

На правах **рукописи**

ФАЙЗУЛЛИНА ГУЛЬШАТ ГУМАРОВНА



**КОЛЛОИДНО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССОВ
КОАГУЛЯЦИИ И ФЛОКУЛЯЦИИ В ЖИРОСОДЕРЖАЩИХ
СИСТЕМАХ**

02.00.11 - Коллоидная химия и физико-химическая механика

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата химических наук

КАЗАНЬ-2004

Работа выполнена в Казанском государственном технологическом университете.

Научный руководитель

доктор химических наук, профессор
Барabanов Вильям Петрович

Официальные оппоненты:

доктор химических наук, профессор
Глебов Александр Николаевич

доктор технических наук, профессор
Коробков Александр Михайлович

Ведущая организация:

Казанский государственный университет

Защита состоится «15» 04 2004 г. в 14 часов на заседании диссертационного совета Д212.080.05 в Казанском государственном технологическом университете по адресу: 420015, г. Казань, ул. К. Маркса, д. 68 (зал заседаний Ученого Совета).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке КГТУ.

Автореферат разослан «12» марта 2004 г.

Ученый секретарь диссертационного
совета, кандидат химических наук



Потапова М.В.

Актуальность работы. Современные предприятия пищевой и мехобработывающей промышленности потребляют большое количество воды, 95% которой удаляется из производственных цехов в виде сильно загрязненных промышленных стоков. Основное внимание обращается на выделение и утилизацию из них жира и белков.

В последние годы наметилась тенденция: развития* физико-химических методов очистки белок- и жиросодержащих дисперсных систем, основанных на применении процессов коагуляции и флокуляции. Введение реагентов вызывает нарушение агрегативной и седиментационной устойчивости систем, сопровождающееся образованием крупных агрегатов и последующим их осаждением.

На процесс дестабилизации подобного рода систем влияет ряд показателей: природа и условия синтеза коагулянтов, флокулянтов; состав исходной дисперсной системы, и условия проведения; очистки; pH среды и другие факторы. Не менее актуальным является вопрос изучения механизмов дестабилизации жиросодержащих дисперсных систем.

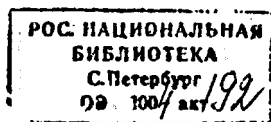
Работа выполнена в рамках Государственной программы развития приоритетных направлений науки РТ «Фундаментальные основы химии и разработка новых высоких технологий» (2001- 2005).

Цель и задачи работы - установление коллоидно-химических особенностей! протекания процессов коагуляции и флокуляции^ в жиросодержащих дисперсных системах.

В соответствии с указанной целью решались следующие задачи: 1) изучение влияния состава дисперсной фазы и дисперсионной? среды на процессы коагуляции и флокуляции s в жиросодержащих v системах; 2) качественная и количественная оценка коагулирующих и флокулирующих показателей коагулянтов (солей* алюминия) и композиций г коагулянтов с флокулянтами (производные полиакриламида); 3) оптимизация! процессов дестабилизации реальных жиросодержащих дисперсных систем путем использования коагулянтов и их композиций с флокулянтами.

Научная новизна работы. Проведено сопоставление двух реальных жиросодержащих систем. Показано влияние белково-липидного комплекса и природы аниона % коагулянта на процесс образования ассоциатов в процессах: коагуляции и флокуляции. Установлено, что влияние аниона коагулянта осуществляется через: образование полядерных комплексов> и осадков. Проведена количественная оценка флокулирующих эффектов, возникающих при введении композиций коагулянта с флокулянтом, позволяющая выявить условия оптимизации процессов дестабилизации' реальных жиросодержащих систем.

Практическая значимость работы. Установленные в лабораторных условиях закономерности являются основой для разработки оптимальных



режимов дестабилизации жиросодержащих дисперсных систем и управления технологическим процессом очистки промышленных стоков.

Диссертант принимал участие в производственных испытаниях на очистных сооружениях Мехового объединения ОАО «Мелита» и ОАО Казанского завода продовольственных товаров «Алекс».

Апробация работы Результаты работы докладывались: - на X Международной конференции студентов и аспирантов «Синтез, исследование свойств, модификация и переработка высокомолекулярных соединений», II Кирпичниковские чтения (Казань, 2001); - на I форуме молодых ученых и специалистов Республики Татарстан (Казань, 2001); - на Ломоносовских чтениях (Москва, МГУ, 2003) (отмечена дипломом за доклад на «Герасимовских чтениях» и дипломом второй степени на «Ломоносовских чтениях»); - на XVII Менделеевском съезде по общей и прикладной химии (Казань 2003). Результаты работы также докладывались на ежегодной научно-технической конференции КГТУ (Каз. гос. технол. ун-т) в 2001 - 2003 г.

