

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**
(Н И У « Б е л Г У »)

ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

КАФЕДРА ОБЩЕЙ ХИМИИ

**РАЗРАБОТКА КИСЛОТНОГО ТЕХНИЧЕСКОГО МОЮЩЕГО
СРЕДСТВА**

Выпускная квалификационная работа
обучающегося по направлению подготовки 04.03.01 Химия
очной формы обучения, группы 07001417
Лисняк Виктории Владимировны

Научный руководитель:
к.х.н., доцент
Глухарева Н. А.

БЕЛГОРОД 2018

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1 ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР.....	6
1.1 Общая характеристика поверхностно-активных веществ.....	6
1.2 Коллоидно-химические свойства ПАВ.....	9
1.3 Компоненты моющих средств.....	10
1.3.1 Комплексоны в моющих средствах.....	11
1.3.2 Кислоты в моющих средствах.....	15
1.4 Обзор технических кислотных моющих средств.....	17
2 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ.....	20
2.1 Материалы.....	20
2.2 Экспериментальные методики.....	24
2.2.1 Определение поверхностного натяжения.....	24
2.2.2 Определение точки помутнения.....	24
2.2.3 Приготовление рецептур.....	24
2.2.4 Методы испытаний рецептур.....	25
3 ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ.....	29
3.1 Коллоидно-химические характеристики ПАВ.....	29
3.1.1 Изотермы поверхностного натяжения.....	29
3.1.2 Точки помутнения НПАВ.....	33
3.2 Разработка кислотного моющего средства.....	36
3.2.1 Предварительный выбор составов.....	36
3.2.3 Характеристика рекомендуемого кислотного моющего средства.....	41
ВЫВОДЫ.....	43
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	44
ПРИЛОЖЕНИЕ.....	47

ВВЕДЕНИЕ

Рынок моющих и чистящих средств постоянно развивается и требует от производителей все новых и оригинальных решений, которые предоставят высокое качество продукции, эффективность действия, доступную цену и безопасность в использовании. Компонентный состав моющих и чистящих средств, как правило, является секретом фирмы-производителя.

Ни одно производство не может обойтись без регулярной чистки и дезинфекции оборудования. Современная промышленность использует целый перечень моющих, чистящих и дезинфицирующих средств для поддержания высокого уровня санитарии и гигиены в учреждениях и на предприятиях любого профиля. Особенно важно соблюдать правила санитарии на предприятиях пищевой и мясоперерабатывающей промышленности. Ведь несоблюдение стандартов может привести к загрязнению продукции опасными веществами или бактериями. Например, предприятия по мясо- и птицепереработке нуждаются в регулярной очистке такого оборудования как шпарчаны, таромоечные машины, различное снабжающее оборудование и др. В процессе эксплуатации на нем образуются солевые отложения, ржавые подтеки, а также жировые, белковые и другие загрязнения. Помимо перечисленного оборудования, мойки требуют кафель на стенах и полы на производственной площадке, поилки для птиц на площадках для выращивания.

Существенной проблемой в Белгородской области и некоторых других регионах является повышенная жёсткость воды, которая оставляет налет на различных поверхностях. Этот налет приводит к уменьшению срока службы оборудования. Для предупреждения преждевременного износа приборов, а также для восстановления их первоначального вида известковые отложения необходимо периодически удалять. Такого вида загрязнения обрабатывают техническими кислотными моющими средствами.

Целью данной работы является разработка кислотного технического моющего средства для использования на пищевых предприятиях.

Задачи:

- * определить коллоидно-химические характеристики выбранных поверхностно-активных веществ,
- * приготовить рецептуры, обеспечивающие необходимое качество продукта,
- * подобрать добавки, улучшающие моющие и пенообразующие свойства рецептур,
- * приготовить и испытать композиции в производственных условиях.

Работа выполнялась в лаборатории кафедры общей химии и в производственной компании ООО «Плантахим».

