



ОСОБЕННОСТИ ПОДГОТОВКИ НЕФТЕЙ РАЗЛИЧНОГО ТИПА В АППАРАТАХ С КОАЛЕСЦИРУЮЩИМИ ЭЛЕМЕНТАМИ

МЯКИШЕВ Евгений Александрович

Старший научный сотрудник лаборатории промысловой подготовки нефти ПАО «Гипротюменнефтегаз» (Группа ГМС)

ТАРАСОВ Михаил Юрьевич

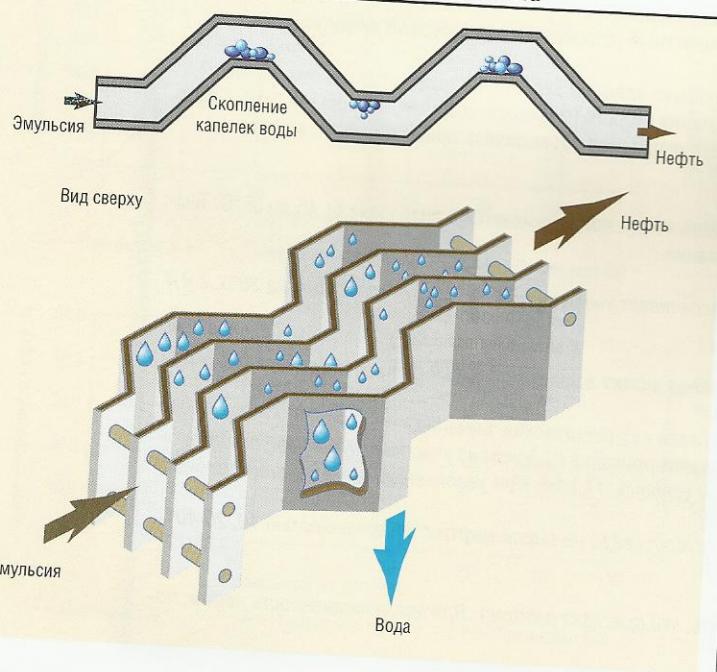
Начальник лаборатории промысловой подготовки нефти ПАО «Гипротюменнефтегаз» (Группа ГМС), к.т.н.



В настоящее время наиболее эффективным способом ускорения разрушения водонефтяной эмульсии служит предварительное увеличение размеров капель воды в нефти перед отстаиванием эмульсии. При использовании данного метода эмульсия пропускается через специальные контактные устройства – коалесцирующие элементы (КЭ), в результате чего повышается эффективность отстаивания и увеличивается глубина обезвоживания нефти. В виду того, что большинство исследований процесса предварительного укрупнения дисперсной фазы водо-нефтяных эмульсий перед отстаиванием с применением коалесцирующих элементов направлено на изучение тяжелых и высоковязких нефтей, перед специалистами ПАО «Гипротюменнефтегаз» была поставлена задача провести исследования на всех видах нефтей: тяжелых, легких и средних. Результаты проведенных лабораторных испытаний показали, что с увеличением плотности и вязкости исследуемых нефтей коэффициенты эффективности коалесцирующих элементов растут. Полученные усредненные коэффициенты могут быть использованы при проектировании технологических схем обезвоживания скважинной продукции.

Для ускорения разрушения водонефтяной эмульсии (интенсификации процесса осаждения капель воды) целесообразно проводить предварительное увеличение их размеров перед отстаиванием эмульсии.

Рис. 1. Принцип работы коалесцирующего элемента



Один из перспективных методов предварительного укрупнения капель воды в нефти перед отстаиванием заключается в пропускании эмульсии через специальные контактные устройства – коалесцирующие элементы (КЭ). В большинстве исследованных случаев данная технология позволяет повысить эффективность отстаивания и увеличить глубину обезвоживания нефти. Механизм укрупнения капель воды на твердой поверхности показан на рис. 1. При

Рис. 2. Виды аппаратов-нефтеводогазоразделителей с подогревом (НГВРП)