Публикации. По материалам диссертации опубликовано 19 работ, в т.ч. 4 статьи.

Структура и объем диссертации. Диссертация изложена на **165** страницах и состоит из введения, трех глав (литературный обзор, экспериментальная часть, данные экспериментов и их обсуждение), выводов, списка использованной литературы из 2-40 наименований, приложения. Работа иллюстрирована 39 рисунками и содержит 13 таблиц.

Первая глава (Обзор литературы) разделена на четыре части. В первой и второй части подробно описаны процессы коагуляции и флокуляции в дисперсных системах. Третья и четвертая части посвящены вопросам образования ассоциатов в процессах коагуляции, флокуляции и способам очистки белок- и жиросодержащих дисперсных систем. Во второй главе (Экспериментальная часть) подробно описаны характеристики использованных веществ и методы исследования. В третьей главе приводятся данные экспериментов и их обсуждение.

Автор выражает благодарность к.х.н., доценту А.Ф. Добрыниной за руководство при выполнении работы; д.х.н. Петровой Л.М. (ИОФХ им. А.Е.Арбузова КЦН РАН) за помощь при получении и расшифровке ИК-спектров; д.х.н., проф. Юсупову Р.А. за предоставление программы EQ и участие в обсуждении результатов.

Объекты и методы исследования. В качестве объектов исследования были выбраны системы, отличающиеся химическим составом дисперсной фазы (табл.1). Первая дисперсная система, содержащая преимущественно жиры рас-

Таблица 1. Химический состав дисперсных систем

Нормативные показатели	Система 2 Промышленная сточная вода мехобрабатыва- ющего про- изводства	Система 1 Промышленная сточная вода майонезного производства		Система	
	После очист- ки	До очист- ки	После очист- ки	До очист- ки	Условия пробоотбора
6,5- 8,0	6,5- 7,5	6,5- 7,5	6,5- 8,0	6,5- 8,0	pH
265	200- 400	900- 2000	200	800- 1500	ХПК, мг/л
177	200	1000	200	1250	БПК, мг/л
186	200	2000	200	1500	Взв.в-ва, мг/л
10	10	400- 600	10	1500	Жиры, мг/л
-	-	-	-	0,05	Белок, %
0,5	7,5	120	8,0	80	СПАВ, мг/л

Таблица 2. Химический состав жиров

Кисло- ты	Жирные кислоты, %	Система 1		Система 2	
		Раститель- ное масло	Жир коровье- го молока	Жир животного происхождения	
Насы- щенные	Миристиновая C ₁₄	-	9	2-4	
	Пальмитиновая C ₁₆	9	24,4 - 25,4	25 - 27	
Насы- щенные	Стеариновая C ₁₈	-	10,7	25 - 31	
	Масляная C ₄	-	3,3	-	
Ненасы- щенные	Олеиновая C ₁₈	33,3	32,4	36 - 43	
	Линолевая C ₁₈	55 - 72	4	3 - 4	
Ненасы- щенные	Линоленовая C ₁₈	-	0,1	2	
	9-гексадеценовая	-	5	-	

тительного происхождения (олеиново - линолиевый комплекс (табл. 2, система 1)), являлась продуктом майонезного производства. Вторая система, основу дисперсной фазы которой составляют жиры животного происхождения, получена в результате технологических операций мехобрабатывающего производства (табл. 2, система 2).

В качестве коагулянтов использовали оксосульфат алюминия - ОСА (ГОСТ 12966 - 85) и оксохлорид алюминия - ОХА (ТУ 6-00-05795731-250-96). В качестве флокулянтов - полимеры на основе полиакриламида: ПАА1 - DKS F40 NT1 (Японский химический департамент), Праестоны марок Ps 2530 TR - ПАА2, Ps 2540 TR - ПАА3 и Ps 650 TR - ПАА4 (Stockhausen Comb. H&Co. CG).

Кинетика седиментации дисперсных систем изучалась на торсионных весах типа ВТ-500. Измерения pH проводились на цифровом ионном И - 130.2М. Электрофоретическую подвижность частиц дисперсной фазы определяли на автоматическом измерительном микроскопе «Parmaquant» (Karl Zeiss Jena, Германия). Гранулометрический состав необработанной дисперсной системы определяли методом оптической микроскопии (микроскоп «Biolam»).