1 ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

1.1 Общая характеристика поверхностно-активных веществ

Поверхностно-активные вещества (ПАВ) являются наиболее важным компонентом моющих средств. ПАВ – амфифильные соединения, которые состоят из водонерастворимой гидрофобной части, присоединенной к водорастворимой гидрофильной группе. ПАВ, выбираемые для составов моющих средств, определяются типом загрязнений, а также условиями мойки (например, температура, жесткость воды). Способность отмыывать различные загрязнения обусловлена свойством поверхностно-активных веществ образовывать адсорбционные слои на границе раздела фаз и мицеллярные структуры в объеме растворов [1-5].

В растворе ПАВ могут образовывать истинные или коллоидные растворы. Это зависит от соотношения вкладов гидрофильных и гидрофобных групп в амфифильную структуру. Истинные растворы образуют ПАВ с небольшим углеводородным радикалом. К ним относят низшие спирты, фенолы, кислоты, амины. Такие ПАВ проявляют слабое пенообразующее и смачивающее действие. Поверхностно-активные вещества с достаточно длинным (начиная с C_9) углеводородным радикалом и имеющие сильную полярную группу (например, сульфонатную - SO_3^- , сульфатную - OSO_3^- , карбоксилатную - COO^- , полиоксиэтиленовую цепь - $(OCH_2CH_2)_nOH$ и т.д.) способны к образованию мицеллярного раствора [4].

По способности к диссоциации в полярном растворителе поверхностно-активные вещества классифицируют на ионные (в водном растворе диссоциируют на ионы) и неионогенные (соответственно, в воде не образуют ионов). Ионные ПАВ в зависимости от природы поверхностно-активного иона подразделяются на анионные, катионные и амфолитные.

К анионным ПАВ относят органические соединения, которые, диссоциируя в воде, образуют поверхностно-активный дифильный анион и гидратированный катион. Анионные ПАВ составляют основную долю в

общем объеме промышленного производства ПАВ [6, 15]. Соли жирных карбоновых кислот, или мыла, являются наиболее известными анионными ПАВ. Основным недостатком моющих средств на основе солей жирных кислот является их чувствительность к жесткой воде. К АПАВ также относят соли производных серной кислоты – алкансульфонаты, алкиларилсульфонаты, соли метиловых эфиров альфа-сульфокарбоновых кислот, олефинсульфонаты, а также алкилсульфаты. АПАВ, содержащие в составе сульфогруппу, менее чувствительны к жесткой воде. Наиболее активно проявляют свои свойства в щелочной и нейтральной средах [3-6].

Катионными называют ПАВ, которые в результате диссоциации дают в растворе поверхностно-активный катион с длинной углеводородной цепью и обычный анион, например хлорид, бромид, сульфат и т.п. В эту группу ПАВ входят алифатические и ароматические амины (первичные, вторичные, третичные), соли четвертичного аммония, производные пиридина и др. КПАВ не обладают выраженной моющей способностью. Алифатические и ароматические амины используются в качестве ингибиторов коррозии, присадок к маслам. Четвертичные аммониевые соли (например, $\text{RN}(\text{CH}_3)_3\text{Cl}$ или $\text{R}_2\text{N}(\text{CH}_3)_2\text{Cl}$) используются в составе антистатиков и смягчителей тканей, а также в косметике в средствах по уходу за волосами. Они проявляют бактерицидное действие. Недостатком считают низкую биоразлагаемость. Однако в последние десятилетия предложены катионные ПАВ нового типа – так называемые эстеркваты, в структуре которых между углеводородным радикалом и атомом азота включены промежуточные сложноэфирные группы, которые легко гидролизуются. Тем самым улучшается биоразлагаемость катионных ПАВ [4-8].

Амфотерные (амфолитные) поверхностно-активные вещества содержат две функциональные группы, одна из которых имеет кислый, другая – основной характер, например, карбоксильную и аминогруппу. В зависимости от реакции среды амфолитные соединения обладают анионными либо катионными свойствами. Однако, существуют амфифилы, которые ведут

себя и как анионные ПАВ, и как катионные в зависимости от pH среды, их выделяют в отдельный вид – цвиттер-ионные ПАВ. Важный класс цвиттер-ионных ПАВ представляют бетаины, которые включают в себя алкилбетаины, амидоалкилбетаины и гетероциклические бетаины. ПАВ бетаинового типа обладают мягким действием на кожу, поэтому чаще всего они используются как компоненты шампуней, пен для ванн, гелей для душа и т.п. [2,9].

