

УДК 532

А.М. Павленко, О.А. Крюковская, А.В. Кошлак, В.Д. Вернигора,
Ю.А. Гасило**ОБЕЗВРЕЖИВАНИЕ ОТРАБОТАННЫХ ЭМУЛЬСИОННЫХ
СРЕД В ЦЕНТРОБЕЖНЫХ АППАРАТАХ**

Введение. Проблемы использования ресурсов и охраны окружающей среды требуют включения в процессы эксплуатации технологических эмульсионных сред (ЭС), в частности смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ), устройств для нейтрализации отработанных эмульсионных сред, целью которых является получение технически чистых оборотных вод, сбор масляной фазы с ее последующей утилизацией или регенерации.

Сложность обезвреживания отработанных эмульсий вызвана высокой устойчивостью их структуры. Микрогетерогенные масляные глобулы стабилизированы поверхностью эмульгатора, действие которого заключается в снижении поверхностного натяжения на границе “масло-вода” до $(0,1...0,001) \cdot 10^{-7} \frac{H}{M}$ и создании на поверхности масляных глобул двойных электрических слоев, гелеобразных адсорбционных и сольватно-гидратных оболочек. Это препятствует сближению соседних глобул до расстояний, где наиболее интенсивно действуют Ван-дер-Ваальсовы силы. Поэтому произвольное коалесцирование масляных глобул в крупные капли невозможно. Наложение дополнительных (центробежных) сил не обеспечивает достаточную эффективность процесса разложения эмульсий, в связи с чем необходимо более существенное, воздействие на структуру СОЖ, например химическое.

Механическое деэмульгирование не дает высокую степень выделения дисперсной фазы из базовой основы эмульсии, но имеет высокую производительность и небольшие энергозатраты на реализацию процесса. Указанные преимущества делают перспективным дальнейшее развитие способов механического разделения ЭС.

Для разрушения структуры ЭС используют различные конструкции центрифуг (например, осадительные горизонтальные

центрифуги со шнековой выгрузкой осадка ОГШ-502К4, ОГШ-631К-2, центрифуги Alfa-Laval (США), ротор которых вращается с частотой до $n=7000\text{мин}^{-1}$, обеспечивающие снижение концентрации масла с 20% до 0,5% и полное удаление шлама. Однако для удовлетворительного отделения масла фактор разделения должен быть не менее 7260 при существующем 2000. Кроме того, центрифуги обладают малой производительностью при разделении устойчивых эмульсий. Для увеличения производительности необходимо снизить рН отработанной жидкости до 2...4, что вызывает необходимость использовать реагенты для подкисления СОЖ и значительно усложняет технологию обезвреживания отработанных водных сред. Поэтому механические способы применяются на первом этапе в технологических процессах обезвреживания отработанных СОЖ.

Интенсифицировать процесс выделения взвешенных частиц загрязнений можно дополнительным воздействием на структуру дисперсий, например, термическим.

Ранее было принято ошибочное мнение, что воздействие температуры оказывает на эмульсии лишь косвенное влияние: изменяется поверхностное натяжение, вязкость и эмульгирование происходит легче. В данном случае эффективнее осуществляется дробление вторичной фазы на капли малого диаметра, но эмульгирование реализовать при более высоких температурах сложнее, поскольку, как установлено настоящими исследованиями, изменение температуры оказывает влияние на адсорбцию эмульгатора. Поэтому эффективность эмульгирования повышается при снижении температуры (как будет показано далее). Классическим примером может служить производство маргарина и майонеза, когда готовые эмульсии охлаждают после того, как они были приготовлены при повышенной температуре.

Таким образом, дополнительное термическое воздействие на структуру эмульсии при обработке дисперсии любым способом [1] интенсифицирует процесс ее разрушения.

Цель работы. В данных исследованиях предполагалось выяснить, в какой степени это воздействие эффективно, а также провести анализ и исследовать закономерности, связывающие структуру эмульсионных сред с их устойчивостью.

Методика исследований. При центрифугировании ЭТС изменялись следующие параметры: продолжительность обработки (t); число оборотов центрифуги (n); температура ЭТС (T); использованы составы с различными концентрациями эмульгатора ($C_Э$), дисперсной фазы (C_M) и периодами выдержки (τ). Исследования выполнены в три этапа, в каждом из которых комбинировались перечисленные факторы. Ниже в таблицах 1-4 приведены условия экспериментов и матрицы планирования.