Структурно-групповой состав дисперсной фазы обеих систем был изучен с помощью метода ИК - Фурье спектроскопии. Запись спектров проводилась на спектрометре «Srescord 71 IR» с фиксированной толщиной слоя. Эффективность очистки сточных вод контролировалась методом определения жиров в сточных водах по методу Сокслета.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Глава 1: Роль состава дисперсной фазы в процессах коагуляции и флокуляции жиросодержащих систем. Влияние состава дисперсной фазы было изучено на примере двух систем в присутствии одного коагулянта ОСА. Данные метода ИК - Фурье спектроскопии, выявили присутствие в обеих системах ряда соединений, вызвавших особый интерес ($1710 - 1740 \text{ см}^{-1}$): триглицериды и вещества сопутствующие жирам (сложные эфиры, жирные кислоты, глицерин, олеиновая кислота). Дифференциальные кривые распределения частиц дисперсной фазы, полученные методом оптической микроскопии, носят ярко выраженный ассиметричный характер и не соответствуют нормальному распределению частиц, описываемому моделью Гаусса. Это связано с многокомпонентным составом системы, где присутствуют частицы двух типов: эмульгированные жиры с твердофазными включениями и без них. Полная функция распределения частиц равна сумме нормального и экспоненциального распределения и свидетельствует о наличии частиц двух типов:

$$dQ_n / dR = A \exp\left(-\frac{(R - R_0)^2}{\sigma^2}\right) + B \exp(-KR)$$

Параметры A , B , a , R_0 , K были получены путем обработки экспериментальных данных по методу нелинейного распределения регрессионного анализа.

Размер частиц исходных систем составил соответственно $4,5 \cdot 10^{-6}$ м и $2,8 \cdot 10^{-6}$ м.

Методами осветления, седиментации, фотоэлектроколориметрии, первичного хлопьеобразования показано увеличение скорости седиментации, при ведении оптимальной концентрации ОСА, а затем некоторое снижение скорости процесса, связанное с избытком соединений алюминия в растворе (рис.1).

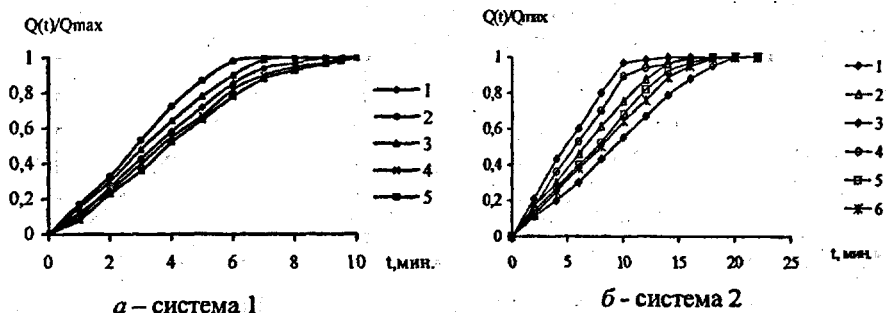


Рис. 1 Кинетические кривые седиментации в присутствии различных концентраций коагулянта ОСА с, %: а- 1-0,03; 2-0,05; 3-0,10; 4-0,15; 5-0,20; 6-1- 0,01; 2 - 0,02; 3 - 0,04; 4 - 0,06; 5 - 0,08; 6 - 0,10

Установлено наличие двух участков («крутого» и «пололого»), соответствующих скрытой коагуляции и менее динамичным процессам образования ассоциатов, на графиках зависимости $D = f(c)$; $t = f(c)$. Область перехода от одного участка к другому на кривых соответствует оптимальным концентрациям коагулянта ОСА (система 1 - 0,05 %, рН - 6,5; система 2 - 0,04%, рН=4,5). •

Выявлена бблыная активность системы 1, по сравнению с системой 2, связанная с усилением межмолекулярных взаимодействий коагулянта в области действия его оптимальной концентрации с белками (рН = 5 - 7 - характерные изоэлектрические точки белков, например: яичный альбумин — рН = 5,5; казеин - рН = 4,7; у - глобулин — рН = 7,8) и наличием ненасыщенных двойных и тройных связей (рис. 2). Показано, что влияние природы жира в системе 2, являющейся более инертной в связи с наличием предельных жирных кислот в ее составе, незначительно сказывается на условиях протекания процесса гидролиза коагулянта.

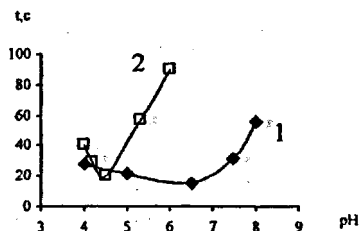


Рис. 2 Кривые зависимости времени образования первичных хлопьев t , с от pH среды, при введении коагулянта ОСА:
1 - система 1; 2 - система 2.

Изучено влияние природы жира на процесс флокуляции на фоне оптимальных концентраций коагулянта при использовании комплекса физико-химических методов.