Неионогенные ПАВ (НПАВ) не диссоциируют на ионы. Их растворимость обусловлена наличием в молекуле гидрофильных эфирных и гидроксильных групп, чаще всего полиэтиленгликолевой цепи. К НПАВ относятся оксиэтилированные жирные спирты, полиэтиленгликолевые эфиры жирных кислот, оксиэтилированные алкилфенолы. Сульфамиды, эфиры фосфорной кислоты и другие соединения также могут подвергаться оксиэтилированию [4, 5, 10].

В моющих и чистящих средствах НПАВ, чаще всего этоксилаты спиртов, используют в комбинации с АПАВ. Кроме того, они достаточно устойчивы в агрессивных средах, что позволяет использовать их в технических моющих средствах. В смеси с четвертичными аммониевыми солями оксиэтилированные НПАВ широко применяются для дезинфицирующих целей в пищевой и фармацевтической промышленности [9].

По воздействию поверхностно-активного вещества на поверхность раздела выделяют: смачиватели – ПАВ, которые снижают поверхностное натяжение на границе раздела вода-воздух; диспергаторы – ПАВ, содействующие развитию новых поверхностей раздела фаз в процессах разрушения, диспергирования твердых тел и эмульгирования жидкостей; стабилизаторы – ПАВ, добавление которых в дисперсную систему препятствует слипанию частиц; поверхностно-активные вещества, обладающие моющим действием. Последние являются и смачивателями, и

диспергаторамим, и стабилизаторами. Кроме этого, способны к образованию мицеллярного раствора и включению загрязнения в ядро мицелл [4].

1.2 Коллоидно-химические свойства ПАВ

Важной характеристикой оценки свойств ПАВ, способных к мицеллообразованию, является критическая концентрация мицеллообразования (ККМ). ККМ – это концентрация (узкий концентрационный интервал), при которой начинается образование мицелл. При достижении ККМ резко меняются свойства раствора. Величина ККМ зависит как от особенностей молекулярного строения ПАВ, так и от внешних факторов: температуры, давления, присутствия в растворе электролитов, полярных и неполярных органических соединений и т.д. Склонность к мицеллообразованию существенно возрастает при увеличении длины углеводородного радикала, что проявляется как резкое уменьшение величины ККМ в гомологических рядах ПАВ с увеличением молекулярной массы [11-15]. Определяют ККМ различными методами: кондуктометрически, измерением поверхностного натяжения, вязкости, динамического светорассеяния, солюбилизации красителя и другие.

При рассмотрении температурного интервала существования мицелл в растворе для ионогенных ПАВ можно говорить о верхней температурной границе, точке Крафта, а для неионогенных – о верхней температурной границе – точке помутнения. Температура (точка) Крафта – температура, выше которой резко повышается растворение ионогенных ПАВ, обусловленное агрегацией ПАВ в растворе. Характеристикой оксиэтилированных НПАВ является точка помутнения в водном растворе. Растворение оксиэтилированных НПАВ происходит за счет образования межмолекулярных водородных связей между атомами кислорода оксиэтиленовой цепи и молекулами воды. При нагревании водородные связи разрушаются, происходит дегидратация молекул НПАВ, что ведет к слиянию мелких мицелл НПАВ в более крупные. Наблюдается обратимый фазовый

переход, выражающийся в помутнении раствора. Температура, при которой раствор мутнеет и есть точка помутнения. Выделение новой фазы сопровождается повышением мутности раствора, ухудшением моющей, пенообразующей и диспергирующей способностей [6,14-15].

Точка помутнения НПАВ зависит от структуры поверхностно-активного вещества, а именно, от числа оксиэтильных групп: чем больше оксиэтильных групп, тем выше точка помутнения. При добавлении в раствор НПАВ неорганических солей или щелочи, точка помутнения понижается; при добавлении кислот наблюдается ее рост, это объясняется частичной протонизацией оксиэтиленовой цепи [6,14-15].