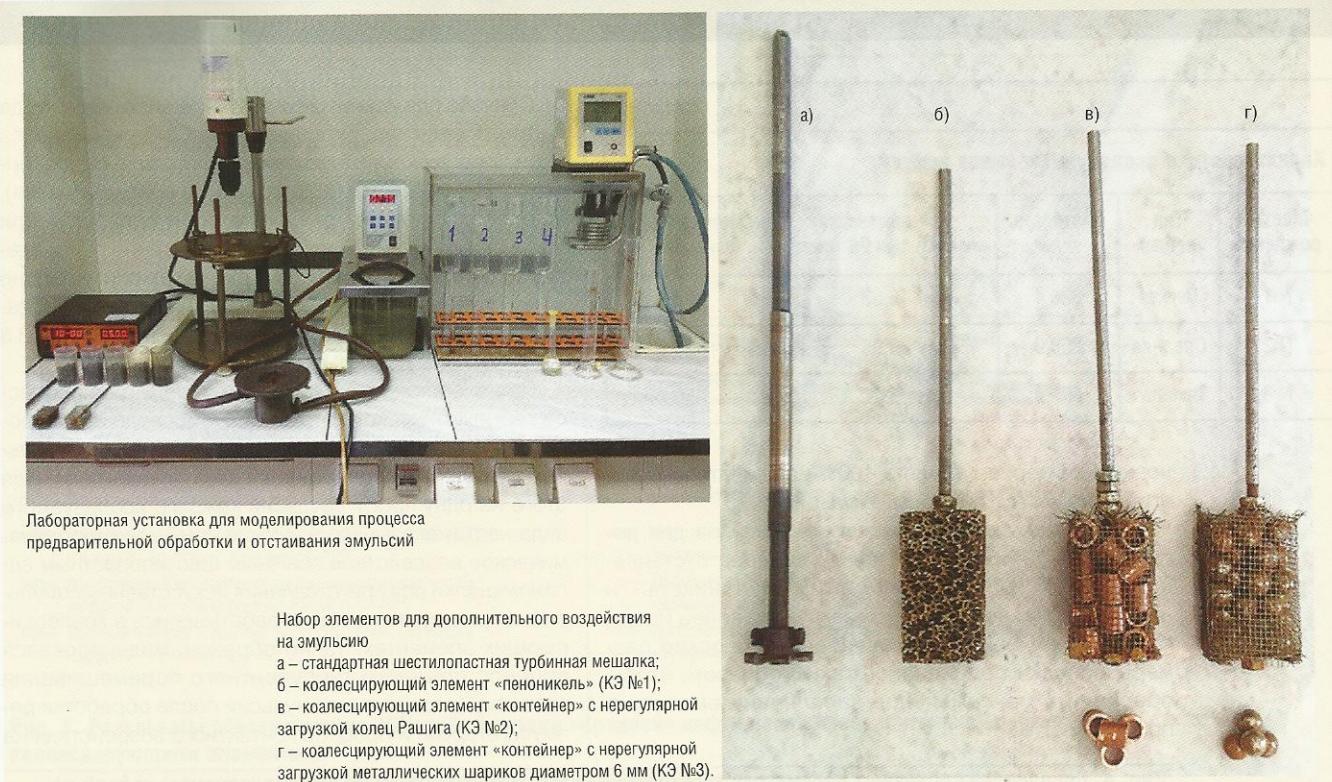
Аппарат Heater-Treater производства Sivalls



Аппарат НГВРП производства ООО «Курганхиммаш»



Аппараты Heater-Treater производства Malone

Рис. 3. Лабораторная установка для предварительной обработки и отстаивания эмульсий

прохождении эмульсии через коалесцирующий элемент капли воды сталкиваются с гидрофильной поверхностью элемента и задерживаются на ней. По мере накопления капли объединяются в более крупные и под действием сил гравитации отделяются в виде свободной воды. В качестве коалесцирующих материалов в аппаратах подготовки нефти используются стальные и полимерные элементы различных конструкций.

Подобными элементами оборудованы некоторые современные аппараты подготовки нефти, например, аппараты НГВРП производства ООО «Курганхиммаш» и оборудование Heater-Treater производства компаний Sivalls (США) и Maloney (Канада) (рис. 2). Кроме обычного термохимического воздействия, дополнительно осуществляется физическое воздействие коалесцирующей поверхности на водонефтяную эмульсию. Процесс разделения эмульсий в вышеуказанных аппаратах проходит интенсивнее, а время обезвоживания нефтяных эмульсий сокращается. Это сказывается на производительности аппарата подготовки нефти, что необходимо учитывать при выдаче рекомендаций по подготовке нефти в аппаратах с коалесцирующими элементами. Повышенная производительность аппарата, естественно, позволяет использовать их на УПН в меньшем количестве.