Таблица 1

Условия проведения экспериментов

Факторы	Код	Уровни варьирования			«звездные точки»		Интервал
		-1	0	1			
I серия опытов							
$C_Э, \%$	X_1	0,4	0,9	1,4	-1,547 0,13	1,547 1,67	0,5
$C_M, \%$	X_2	15	35	55	4	66	20
$T, ^\circ C$	X_3	30	50	70	19	81	20
$t, \text{мин.}$	X_4	2	4	6	0,9	7,1	2
$n, \text{об/мин.}$	X_5	2000	4000	6000	900	7100	2000
II серия опытов							
$C_Э, \%$	X_1	0,4	0,9	1,4	0,13	1,67	0,5
$C_M, \%$	X_2	15	35	55	4	66	20
$T, ^\circ C$	X_3	30	50	70	19	81	20
$t, \text{мин.}$	X_4	2	4	6	0,9	7,1	2
III серия опытов							
$C_Э, \%$	X_1	0,4	0,9	1,4	0,13	1,67	0,5
$C_M, \%$	X_2	15	35	55	4	66	20
$T, ^\circ C$	X_3	30	50	70	19	81	20
$\tau, \text{мин}$	X_4	40	100	160	15	185	60

Таблица 2

Матрица планирования I

№	Факторы				Y	№	Факторы				Y
	X_1	X_2	X_3	X_4			X_1	X_2	X_3	X_4	
1	1	1	1	1	21	14	-1	1	-1	-1	65
2	-1	1	1	1	18	15	1	-1	-1	-1	87
3	1	-1	1	1	22	16	-1	-1	-1	-1	67
4	-1	-1	1	1	17						
5	1	1	-1	1	35	17	1,414	0	0	0	21
6	-1	1	-1	1	34	18	- 1,414	0	0	0	44
7	1	-1	-1	1	40	19	0	1,414	0	0	39
8	-1	-1	-1	1	34	20	0	- 1,414	0	0	40
9	1	1	1	-1	62	21	0	0	1,414	0	16
10	-1	1	1	-1	68	22	0	0	- 1,414	0	50
11	1	-1	1	-1	75	23	0	0	0	1,414	16
12	-1	-1	1	-1	62	24	0	0	0	-	92

										1,414	
13	1	1	-1	-1	85	25	0	0	0	0	32

Таблица 4

Матрица планирования III

№	Факторы				Y	№	Факторы				Y
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄			X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	
1	1	1	1	1	21	14	-1	1	-1	-1	20
2	-1	1	1	1	17	15	1	-1	-1	-1	39
3	1	-1	1	1	22	16	-1	-1	-1	-1	24
4	-1	-1	1	1	17						
5	1	1	-1	1	37	17	1,414	0	0	0	21
6	-1	1	-1	1	36	18	-1,414	0	0	0	44
7	1	-1	-1	1	42	19	0	1,414	0	0	39
8	-1	-1	-1	1	35	20	0	-	0	0	39
9	1	1	1	-1	15	21	0	0	1,414	0	16
10	-1	1	1	-1	16	22	0	0	-	0	49
11	1	-1	1	-1	23	23	0	0	0	1,414	23
12	-1	-1	1	-1	16	24	0	0	0	-1,414	38
13	1	1	-1	-1	38	25	0	0	0	0	22

После обработки результатов по стандартной методике [2] получены следующие уравнения:

$$Y_I = 62,67 + 2,16X_1 - 12,66X_4 - 17,74X_5 - 10,57X_1^2 - 7,25X_2^2 - 10,8X_3^2 - 2,99X_4^2 + 9,55X_5^2 + 2,8IX_4X_5;$$

$$Y_{II} = 32,61 + 1,47X_1 - 7,5X_3 - 22,87X_4 - 4,54X_2^2 + 1,197X_4^2 - 1,625X_1X_2 - 2X_1X_3 - 2X_1X_4;$$

$$Y_{III} = 34,93 + 1,17X_1 - 8,53X_3 - 2,4X_1^2 - 2,4X_3^2 + 1,197X_3^2 - 3,4X_4^2 - 1,63X_1X_3 - 1,83X_1X_4 - 1,38X_3X_4.$$

На рисунке 1 представлены поверхности указанных функций, характеризующие данные зависимости и степень влияния названных факторов. Наиболее сильное влияние оказывают частота вращения центрифуги, продолжительность обработки и рабочая температура (X_5 , X_4 и X_3).

Заключение. Как показали полученные оценки влияния факторов на значение Y, квадратичные оценки зависят не только от физических свойств ЭТС, но и от выбора ширины интервалов варьирования. Например, для показателя S_9 (X_1 в первой серии опытов) интервал варьирования достаточно широк. Учитывая параболический характер зависимости, линейное влияние S_9 положительно, а квадратическое отрицательно, т.е. графически - это часть параболы, ориентированной ветвями вниз с преобладанием участка параболы на возрастание. Полученные уравнения характеризуют процесс разрушения любой водомасляной эмульсии, поскольку отражают экспериментальные данные, представленные в данной работе и других публикациях [1,3].