1.3 Компоненты моющих средств

Способность отмывать различные загрязнения обусловлена способностью поверхностно-активных веществ образовывать адсорбционные слои на границе раздела фаз и мицеллярные структуры в объеме растворов. Моющее действие – это многофакторный процесс, включающий адсорбцию ПАВ на загрязнении и, возможно, на отмываемой поверхности, эмульгирование жировых компонентов, диспергирование твердых частиц, солюбилизацию, предотвращение осаждения отделенных от поверхности загрязнений, а также пенообразование, обусловленное присутствием ПАВ. При нанесении моющего вещества на загрязненную поверхность, молекулы ПАВ адсорбируются на неполярном загрязнении, обращаясь к нему углеводородной частью.

Компонентом, выполняющим основную работу в моющем средстве, являются поверхностно-активные вещества. Вид ПАВ выбирается в зависимости от назначения моющего средства. Для бытовых средств для стирки, а также для технических используют алкилбензолсульфонаты, алкансульфонаты, другие анионные ПАВ, часто в сочетании с НПАВ. При приготовлении технических моющих средств использование дерматологически мягких ПАВ нецелесообразно. Остальные компоненты,

добавляемые в композиции, выбираются исходя из требований, предъявляемых к моющему средству, и типа загрязнения. Например, удаление белковых загрязнений, жира требует использования щелочного раствора, а осаждаемые нагревом соли жесткости, молочный камень, ржавчина и другие минеральные отложения, требует использования кислотных моющих средств. Добавление электролитов к составу производится для усиления действия поверхностно-активных веществ.

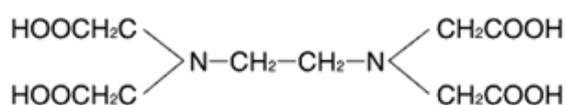
1.3.1 Комплексоны в моющих средствах

Вода является основным компонентом при влажной очистке, и ее качество оказывает существенное влияние на процесс мойки. Присутствие в воде большого количества солей жесткости ведет к ухудшению растворимости ПАВ, их моющих, пенообразующих и других свойств. Особое влияние карбонаты кальция и магния, содержащиеся в воде, оказывают на анионные ПАВ, такие как алкилбензолсульфонаты, алкилсульфаты, соли высших карбоновых кислот (мыла), с которыми карбонаты кальция и магния образуют малорастворимые или нерастворимые соли.

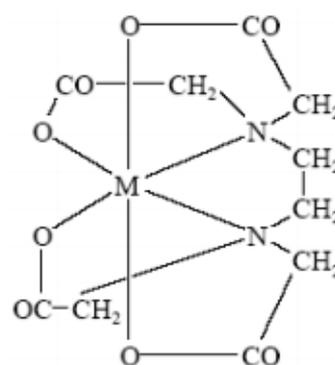
Жесткая вода ведет к увеличению расхода моющих и чистящих средств. Даже если вспомнить рекомендации на пакетах со стиральным порошком: в мягкой воде одна дозировка средства, в жесткой – другая, значительно превышающая предыдущую. Использование жесткой воды ведет к снижению действующей концентрации ПАВ в продукте. Следовательно, целесообразно умягчать воду при использовании. Но, если говорить о технических моющих средствах, то на производстве для мойки оборудования используется водопроводная вода, поэтому для ее умягчения необходимо вводить добавки непосредственно в моющее средство. Такими добавками могут являться комплексоны [16].

Комплексоны – это органические соединения, которые связывают ионы тяжелых и щелочноземельных металлов в растворимые комплексы (хелаты), тем самым предотвращая негативное воздействие солей жесткости на

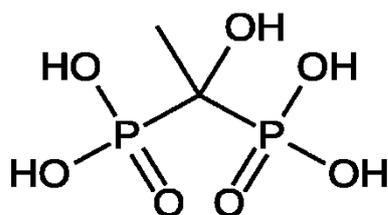
свойства поверхностно-активных веществ. Комплексон прочно захватывает ион металла, происходит замыкание цикла, чем обуславливается устойчивость комплексоната (комплексное соединение ионов металла с комплексоном). Ниже приведены структурные формулы комплексона этилендиаминтетрауксусной кислоты (ЭДТА) (I), этилендиаминтетраацетата металла (комплексонат ЭДТА) (II) и комплексона гидроксиэтилидендифосфоновой кислоты (ОЭДФ) (III), гидроксиэтилидендифосфонат кальция (комплексонат ОЭДФ) (IV) [16-18].



