

Перспективность использования водотопливных эмульсий в энергетических установках давно известна(1,2). Так как при этом можно достичь следующих положительных результатов: 1. Исчезает проблема замазученных вод, поскольку именно эту воду эмульгируют в первую очередь. 2. Увеличивается надежность топливоподачи, поскольку отсутствуют водяные пробки в мазутопроводах. 3. Облегчается переход со сжигания газа на мазут и обратно. 4. Выбросы NO снижаются на 25-44% в зависимости от конкретных производственных условий. 5. Снижается выброс CO при работе с теми коэффициентами избытка воздуха, что и при сжигании не эмульгированного мазута или снижается коэффициент избытка воздуха при одинаковых значениях концентрации CO. Таким образом, использование водотопливных эмульсий позволило бы полностью утилизировать все сточные воды, загрязненные нефтепродуктами, а с другой стороны, улучшить состав газовых выбросов. Как известно, чем тоньше распыливание мазута, тем быстрее и полнее происходит его сгорание. Тонкость распыливания зависит от конструкции и типа форсунки, от вязкости и качества жидкой водно-топливной эмульсии. Горючая смесь, состоящая из капель и паров жидкого топлива с каплями воды и воздуха, продвигаясь от форсунки по направлению ее оси, нагревается от лучеиспускания кладки горящего факела и от соприкосновения с горячими продуктами горения. При достижении горючей смесью температуры воспламенения, она загорается и образует факел. Если в топку к корню факела поступает чрезмерно большое количество холодного воздуха, факел отрывается от форсунки. Такое же явление наблюдается при сжигании сильно увлажненной грубодисперсной водно-топливной эмульсии. Для получения «идеального» процесса сгорания эмульсии в топке необходимы следующие условия: во-первых, состав эмульсий должен быть однородным по распределению водной фазы в мазутной среде, во-вторых, размеры частиц дисперсной водной фазы должны быть минимальными, т.е. менее 0.1мкм. Таким образом, для широкого внедрения использования водно-топливных эмульсий в энергетических установках, было необходимо решать задачу их приготовления в промышленных масштабах. Свои исследования мы начали с использования для приготовления эмульсий роторно-пульсационных аппаратов (РПА, ГАРТ), которые довольно широко описаны в литературе (3,4,5,6). Их отличие от быстроходных мешалок заключается в том, что в самом аппарате существует несколько направляющих устройств, чередующихся в радиальном направлении с коаксиальными рядами плохо обтекаемых лопаток ротора. Один коаксиальный ряд плохо обтекаемых лопаток ротора и, расположенный в непосредственной к нему близости (радиальный зазор между ними иногда достигает 0.02мм) коаксиальный ряд плохо обтекаемых лопаток статора, образует ступень аппарата. Таких ступеней может быть до 10 (рис.1). Рис. 1 - Ступень РПА (вид в разрезе) На рис. 1 поз.21,22-это непрофилированные, плохообтекаемые лопатки ротора, поз.23-это непрофилированные, плохо обтекаемые лопатки статора. Эти

аппараты можно назвать лопаточными машинами (аппаратами) (ЛМ, ЛА). Такие устройства типа ЛМ позволяют осуществлять не только перемешивание в жидкотекучих системах, но и проводить процессы диспергирования с целью получения различных эмульсий, суспензий. В этих аппаратах достигается высокий градиент скоростей, они способны измельчать (размалывать) твердые частицы в жидкотекучих средах. Однако в аппаратах этого типа получить эмульсии с размерами дисперсной фазы менее 500 мкм не удавалось. Впоследствии это мы объяснили отсутствием в аппаратах типа РПА акустической составляющей, так как только за счет градиента скоростей, как мы убедились после проведения многочисленных экспериментов, получить ультратонкие эмульсии размером частиц менее 1 мкм не удастся. Объяснение этому фактору нами приводится в литературе(7). В дальнейшем, при исследованиях различных конструкций аппаратов для диспергирования, авторам удалось соединить в одном аппарате акустическое излучение УЗДНов и высокую эффективность перемешивания РПА. В результате получены аппараты, обладающие совершенно новыми уникальными технологическими свойствами, которые мы назвали роторно-пульсационными акустическими аппаратами (РПАА). Рис. 2 - РППА (вид в разрезе) Теперь рассмотрим, как работает РПАА в отличии от РПА. В РПАА (рис.2) статоры 4 с лопатками 7, упругими лопатками 5 с помощью которых они установлены в корпусе 1 с зазором к этому корпусу и ротор 9 с упругими лопатками 10, втулкой (ступицей)11 и лопатками 12 изготовлены целиком из титанового сплава. Титан и его сплавы имеют максимальную акустическую добротность. См. табл.1. Акустическая добротность – это безразмерный параметр, характеризующий во сколько раз амплитуда вынужденных колебаний при резонансе больше амплитуды колебаний на частотах значительно меньше резонансных, при одинаковой амплитуде вынуждающей силы. В таблице 1 приведены акустические добротности некоторых конструкционных материалов