Установлено значительное снижение оптической плотности растворов, по сравнению с исходными системами. Выявлены характерные области перехода, соответствующие оптимальным концентрациям добавок на кривых зависимости $D = f(c)$, $t = f(c)$ (система 1: ПАА1 = 4 * КГ⁶; ПАА2 = 2 * КГ⁴; ПАА3 = 2 * КГ⁴; система 2: ПАА1 = 4 * КГ⁵; ПАА2 = 4 * КГ⁴; ПАА4 = 4 * КГ⁴). Показано существенное увеличение скорости образования ассоциатов в присутствии композиции коагулянта с флокулянтном, по сравнению с действием одного коагулянта. Сравнение скоростей образования первичных хлопьев свидетельствует о бблыпей активности белково-липидного комплекса в системе 1.

Природа жира обусловлена наличием и соотношением предельных и непредельных жирных кислот, их участием в процессах коагуляции. Образование коагуляционных структур с участием органических соединений и аквакомплексов алюминия, возможно, протекает по следующему механизму. Учитывая, что двойной электрический слой гидроксоли алюминия может быть записан в виде:



где А - неорганический анион SO_4^{*2} , СГ

и в системе присутствуют анионы алкилкарбоновых кислот и триглицериды жирных кислот, становится вероятным участие их в формировании мицелл в качестве противоиона с полным или частичным вытеснением анионов SO_4^{*2} и СГ в раствор.

Учитывая, таким образом, наличие двойных и тройных связей в молекулах кислот и входящих в состав молекул триглицеридов кислотных радикалов (система 1), можно объяснить ббольшую активность белково-жировых комплексов с содержанием растительных жиров по сравнению с системой, содержащей жиры животного происхождения (система 2).

В зависимости от процентного содержания белковой и липидной составляющей на межфазной границе эмульсия - водный раствор коагулянта, возможна конкурентная адсорбция между ними. При этом наблюдаются как конформационные и структурные изменения в молекулах белка, так и разрывы, и химические взаимодействия внутри молекул ненасыщенных карбоновых

кислот. Совокупность полученных разными методами данных по изучению поведения системы 1 (область значений pH, ббольшая оптимальная концентрация коагулянта, чем в системе 2, быстрота процессов хлопьеобразования и седиментации) говорит о том, что роль стабилизатора зависит от соотношения белковой и липидной составляющей на поверхности раздела фаз эмульсии. Учитывая высокое содержание жиров в эмульсии (превышение в 40 - 150 раз), роль стабилизатора в данном случае выполняют жиры.

Глава II. Процессы коагуляции в жиросодержащих системах. Изучение влияния природы иона коагулянта на процесс образования ассоциатов проводилось на системе 2 в присутствии ОСА и ОХА. Общность структур (аналогичная форма кривых; наличие двух участков «пологого» и «крутого» с характерными точками перехода, отвечающими оптимальным концентрациям добавок 0,04 % и 0,015 % соответственно) в присутствии одного комплексообразователя $Al(III)$ и разных ионов (SO_4^{+2} , Cl^-), была доказана вышеперечисленными методами. Содержание в водных растворах коагулянтов целого ряда соединений (базисный ряд, полиядерные комплексы, гетеролигандные комплексы и осадки) установлено методами потенциометрического титрования и математического моделирования. Присутствие в системах полиядерных соединений различного состава подтверждается наличием «ступенек» в области I (функция образования - $p = 2$) и различным углом наклона кривых. Образование осадка $Al(OH)_3$ - наличием «ступеньки» в области II с $p = 3$ (рис. 3).

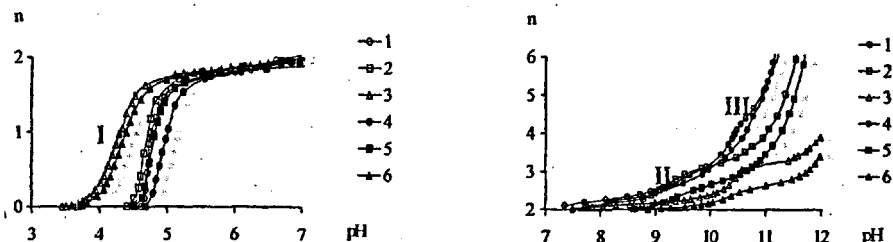


Рис. 3 Зависимости функции образования p от pH среды для системы 1 и 2 в присутствии концентраций ($c \cdot 10^{-3}$, моль $\cdot$ л $^{-1}$) растворов ОСА (кривые 1 - 3) и системы 2 в присутствии ОХА (кривые 4 - 6): 1 - 0,85; 2 - 1,7 (оптим. конц.); 3 - 147; 4 - 0,37; 5 - 1,1 (оптим. конц.); 6 - 91,1.