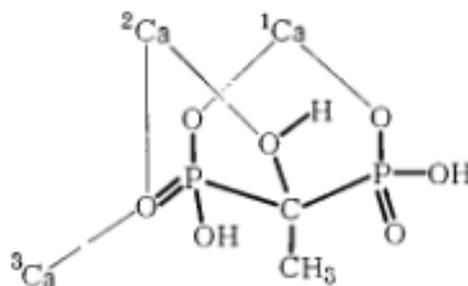
(I)



(II)



(III)



(IV)

В настоящее время в моющих средствах широко используются гидратированные алюмосиликаты и фосфаты в качестве комплексонов, в частности триполифосфат натрия. Однако они вызывают опасения с точки зрения экологии, так как избыток фосфатов способствует заболачиванию водоемов [19]. В работе [20] предлагается альтернатива триполифосфату – комплексон ОЭДФ. Автором автореферата создана моющая композиция, включающая ОЭДФ при концентрации втрое меньшей, по сравнению с

триполифосфатом натрия, при этом моющее средство обладает высокими показателями моющего действия.

В моющих средствах не обязательно использование только одного комплексона. Так, например, авторы статьи [21.] экспериментально доказали, что присутствие бинарного комплексообразователя, а именно 15 частей цеолита и 1 часть ОЭДФ, повышает адсорбционную способность молекул ПАВ в жесткой воде, способствуя интенсивному отмыванию загрязнений и делая воду более мягкой. Кроме того, данная смесь проявляет усиленную связывающую способность, по сравнению с индивидуальным цеолитом [21].

Таким образом, комплексоны можно охарактеризовать следующим образом. Они образуют устойчивые растворимые комплексные соединения с ионами металлов в стехиометрических концентрациях, в широком диапазоне pH. Эквивалентное взаимодействие ионов металла и комплексона определяется не массовым, а мольным соотношением. Если константы устойчивости комплексонатов примерно равны, а мольный состав одинаков, то при составлении рецептуры лучше использовать продукт с меньшей молекулярной массой (Таблица 1.1.) [18].

Таблица 1.1.

Некоторые товарные формы комплексонов

Название кислоты	Молярная масса, г/моль
1,3-Пропилендиаминтетрауксусная кислота (ПДТА)	306
2-Фосфонобутан-1,2,4-трикарбоновая кислота (ФБТК)	270
Гексаметилендиаминтетраметилфосфоновая кислота (ГДТФ)	492
Гидроксиэтиламинобисметилфосфоновая кислота (ГЭБФ)	249

Название кислоты	Молярная масса, г/моль
Гидроксиэтилендиаминтриуксусная кислота (ГЭДТА)	275
Глютаминдиуксусная кислота или 1,3-дикарбоксипропан-1-иминодиуксусная кислота (ГЛДА)	263
Диэтилентриаминпентаметилфосфоновая кислота (ДТПФ)	573
Диэтилентриаминпентауксусная кислота (ДТПА)	393
Оксиэтилидендифосфоновая кислота (ОЭДФ)	206
Этилендиаминтетраметилфосфоновая кислота (ЭДФ)	436
Этилендиаминтетрауксусная кислота (ЭДТА)	292

Мольный состав комплексов с ионом металла определяет природа комплексона. Например, ОЭДФ способен образовывать комплексы состава металл: комплексон 1:1, 2:1 и даже 3:1, таким образом, он является более эффективным по сравнению с комплексонами, способными образовывать комплексы только состава 1:1, что дает ему преимущество в использовании.

Комплексоны предотвращают осаждение малорастворимых солей. Благодаря эффекту ингибирования солеотложений, фосфонаты, например, добавляют к жёсткой воде, контактирующей с нагревательными элементами утюгов, стиральных и посудомоечных машин. Также позволяет широко использовать в системах горячего водоснабжения и промышленных системах охлаждения [16-18].

