В.А. Теплообменные аппараты для вязких жидкостей. – Л.: Энергия, 1971 – 152 с., ил.
- [2] Васькин С.В. Обработка осадков сточных вод: учеб. пособие / С.В. Васькин. – Н. Новгород: Изд-во ФГОУ ВПО «ВГАВТ», 2007. – 103 с., ил.
- [3] Васькин С.В. Процессы и аппараты очистки сточных вод. Учебное пособие / С.В. Васькин. – Н.Новгород: ФГОУ ВПО «ВГАВТ», 2006. – 256 с.
- [4] Гладков О.А., Лерман Е.Ю. Создание малотоксичных дизелей речных судов. – Л.: Судостроение, 1990. – 112 с.
- [5] Курников А.С. Концепция повышения экологической безопасности судна: Монография. – Н.Новгород: ФГОУ ВПО ВГАВТ, 2002.
- [6] Лебедев О.Н., Сомов В.А., Сисин В.Д. Водотопливные эмульсии в судовых дизелях. – Л.: Судостроение, 1988. – 108 с.
- [7] Курников А.С. Создание математических моделей систем обеспечения обитаемости судов. Монография. - Н.Новгород: ФГОУ ВПО ВГАВТ, 2002.
- [8] Найденко В.В., Житянный В.Ю., Хусаинов И.Я. Расчёт гидроциклонных установок//Очистка природных и сточных вод – Казань, 1982. – № 8. – С.7–11.
- [9] Соколов Е.Я., Зингер И.М. Струйные аппараты. – 2-е изд., перераб. – М.: Энергия, 1970. – 288с.
- [10] Соколов Е.Я., Зингер И.М. Струйные аппараты. – 3-е изд., перераб. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 352с.

[11] Шустов Ю.Б. Расчет физико-геометрических параметров электролизера для систем приготовления водотопливных эмульсий // Труды ГИИВТ, вып. 254. – Горький, 1991. – с. 110–116.

В.М. Сорокин

ФГБОУ ВПО «НГСХА»

В.И. Котельников

ФГБОУ ВПО «НГТУ им. Р.Е.Алексеева»

К ВОПРОСУ О ПОВЕРХНОСТНО ПЛАСТИЧЕСКОМ ДЕФОРМИРОВАНИИ СТАЛЬНЫХ ДЕТАЛЕЙ

Ключевые слова: параметр, обработка, пластический сдвиг, резание, удельное давление, напряжение, регулярный микрорельеф, режущая грань, индентор, деформация.

Даны основные определения пластического деформирования поверхности стальных деталей выглаживанием. Рассмотрены отличия пластической деформации без изменения объема деформируемого материала поверхностного слоя от обработки резанием, например алмазным выглаживанием.

Поверхностно пластическое деформирование (ППД) – есть технологический процесс, при котором давящий инструмент (индентор) воздействует на обрабатываемую поверхность, без изменения её объема.

Например, накатыванием шариковыми роликовыми накатками, К ППД можно отнести дорнование внутренних поверхностей, если оно не сопровождается резанием. В отличие от ППД обработка металла резанием подразумевает удаление части металла с поверхности. Например, шлифование, притирка, протяжка и т.д.

В последнее время в технической литературе появляются публикации, в которых авторы, ссылаясь на предшественников, путают данные понятия, принимая процессы резания за пластическое деформирование и наоборот. Так в работах [1] и [2], со ссылкой на работу [3], авторы причислили процесс алмазного выглаживания к ППД, приведя классический пример В.М. Смелянского по накатыванию поверхности. Следует сказать, что процесс алмазного выглаживания осуществляется режущей гранью синтетического алмаза, зажатого в специальную державку. При этом процессе твердая грань алмаза срезает вершины шероховатости поверхности детали. Давление на единицу площади, практически стянутой в одну короткую линию настолько высоко, что в зоне контакта развивается высокая температура, облегчая процесс срезания вершин шероховатости, оставшиеся от предшествующей обработки.

Следует отметить и тот факт, что при холодной обработке стали ППД любым инструментом перед давящим индентором, никогда не образуется «волна смещаемого металла». В.М. Смелянский, описывая процесс образования «волны смещения», говорил о мягких материалах, таких как алюминий и медь. Сталь, обладая высокой прочностью и твердостью, даже при высоких температурах нагрева поверхности, не образует «волну смещения».

Экспериментальные работы, как по ППД нагретой до температур разупрочнения поверхности, так и ППД по холодному металлу, различными инденторами, убедительно это доказали.

В качестве примера приведем изменения, происходящие в поверхностном слое при выглаживании внутренней цилиндрической поверхности деталей из углеродистой конструкционной стали, холодным способом и с нагревом поверхности до температур $T=550-650^{\circ}\text{C}$. На рисунке 1 показан инструмент и нагреваемая втулка перед обработкой выглаживанием внутренней цилиндрической поверхности.