Расчет распределения мольных долей полиядерных соединений, проведенный для системы 2 с разными коагулянтами (ОСА и ОХА) показал, что

качественный и количественный состав, образующихся в том и другом случае полиядерных соединений, идентичен. Распределение мольных долей полиядерных соединений в зависимости от значений pH указывает на преобладание форм M_2L_4 и в меньшей степени M_2L_3 и M_2L_2 . Расчет констант равновесий, проведенный с помощью математической модели для растворов обоих коагулянтов показал, что численные значения их совпадают (табл. 3). Т.о. полученные данные подтвердили версию общности структур, образующихся в процессе гидролиза солей алюминия (ОСА и ОХА).

Таблица 3. Рассчитанные значения констант равновесий для растворов ОСА и ОХА

	Базисный ряд	Полиядерные соединения
ОСА, ОХА	$\lg K_1 = 8,5$	$\lg K_{OP1} = 1,8$
	$\lg K_2 = 8,0$	$\lg K_{OP1AB0} = 0,5$
	$\lg K_3 = 3,3$	$\lg K_{OP1x2B0} = -1$
	$\lg K_4 = 3,0$	$\lg K_{OP2} = 4,0$
	$\lg K_5 = 2,0$	$\lg K_{IP2} = 5,7$
	$\lg K_6 = 1,0$	$\lg K_{2P2} = 7,5$
	$\lg K_{35} = -7,5$	$\lg K_{2P2 \times 4B2} = 18$

Влияние природы аниона в системе, возможно, происходит через образование гетеролигандных комплексов и образование осадков.

Глава III. Процессы флокуляции в жиросодержащих системах. Влияние природы флокулянта изучено на двух системах в присутствии ОСА и ОХА теми же методами. Показано, что скорость образования ассоциатов в присутствии оптимальных концентраций флокулянтов велика, что по нашему мнению, связано с первичной достаточно открытой и активной структурой коагулянта; время ввода флокулянта не оказывает особого влияния на процесс формирования вторичных структур; проявление действия оптимальных концентраций флокулянтов уже на стадии хлопьеобразования.

Обработка кривых седиментационного анализа выявила изменение размеров образующихся агрегатов по сравнению с размерами частиц исходных эмульсий на два порядка.

Для количественной оценки флокулирующей способности полимеров рассчитаны, параметры D (флокулирующий эффект) и $i!$ (флокулирующая активность) (рис. 4).

$$D = \frac{V}{V_0} - 1 = \frac{\tau_{1/2}(C=0)}{\tau_{1/2}(C)} - 1$$

$$\lambda = \frac{\tau_{1/2}(C)}{\tau_{1/2}(C=0)} - 1 \cdot \frac{1}{C_i} = \frac{D}{C_i}$$

где V и V_0 - скорость седиментации частиц дисперсной фазы с полимерной добавкой и без нее; $T_{1/2}(C > 0)$ время осаждения 50% массы дисперсной фазы в присутствии активной добавки (C) и без нее ($C = 0$); C - концентрация полимерной добавки.

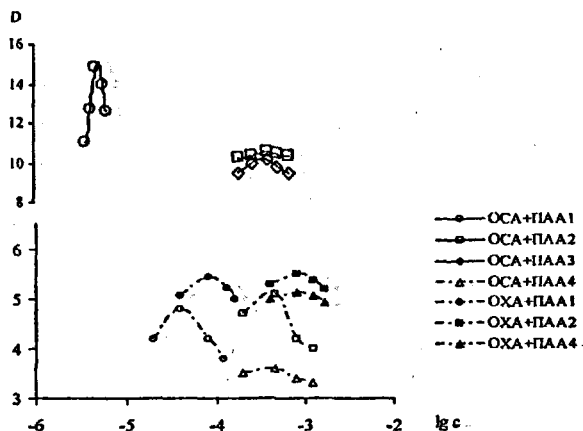


Рис. 4. Кривые зависимости флоккулирующего эффекта D от $\lg c$ в присутствии вводимых добавок (система 1 —; система 2 ---).