Комплексоны являются ингибиторами коррозии. При применении моющих композиций на обрабатываемой металлической поверхности в результате действия комплексонов формируются оксидные адсорбционные пленки, которые предотвращают окисление и переход металла в раствор.

Растворы комплексонов характеризуются высокой буферной ёмкостью. Благодаря этому свойству моющие композиции, в составе которых присутствует комплексон, характеризуются небольшим изменением рН рабочего раствора, даже при большом разбавлении [16-18]. Таким образом, комплексоны являются важным компонентом моющих и чистящих средств.

1.3.2 Кислоты в моющих средствах

Кислоты сами по себе не обладают моющими свойствами, они только растворяют карбонатные и минеральные отложения. Причем, чем сильнее кислота, тем она эффективнее [22].

Выбор кислот в составах моющих и чистящих средств напрямую зависит от их свойств. Большую роль играет растворимость кислот и образуемых ими солей. Для эффективного действия кислоты должны образовывать хорошо растворимые соли с ионами щелочноземельных металлов. Применение многоосновных кислот дает преимущество, так как образующиеся на первой стадии кислые соли имеют большую растворимость, чем средние.

Многие кислоты (соляная, уксусная и другие) при высоких концентрациях обладают высокой летучестью. Пары кислот раздражают слизистые оболочки, опасны для здоровья человека. Такие кислоты можно использовать только при небольших их концентрациях в моющих и чистящих средствах.

Однако, сильные кислоты могут вызывать коррозию металлов. Поэтому для уменьшения их разрушающего действия при удалении значительных минеральных отложений широко используют добавки, а именно ингибиторы коррозии. Азотная кислота менее коррозионная, чем

соляная, поскольку на нержавеющей стали она образует защитную оксидную пленку. Органические кислоты вызывают значительно меньшую коррозию, чем неорганические.

При составлении кислотного моющего средства необходимо также учитывать то, что при низких значениях pH другие компоненты могут быть разрушены. Наиболее чувствительны к агрессивной среде красители, ароматизаторы и некоторые поверхностно-активные вещества [22,23].

Сравнительные свойства некоторых кислот, используемых при производстве моющих композиций, приведены в таблице 1.2. [23,24].

Таблица 1.2.

Сравнительные свойства кислот

Кислота	Химическая формула	Легучесть	Растворимость солей Ca ²⁺ и Mg ²⁺	Токсичность	Сила кислоты (pKa)	Коррозийная активность
Азотная	HNO ₃	+	P	+	-1,64	+
Лимонная	HOOCCH ₂ C(OH)COONCH ₂ COOH	-	P	-	3,13 4,76 6,40	-
Малеиновая	HOOC-CH=CH-COOH	-	P	-	1,92 6,23	-
Молочная	CH ₃ CH(OH)COOH	+	P	-	3,86	-
Муравьиная	HCOOH	+	P	+	3,75	-
Пропионовая	CH ₃ CH ₂ COOH	+	P	-	4,87	-
Серная	H ₂ SO ₄	-	M	-	-3,0 1,9	+
Соляная	HCl	+	P	-	-7,0	+
Уксусная	CH ₃ COOH	+	P	+-	4,75	-

Кислота	Химическая формула	Легучесть	Растворимость солей Ca ²⁺ и Mg ²⁺	Токсичность	Сила кислоты (pKa)	Коррозионная активность
Фосфорная	H ₃ PO ₄	-	М	-	2,12 7,20 11,9	+/-
Щавелевая	HOOC-COOH	-	М	+/-	1,27 4,27	+
Яблочная	HOOCCH ₂ CH(OH)COOH	-	Р	-	3,40 5,11	-
Янтарная	HOOC-CH ₂ -CH ₂ -COOH	-	Р	-	4,21 5,64	-

1.4 Обзор технических кислотных моющих средств

В настоящее время на рынке моющих средств представлен широкий ассортимент продукции, используемой на предприятиях пищевой промышленности. Различные компании предлагают выбор моющих, чистящих, дезинфицирующих средств, пенных и беспенных, кислотных и щелочных, применимых для молочных ферм, птицефабрик, свиноводства, мясопереработки, в производстве пива и напитков и других отраслях пищевой промышленности. Рассмотрим некоторые примеры предлагаемых кислотных пенных моющих средств.