ИССЛЕДОВАНИЕ УКРУПНЕНИЯ ДИСПЕРСНОЙ ФАЗЫ ВОДОНЕФТЯНЫХ ЭМУЛЬСИЙ

Процесс предварительного укрупнения дисперсной фазы водонефтяных эмульсий перед отстаиванием с применением коалесцирующих элементов, а также количественной оценке их эффективности в процессах разрушения эмульсий ранее изучался в процессе многочисленных лабораторных и промышленных исследований. В то же время большинство из них были направлены на исследование тяжелых и высоковязких нефтей, тогда как процесс разрушения эмульсий средних и легких нефтей после обработки вышеуказанными элементами оставался малоизученным.

В связи с этим перед специалистами ПАО «Гипротюменнефтегаз» была поставлена цель провести исследования процесса на всех видах нефтей. Для выполнения лабораторных экспериментов использовался стенд, представленный на рис. 3. Установка состоит из терmostатируемой емкости для исследуемой нефти, сменного вала с насадками, электропривода с блоком регулирования оборотов и термостата для отстаивания эмульсии.

Исследования проводились на эмульсиях тяжелой, средней и легкой нефти, физико-химические свойства которых представлены в табл. 1. Значения обводненности эмульсий были выбраны экспериментально, ос-

Таблица 1

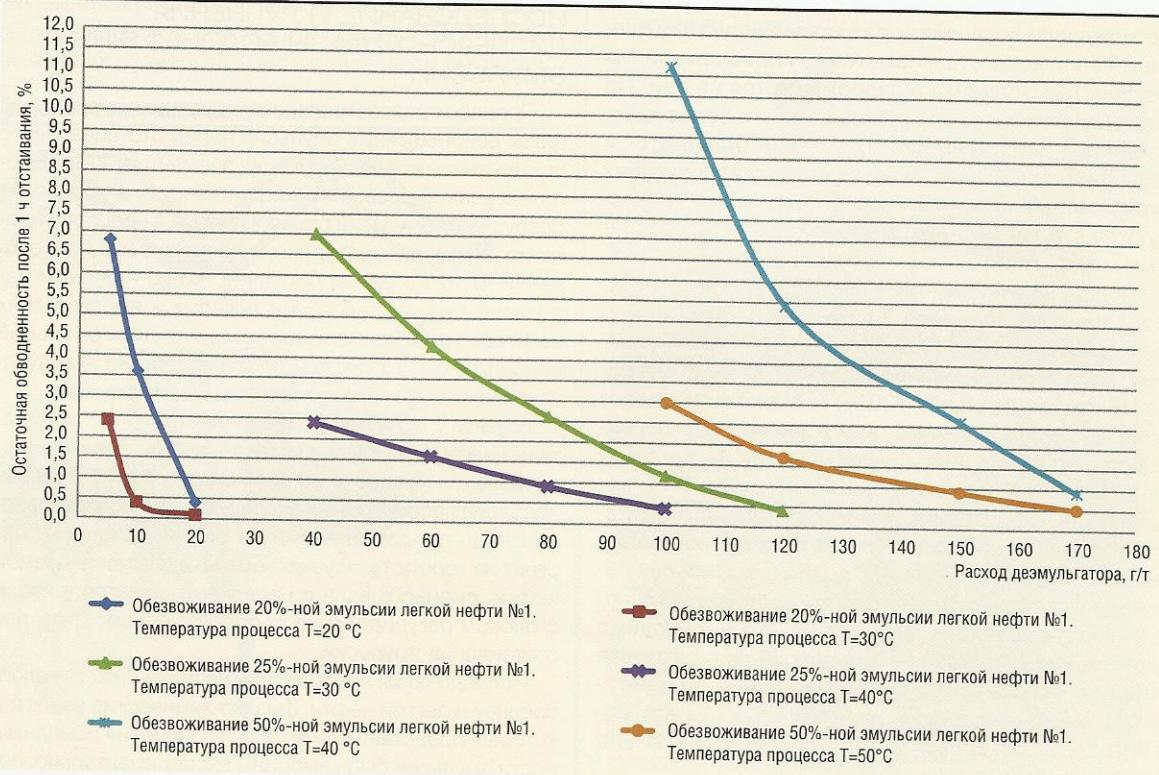
Характеристики исследуемых видов нефти

Место- рождение	Тип нефти	Плотность, кг/м ³	Кинематическая вязкость при 20°C, мм ² /с	Обводненность эмulsionи, %
№1	Легкая	836,4	6,63	20
№2	Средняя	850,0	8,98	25
№3	Тяжелая	881,0	51,7	50

новным критерием принята 100%-ная кинетическая и агрегативная устойчивость эмульсий.