Соотношение между флоккулирующими активностями для сополимеров* анионного с и катионного ТИПа (Аэдион > Латидон) является косвенным дока-

зательством заметного различия в характере их адсорбции. Это может быть объяснено характером возникающих нейтрализационных взаимодействий между отрицательно заряженными макромолекулами* сополимеров и положительно заряженной первичной оболочкой коагулянта в случае введения анионактивных добавок. Наряду с этим возможно возникновение водородных связей между функциональными группами; сополимеров и гидратными группами коагулянта. Отталкивательный эффект, возникающий между частицами дисперсной фазы и одноименно-заряженными частицами флокулянта, делает взаимодействие с первичной структурой коагулянта более выраженным. Введение катионной добавки приводит к уменьшению флокулирующего эффекта по сравнению с анионактивными компонентами. Это может найти объяснение в «блокирующем» действии положительно заряженных частиц коагулянта и возникающих отталкивательных взаимодействий одноименно заряженных структур коагулянта и флокулянта. В связи с этим при формировании частиц в присутствии этой композиции целесообразно говорить о доминирующей роли* водородных связей между структурой, образованной коагулянтом и макромолекулами катионного - сополимера. Из рис. 4 также следует, что флокулирующий эффект при ведении в систему 2 оптимальной

концентрации ОХА и флокулянтов несколько выше, по сравнению с ОСА, что, по нашему мнению, может быть связано с большей подвижностью ионов SO_4^{2-} .

Особенности образования коллоидных мицелл в процессах флокуляции изучены с помощью метода электрофореза на примере системы 1. Установлено наличие характерных областей как в присутствии одного коагулянта ОСА, так и при введении композиции ОСА с ПАА1 и ПАА2:1 - адсорбция последовательно вводимых добавок; II — агрегация частиц сопровождающаяся образованием «первичных» и «вторичных» флокул (мицелл); III - стабилизация образовавшихся мицелл.

Образование «первичных» флокул, по нашему мнению, происходит за счет возникающих вандерваальсовских сил межмолекулярного притяжения и последующего гидролитического взаимодействия между частицами дисперсной фазы и соединениями алюминия. «Вторичные» флокулы образуются за счет возникновения водородных связей между амидными функциональными группами полимеров и поверхностными гидроксильными группами, находящимися на мицеллах образованных коагулянтном.

Т.о. необходимо отметить несомненное влияние на процесс флокуляции: структуры ранее образованной коагулянтном, концентрации и природы полимера.

Глава IV. Разработка технологических схем для очистки жиросодержащих сточных вод. Практическое применение работы сводится к модернизации имеющихся очистных сооружений путем введения в технологическую схему стадии коагуляции и флокуляции, не требующей больших экономических затрат и больших площадей под оборудование. Исследования, проведенные в лабораторных, полупромышленных и промышленных условиях, показали возможность достижения предельно-допустимых концентраций примесей в воде после ее очистки.

Один из объектов внедрения - дисперсная система, являющаяся продуктом производства майонеза (система 1). На предприятии технологическая схема очистки содержала лишь стадию предварительной обработки сточной воды (барабанная решетка, полочный отстойник, жироловка). Данные результатов анализов химического состава воды после этой стадии показали невозможность достижения нормативных значений по содержанию вредных примесей в воде. На основании этого было принято решение о дополнительном введении в технологическую схему стадии реагентной очистки. Предварительно в лабораторных условиях проводился подбор коагулянтов и их оптимальных концентраций. Согласно результатам, полученным целым комплексом физико-химических методов, наилучший эффект очистки наблюдался в случае с оксосульфатом алюминия (ОСА). Однако, введение его в дисперсную систему

лишь несколько снизило содержание вредных примесей в воде. Результаты ИК-Фурье спектроскопии подтвердили необходимость доочистки, проводимой путем введения высокомолекулярных флокулянтов, достоинством которых является их высокая эффективность при малых дозах. На фоне оптимальной концентрации коагулянта были подобраны оптимальные концентрации флокулянтов. Степень очистки по всем показателям составила 98% (табл. 4).

Таблица 4. Эффективность очистки дисперсных систем

Концентрация		Примеси	Исходное содержание примесей в воде, мг/л	Конечное содержание примесей в воде, мг/л	Эффект очистки, %
ОСА, г/л	ПАА1, г/л				
0,4	0,03·10 ⁻³	Взв. в-ва	1450	26,1	98,2
		Жиры	1000	16,0	98,4
		СПАВ	80	1,6	98,0
0,4	0,05·10 ⁻³	Взв. в-ва	1450	24,7	98,3
		Жиры	1000	18,0	98,2
		СПАВ	80	1,7	97,9
0,6	0,03·10 ⁻³	Взв. в-ва	1700	30,6	98,2
		Жиры	1500	25,5	98,3
		СПАВ	120	2,4	98,0
0,6	0,05·10 ⁻³	Взв. в-ва	1700	32,3	98,1
		Жиры	1500	30,0	98,0
		СПАВ	120	2,5	97,9