START LIGHT ACID FOAM (ООО «СамХимТрейд» г. Самара) – кислотное пенообразующее моющее средство [28]. Пена моющего раствора эффективно устраняет ржавчину, молочный и пивной камень, известковые отложения. В своем составе содержит смесь азотной и фосфорной кислот. Используется на поверхностях, стойких к воздействию азотной кислоты.

Форт (ООО «Химитекс», г.Москва) – кислотный высокопенный препарат для мытья как в ручном режиме так и с применением пенной станции [29]. Удаляет с обрабатываемой поверхности известь, накипь, силикаты, жир, протеины. Используется для мойки материалов из нержавеющей стали, пластмассы (ПЭ, ПП, ПВХ) и керамической поверхности. Работает в жесткой воде, придает блеск оборудованию из нержавеющей стали. В его состав входит оптимизированная смесь органических и минеральных кислот, анионные ПАВ, активные добавки, ингибитор коррозии.

Milex КР (ООО «Миксэм», г. Тверь) – кислотное пенное моющее средство для удаления солевых, известковых и других минеральных отложений, ржавчины, очистки от накипи, растворения жиров, масел, протеинов с нержавеющей стали, алюминия, кафеля и других кислотостойких поверхностей [30]. Эффективно для очистки камер душирования на мясоперерабатывающих предприятиях. В состав моющего средства входит азотная и ортофосфорная кислоты, поверхностно-активные вещества, функциональные добавки, усиливающие моющую способность, вода.

Novelguard Acid Foam (NovelHim, г.Москва) – кислотное высокопенное средство [31]. Пена эффективно удаляет минеральные отложения, остатки масложировых загрязнений, солевые подтеки, жир с кислотостойких поверхностей. Может использоваться на вертикальных поверхностях, хорошо пенится при низких и высоких температурах воды.

Клинацид Ф35 (компания «Гигиена Мед», г.Москва) – концентрированное кислотное высокопенное моющее средство[32]. Хорошо работает при низких температурах мойки. Эффективно удаляет комплексные минерально-органические отложения (в т.ч. пивной, винный, водный, мясной и молочный камень), хмелевые смолы, дрожжи, молочный и яичный белок, ржавчину, накипь, известь. Придает блеск поверхностям из нержавеющей стали.

Кислотное высокопенное моющее средство «Tank FA 18» («Vortex», г. Ижевск) [33].. Мойка внешних поверхностей оборудования из нержавеющей стали, полов и стен производственных помещений. В состав моющего средства входят смесь азотной и ортофосфорной кислот, АПАВ, НПАВ, целевые добавки.

IntelBio acid (ООО «Биоветзащита», г. Шебекино) - кислотное моющее средство [34]. Удаляет органические и минеральные загрязнения с внешних поверхностей технологического оборудования. По имеющейся информации в его состав входят фосфонаты, фосфорная кислота, НПАВ и АПАВ.

Биолайт СТ-94П (ГК «Технология чистоты», г.Москва) – пенное кислотное средство для низкотемпературной мойки пищевого оборудования [35]. Удаляет комплексные минерально-органические загрязнения, пивной, винный, мясной камень, хмелевые смолы, дрожжи, остатки масложировых и белковых продуктов. Состоит из оптимизированной смеси органических и неорганических кислот, смачивателей, активных моющих и пенных добавок.

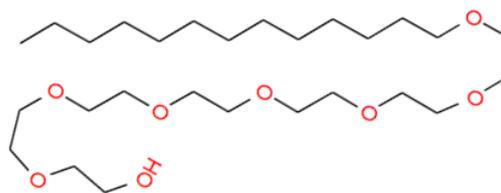
2 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

2.1 Материалы

В данной работе в качестве компонентов разрабатываемых композиций были использованы поверхностно-активные вещества, которые наиболее часто применяются при производстве технических пенных моющих средств. Одним из критериев выбора компонентов была также их доступность. Большинство из них предоставлены производственной компанией ООО «Плантахим», г. Белгород.