В качестве коалесцирующих элементов для дополнительной обработки эмульсии перед отстаиванием использовались элементы «пеноникель» и «контейнер» с нерегулярной загрузкой колец Рашига и металлических шариков. Геометрические размеры насадки подбирались таким образом, чтобы обеспечить максимальное заполнение емкости с пробой нефти.

Рис. 4. Определение основных параметров термохимического отстаивания эмульсий исследуемых нефтей до остаточного содержания воды в нефти W=0,5%



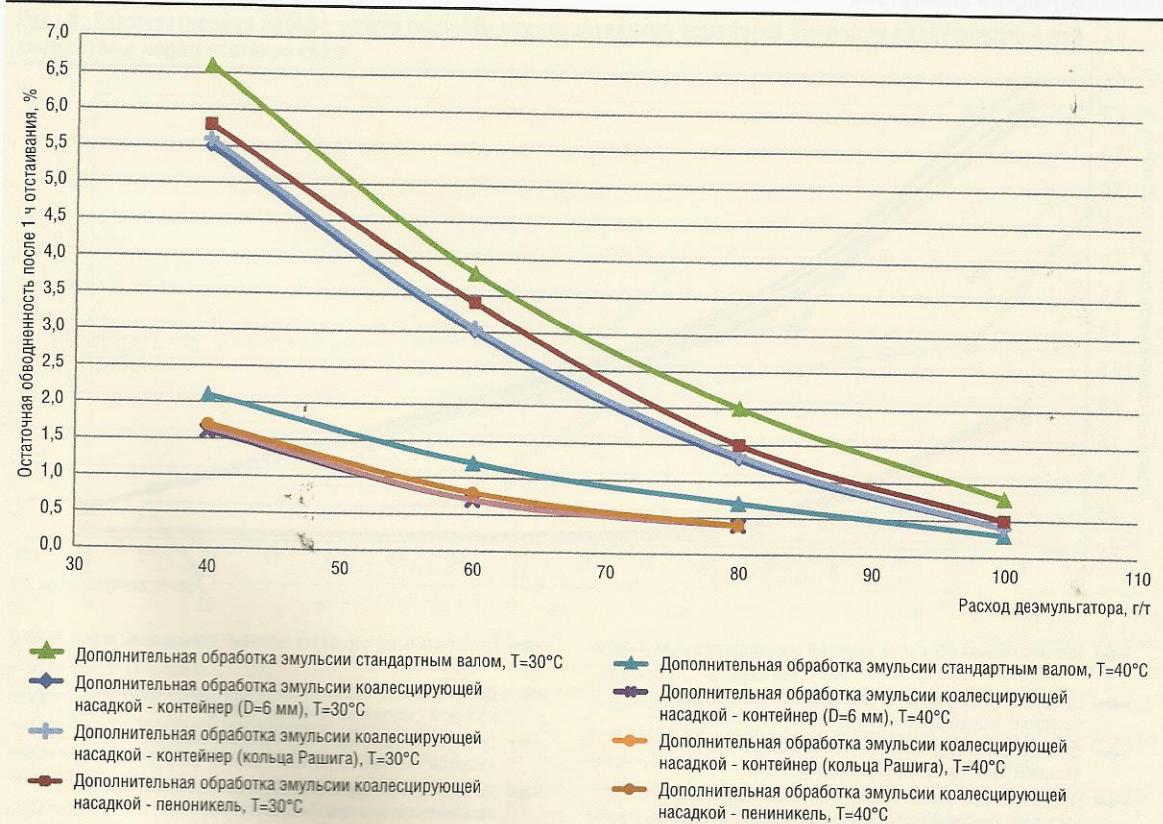
Сначала для искусственной эмульсии каждого вида нефти определялись основные параметры процесса термохимического отстаивания до остаточного содержания воды в нефти 0,5% (глубокое обезвоживание). Обработку эмульсии дезмульгатором проводили при параметрах, обеспечивающих равномерное распределение реагента по всему объему эмульсии согласно разработанной методике. Результаты процесса обезвоживания искусственных эмульсий нефти №1, 2 и 3 представлены на рис. 4.