Объектом внедрения используемых композиций коагулянта с флокулянтном явились также очистные сооружения мехового объединения (система 2), которые относятся к сооружениям открытого типа и предусматривают прямоточную схему образования промышленных стоков. Схема, очистки на предприятии: сточные воды проходят первичную очистку в отстойниках, мездросборниках; пропускаются через барабанные сетчатые фильтры, очищаясь от механических примесей, и перекачиваются насосом в усреднители. Из усреднителя стоки поступают в радиальные отстойники, где подвергаются очистке коагулянтном и проходят стадию осветления. Анализ воды на содержание жиров указал на недостаточность применения одного коагулянта для очистки дисперсной системы. В соответствии с этим была предпринята попытка дополнительного введения стадии обработки воды композицией коагулянта с флокулянтном. В лабораторных и опытно-промышленных условиях были испытаны композиции с флокулянтами: Zetag 55, - 57, - 66, - 87 (Alloid colloids), Sedipur AF-100, - CF-803, - TF-2TR, - NF-104 (Basf, Германия); DKS

F40 NT1 (Япония, Японский химический департамент); Praestol 2530TR, - 650 (г. Москва, фирма «Москва - Штокхаузен - Пермь»), отечественные ПАА: ВПК - 402, - 101 (г. Пермь, г. Дзержинск). Из числа исследованных композиций коагулянтов с флокулянтами наиболее экономичной оказалась композиция ОХА с флокулянтom DKS F40 NT1 (ПАА1) анионной природы (табл. 5). Применение указанной системы добавок в опытно-промышленных и промышленных испытаниях позволило в целом ряде случаев снизить расход коагулянта как в зимний ($t_{\text{вотм}} = -25 \div -30^\circ\text{C}$), так и в летний период времени ($t_{\text{вотл}} = +20 \div +25^\circ\text{C}$), добиться требуемых концентраций жиров, а также улучшить другие показатели воды.

Таким образом, эффективность реагентного способа очистки воды, в частности, с использованием композиций коагулянта с флокулянтom, можно повысить, установив более строгий контроль за расходом реагентов, в зависимости от количества загрязнений, присутствующих в сточных водах, и физико-химических характеристик этих загрязнений. Результаты очистки дисперсной системы 2 приведены в табл. 5.

Таблица 5. Содержание жиров в сточной воде мехового производства после очистки

	Условия эксперимента	Исходное содержание жира, мг/л	Содержание жира после очистки, мг/л
Лабораторные и опытно-промышленные испытания	Вода после усреднителя. Обработана 2,5% ОХА и ПАА1 (0,003%)	250	16,0
		240	11,5
		208	13,0
		215	10,0
		180	8,5
		180	3,0-5,0
Промышленные испытания	Вода после усреднителя. Обработана 1,5% ОХА и ПАА1 (0,01%)	460	6,5
		335	7,5
		220	10,0
		235	8,0
		160	8,5

Степень очистки в обоих рассматриваемых случаях составила приблизительно 98%.

ВЫВОДЫ

1. Изучено поведение двух жиросодержащих систем с различной по природе дисперсной фазой. Показано, что образование белково-липидного комплекса и наличие соединений с неопределенными связями приводит к проявлению большей активности и влиянию дисперсной фазы на процесс коагуляции, чем в случае присутствия предельных соединений в ней.
2. На основании данных методов физико-химического анализа установлено, что наилучшее проявление свойств коагулянтов и их композиций с флокулянтами наблюдается при оптимальных концентрациях реагентов.
3. Показана возможность использования методов потенциометрического титрования и математического моделирования для определения ионолидерных соединений и осадков при использовании коагулянтов (оксосульфата и оксохлорида алюминия).
4. На основании комплексного использования физико-химических методов показано, что наиболее эффективной для дестабилизации жиросодержащих систем являются композиции каждого из коагулянтов (оксосульфата и оксохлорида алюминия) с флокулянтом ПАА1.
5. Показана возможность количественной оценки флокулирующих показателей в двух жиросодержащих системах. Установлено, что в технологических процессах наилучшим действием при использовании композиций реагентов обладают композиции коагулянтов с флокулянтами анионной природы.

Основное содержание диссертации изложено работах:

1. Файзуллина Г.Г., Добрынина А.Ф. Оценка флокулирующих свойств водорастворимых полимеров и их влияние на реологические характеристики жиросодержащих сред. // В матер. X Междунар. конф. студ. и асп. "Синтез, исследование свойств, модификация и переработка высокомолекулярных соединений", - Казань: КГТУ, 2001 г. - С. 16.
2. Файзуллина Г.Г., Добрынина А.Ф. Структурирование в процессах флокуляции жир- и белоксодержащих дисперсных систем. // В матер. I Форума молодых ученых и специалистов Республики Татарстан, - Казань: Мастер Лайн. 2001. - С. 25.
3. Файзуллина Г.Г., Добрынина А.Ф. Очистка сточных вод предприятий пищевой промышленности от жировых загрязнений. // В матер. Всеросс. научно-практ. конф. "Комплексное использование водных ресурсов регионов", - Пенза. 2001. - С. 35.