Приведенные данные указывают также на то, что термическая инициация центробежного разделения ЭТС не является в этих технологиях доминирующим фактором, но существенно повышает степень выделения дисперсной фазы эмульсии. Поэтому такой подход к деэмульгированию может исключить необходимость в подкислении рабочих растворов, а это в свою очередь открывает перспективы к созданию безотходного процесса механического разделения промышленных ЭТС.

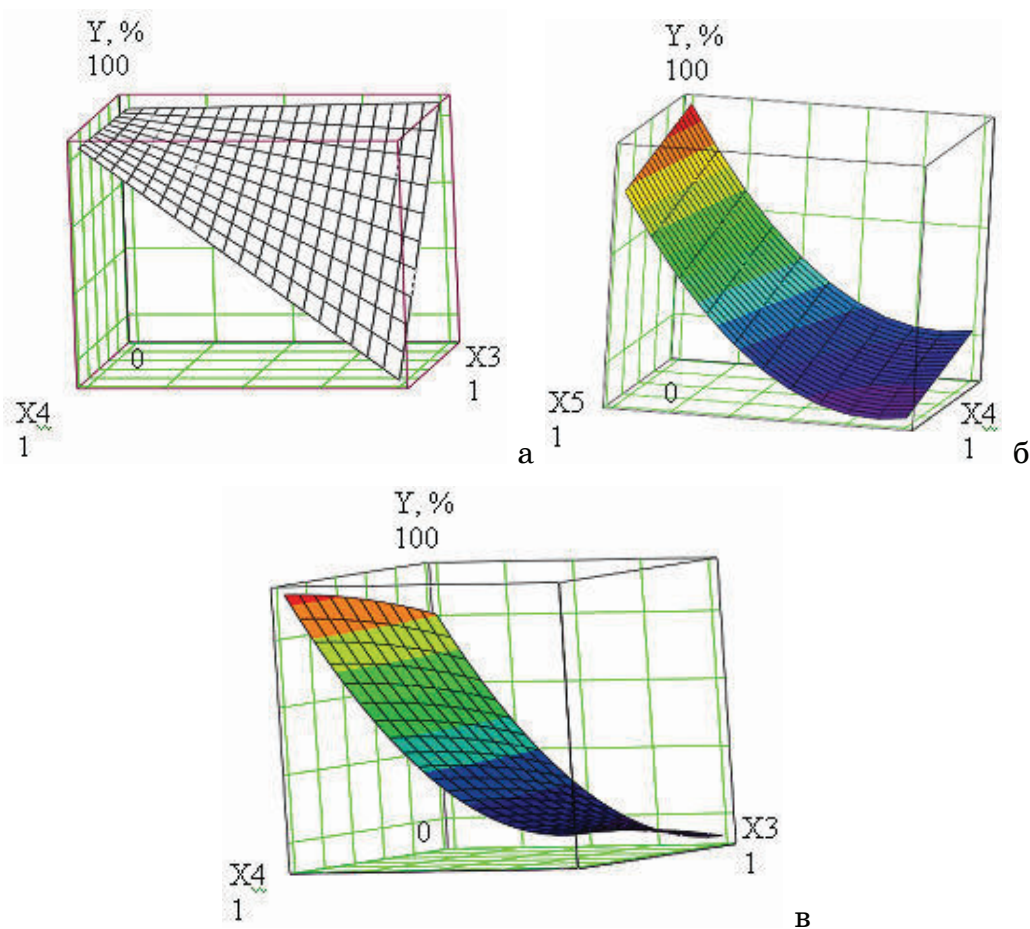


Рисунок 1- Графики зависимости степени разделения ЭТС: а - уравнение 1 при фиксированных X_1, X_2, X_3 ; б – уравнение 2 при фиксированных X_1, X_2 ; в – уравнение 3 при фиксированных X_1, X_2 (данные приведены в кодированных величинах [3])

ЛИТЕРАТУРА

1. Павленко А.М. Стійкість емульсій при технологічних впливах. Дніпропетровськ: Наука і освіта, 2001.-140 с.
2. Хартман К., Лецкий Э., Шефер В. и др. Планирование эксперимента в исследованиях технологических процессов. –М: Мир, 1977.
3. Эмульсии. Под ред. Шермана Ф. – Л.: Химия, 1972.- 448с.

Получено 15.06.2006 г.