После определения основных параметров процесса термохимического отстаивания исследовался процесс разрушения эмульсий в условиях дополнительной обработки коалесцирующими элементами. Для этого на одну пробу эмульсии каждого исследуемого вида нефти оказывалось дополнительное гидродинамическое воздействие обычным шестилопастным валом мешалки для приготовления искусственных эмульсий, а три другие пробы обрабатывались в коалесцирующих элементах. Таким образом, моделировался процесс обычного турбулентного перемешивания эмульсии (разрушение эмульсии после обработки дезмульгатором) и процесс контактного воздействия на

Рис. 5. Результаты обезвоживания 50%-ной эмульсии «тяжелой» нефти после предварительной обработки коалесцирующими элементами



Рис. 6. Результаты обезвоживания 25%-ной эмульсии «средней» нефти после предварительной обработки коалесцирующими элементами



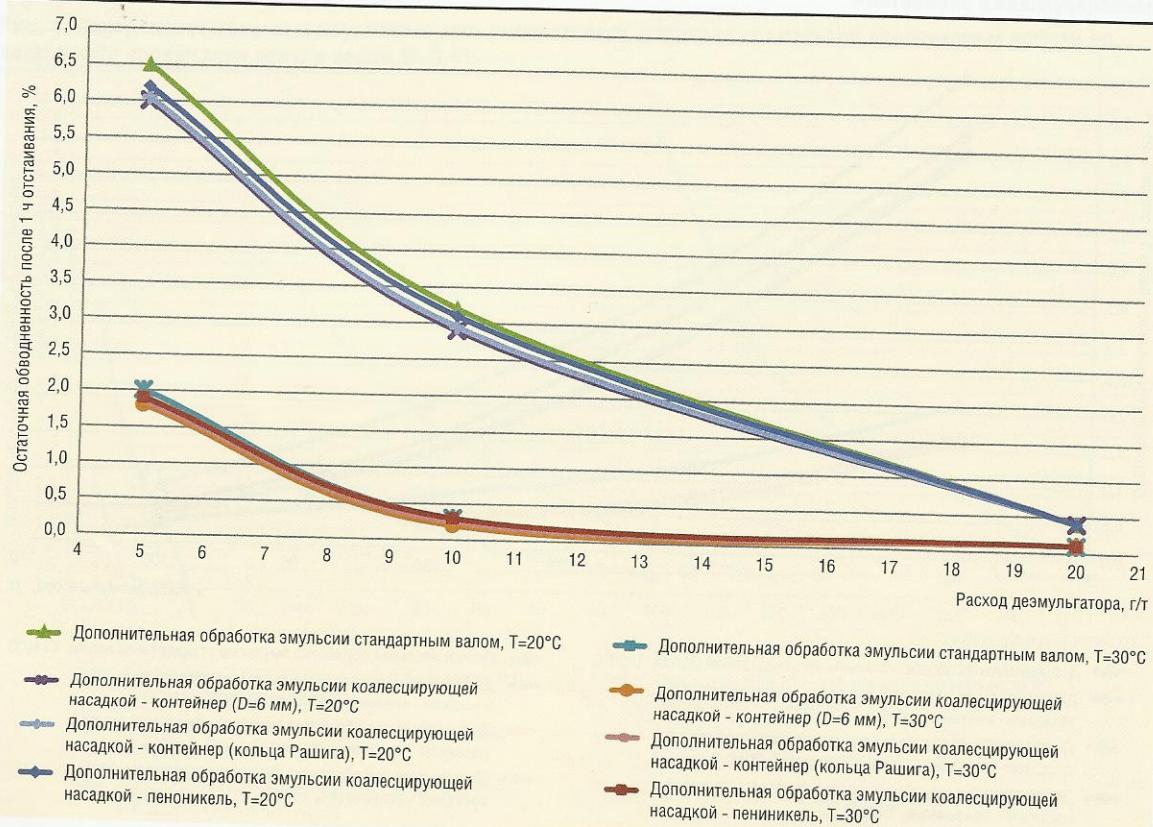
эмulsionю поверхностью коалесцирующего элемента для предварительного укрупнения дисперсной фазы эмульсии перед ее отстаиванием.