Таблица 1 - Величина акустических добротностей различных конструкционных материалов

Материал	Добротность
Сталь 45	8000
Сталь 30ХГСА	10000
Сталь 25ХВА	6300
Никель	100
Титан ВТ-1	22000
Феррит	350
Титановый сплав ВТ-3	21000
Алюми-ниевый сплав АМГ	10000
Медь М2	6300
Латунь Л59	13000

Как отмечалось выше, вращающийся диск ротора 9 будет совершать своею плоскостью вынужденные колебания (см.рис.2) различной формы, частоты, амплитуды, интенсивности. При частоте колебаний $f=215\text{Гц}$ колебания будут листовыми, при частотах колебаний f соответственно равных 1425;1948;2222;2641;3291;8974Гц будут веерные колебания, при частоте колебаний $f=8974\text{Гц}$ будут веерные колебания, при частоте колебаний $f=16003\text{Гц}$ – комбинированные веерно -зонтичные колебания. Рис. 3 - График замера интенсивности акустического излучения РПАА, УЗДН, РПАА На рис.3 представлены в графическом виде результаты замера интенсивности акустического излучения РПА, УЗДНа, РПАА. Из этого графика наглядно видно,

какими акустическими возможностями обладает РПАА по сравнению с УЗДном и РПА. На модельных водомасляных эмульсиях, приготовленных искусственно со следующими параметрами: межфазное поверхностное натяжение $\sigma=10^{-4}-10^{-3}$ (Н/м), $\rho \approx 1000$ (кг/м³), объемная концентрация дисперсной фазы порядка 25%, при интенсивности акустического излучения $J \approx 105$ (Вт/см²) были получены эмульсии с диаметром частиц дисперсной фазы $d_k \approx 0,1$ мкм. (10-7 м). В дальнейшем при приготовлении водотопливных эмульсий использовались РПАА, как лабораторные, так и пилотные установки. Исследовались реологические свойства водотопливных эмульсий с различным содержанием воды, до 25%, температура воспламенения и тепловой КПД, как в лабораторных условиях с использованием стандартных методик, принятых на ТЭЦ-3 г. Казани, так и в опытно-промышленных условиях. Для опытно-промышленных испытаний было выбрано оптимальное содержание воды-20%. Результаты проведенных исследований обобщены в табл. 2.

Таблица 2 - Результаты сравнительных испытаний	
Наименование параметра РПА	РПАА
Производительность (т/час) (без дополнительного насоса)	20 18 20
Потребляемая мощность (квт)	120 130 75
Минимальный размер капель эмульсии (мкм)	500 600 0,15
Срок хранения	2дня 1день 2года
Частота акустических колебаний, (КГц)	Отсут-свует Отсут-ствует До 100
Тип горения полученной эмульсии	Вибрационное Вибрационное Устойчивое
Понижение теплотворной способности 20% эмульсии в % относительно чистого мазута	Снижение на 1 Снижение на 2 Повышение на 2
Количество патентов защищающих способ и конструкцию	Отсутствует Нет данных 21
Стоимость аппарата (условно принято, что стоимость РПА=1)	1 3 0,5
Рабочее давление (ат)	30 5 50
Схема привода	Станция управления-эл. двигательдвухступенч. мультипликатор -РПА
Станция управления-эл. двигатель	двухступенчмультиплика-тор-РПА Эл.двигатель одноступенчатый мультипликатор-РПАА

В заключение приводится перечень основных патентов, полученных и использованных при изготовлении РПАА: Патенты РФ №№2140813,2142843,2144423,2145255,2145517,2146170,2146967,2305005, 2366497,2354445.