4. Добрынина А.Ф., Файзуллина Г.Г., Фаттахутдинова Р.Р. Оценка флокулирующих свойств водорастворимых полимеров. // В матер, науч. сессии.-Казань: КГТУ, 2001.-С. 16.
5. Добрынина. А.Ф., Герасимов М.К., Фаттахутдинова Р.Р., Файзуллина Г.Г. Интенсификация технологического режима очистки сточных вод. // Там же.- С. 87.
6. Добрынина А.Ф., Файзуллина- Г.Г., Барабанов В.П., Манюров, И.Р. Коагуляционная и флокуляционная очистка жир- и белоксодержащих дисперсных систем.// Журн. прикл. химии, 2002. Т.75. № 7. - С4 131-1134.
7. Добрынина А.Ф., Файзуллина Г.Г. Реагентный способ очистки ^ жир- и белоксодержащих. сточных вод предприятий легкой промышленности. // В матер. Междунар. конф. «Инженерная защита окружающей среды» — М.: МГУ. 2002. -С.35.
8. Файзуллина Г.Г. Структурообразование в жир- и, белоксодержащих дисперсных системах. // В матер. IX Всеросс. конф. "Структура и динамика молекулярных систем", Йошкар-Ола: МарГТУ, 2002. - С. 175.
9. Файзуллина Г.Г., Добрынина- А.Ф. Процессы агрегации частиц в высокодисперсных системах- // В матер, конф. молодых ученых "Пищевые технологии". - Казань.: КГТУ, 2002.- С. 49.
10. Файзуллина Г.Г., Добрынина А.Ф., Барабанов В.П. Процессы структурообразования в жир- и белоксодержащих дисперсных системах. // В матер, науч. сессии. - Казань: КГТУ, 2002.-С. 12.
11. Васильев В.А., Добрынина А.Ф., Файзуллина Г.Г., Барабанов В.П. Интенсификация процесса очистки сточных вод мехперерабатывающих производств. // Химическая пром-сть, 2003, №10. - С.47-51.
12. Файзуллина Г.Г., Добрынина А.Ф., Барабанов В.П. Особенности коагуляции и флокуляции в реальной жирсодержащей системе. // В матер. Юбилейной науч.-метод. конф. «III Кирпичниковские чтения». - Казань.: КГТУ, 2003. - С.69.
13. Добрынина А.Ф., Файзуллина Г.Г., Барабанов В.П. Коагулирующее действие продуктов гидролиза основных хлоридов и основных сульфатов алюминия в жирсодержащих дисперсных системах. // В матер. XVII Менделеевский съезд по общей и прикладной химии, Т.3 - Казань. 2003. - С.427.
14. Файзуллина Г.Г., Добрынина А.Ф. Реагентная очистка сточных вод предприятий легкой и пищевой промышленности. // В сб. Ломоносовские чтения. М.: МГУ. Т.2. 2003. - С.302.
15. Файзуллина Г.Г., Добрынина А.Ф., Барабанов В.П. Характеристика флокулирующих свойств водорастворимых полимеров. // В матер, науч. сессии. - Казань: КГТУ, 2003.- С. 12.

16. Гумеров Т.Ю., Файзуллина Г.Г., Добрынина А.Ф., Юсупов Р.А., Барабанов В.П. Процессы комплексообразования в реальных жиросодержащих системах в присутствии солей алюминия. // В матер, науч. сессии. - Казань: КГТУ, 2004- С. 21.
17. Файзуллина Г.Г., Добрынина А.Ф., Барабанов В.П. Природа дисперсной фазы жиросодержащих систем и ее влияние на флокулирующие показатели. // Там же.-С. 21..
18. Добрынина А.Ф., Файзуллина Г.Г., Барабанов В.П. Оптимизация процессов коагуляции и флокуляции в жирсодержащих высокодисперсных системах. // Журн. прикл. химии, 2004. Т.77. № 3, - С. 503-506.
19. Добрынина А.Ф., Файзуллина Г.Г., Барабанов В.П. Влияние химического состава жиров на флокулирующие характеристики жирсодержащих систем.// Химия и техн. воды, 2004. Т.26. № 2. - С.117-127.

Заказ *£II*

Тираж *SO* экз.

Офсетная лаборатория Казанского государственного
технологического университета
420015, Казань, К. Маркса, 68

€ 47.87