По окончании обработки каждую пробу эмульсии отстаивали в течение часа, фиксировали динамику отделения свободной воды и определяли остаточную обводненность. Результаты обезвоживания исследуемых нефтей №1, 2 и 3 представлены на рис. 5-7.

Для количественной оценки эффективности предварительной обработки эмульсий в коалесцирующих насадках использован коэффициент эффективности, который показывает относительное снижение содержания воды в нефти после ее предварительной обработки коалесцирующими элементами по сравнению с обычной обработкой при аналогичных условиях обезвоживания:

$$c_w = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{W_{iostm.}^1 - W_{iostm.}^2}{W_{iostm.}^1},$$

Рис. 7. Результаты обезвоживания 20%-ной эмульсии «легкой» нефти после предварительной обработки коалесцирующими элементами



где i и n – соответственно порядковый номер и общее число опытов по обезвоживанию эмульсии исследуемой нефти в условиях дополнительного воздействия КЭ при разных расходах деэмульгатора и температурах процесса; $W_{iostm.}^1$ – остаточная обводненность эмульсии после обработки стандартной шестилопастной турбинной мешалкой и одного часа отстаивания при условиях i -го опыта; $W_{iostm.}^2$ – остаточная обводненность эмульсии после обработки КЭ и одного часа отстаивания при условиях i -го опыта.

Зависимость полученных усредненных коэффициентов от типа нефти представлена на рис. 8.

ВЫВОДЫ ПО ИТОГАМ ИССЛЕДОВАНИЙ

В результате проведенных исследований установлено, что с повышением плотности и вязкости исследуемых нефтей коэффициенты эффективности коалесцирующих элементов растут. Следовательно, относительная эффективность применения обработки эмульсии в КЭ перед отстаиванием возрастает. Полученные усредненные коэффициенты могут быть ис-

Таблица 2

Тип элемента	Остаточная обводненность эмульсий и Сw																					
	Эмульсии легкой нефти						Эмульсии средней нефти						Эмульсии тяжелой нефти									
	T=20°C			T=30°C			T=30°C				T=40°C				T=40°C				T=50°C			
	5 г/т	10 г/т	20 г/т	5 г/т	10 г/т	20 г/т	40 г/т	60 г/т	80 г/т	100 г/т	40 г/т	60 г/т	80 г/т	100 г/т	100 г/т	120 г/т	150 г/т	170 г/т	100 г/т	120 г/т	150 г/т	170 г/т
Стандартная шестилопастная турбинная мешалка	6,5	3,2	0,4	2,0	0,3	0,1	6,6	3,8	2,0	0,8	2,1	1,2	0,7	0,3	8,6	3,8	1,7	0,8	1,8	0,8	0,3	0,1
КЭ №1	6,2	3,1	0,4	1,9	0,3	0,1	5,8	3,4	1,5	0,5	1,7	0,8	0,4	0,1	5,3	2,4	0,9	0,2	1,0	0,5	0	0
КЭ №2	6,1	3,0	0,4	1,9	0,3	0,1	5,6	3,1	1,4	0,4	1,7	0,7	0,4	0,1	5,0	1,9	0,8	0,2	0,9	0,3	0	0
КЭ №3	6,0	2,9	0,4	1,8	0,2	0,1	5,5	3,0	1,3	0,4	1,6	0,7	0,4	0,1	4,9	1,9	0,8	0,1	0,8	0,3	0	0
Коэффициент эффективности Сw																						
Итого	0,064	0,068	0	0,075	0,147	0	0,146	0,171	0,308	0,458	0,214	0,389	0,429	0,667	0,411	0,456	0,510	0,792	0,509	0,542	1	1

пользованы для ориентировочной оценки технологических параметров подготовки нефтей с различными физико-химическими и эмульсионными свойствами

при проектировании технологических схем обезвоживания скважинной продукции в аппаратах, оборудованных коалесцирующими элементами.

Рис. 8. Количествоенная оценка эффективности предварительной обработки эмульсий коалесцирующими элементами перед отстаиванием