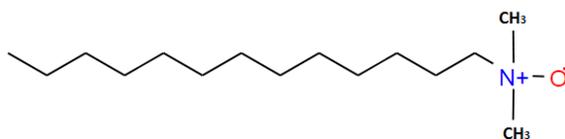
Неионогенные ПАВ - оксиэтилированные жирные спирты со степенью оксиэтилирования $n=7$, общей формулы $R(OCH_2CH_2)_nOH$. В виде следующих продуктов:

- Синтанол АЛМ-7 (производства ООО «Завод синтанолов», Дзержинск, ТУ2483-004-71150986-2012) $R=C_{12}-C_{14}$ (I);
- Импортный образец этоксилата, предоставленный ОАО «ЭФКО», $R=C_{12}-C_{14}$ (I);
- Лаурет-7 (образец этоксилата Elotant LAE 107, производства LG HouseHold and Health Care, Кореи), $R=C_{12}-C_{14}$ (I);



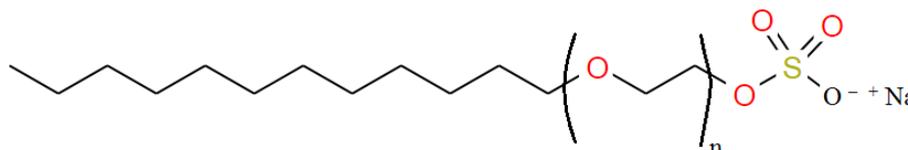
(I)

Псевдокатионное ПАВ – алкилдиметиламинооксид – общей формулы $R(CH_3)_2N^+O^-$ (II) $R= C_{12} - C_{14}$ в виде образца Оксипав, с содержанием активного вещества 30% (производства ООО НПО «НИИПАВ», г. Волгодонск ТУ 2482-007-04706205-2006).



(II)

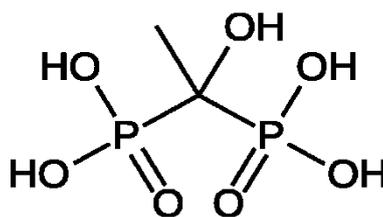
Анионное ПАВ – лауретсульфат натрия (Китай)(III). n=3



(III)

Для приготовления рецептур использовались дополнительно следующие компоненты:

- ортофосфорная кислота 85% пищевая, «ч» (производитель «Huanlong Food Additives Corporation», Китай);
- лимонная кислота моногидрат, реактив марки «хч» (изготовитель ООО «Реахим»);
- муравьиная кислота, марки «ч»;
- щавелевая кислота, реактив марки «ч» (Китай);
- оксиэтилидендифосфоновая кислота – ОЭДФ (Китай) (IV);



(IV)

- натриевая соль полиакриловой кислоты – полиакрилат Na (Китай)

Характеристика компонентов, используемых для приготовления рецептур, согласно паспортам качества (при наличии), представлена в таблице 2.1.

Характеристика исходных компонентов для разработки рецептур моющего средства

Компонент	Характеристика	Свойства и применение
Синтанол АЛМ - 7	вязкая жидкость белого цвета, 100% рН (1%) = 6-9 точка помутнения = 53-56	Хорошо растворимы в мягкой и жесткой воде, бензоле, этаноле. Используются в качестве эмульгатора, стабилизатора суспензий пенообразователи, устойчивы в широком диапазоне рН
Этоксилат (имп)	мутный вязкий, 100%	
Elotant LAE 107	бесцветная прозрачная жидкость, рН (1%)= 5-7 точка помутнения = 50,0 – 55 массовая доля основного вещества 100%	
Лауретсульфат, SLES	кремообразный, массовая доля основного вещества 68 – 72 % рН(1%) = 7-10	Основной компонент косметико-гигиенических средств типа шампуней, гелей, пен для ванн, а также жидких моющих средств для посуды, пенообразователь
Оксипав	бесцветная прозрачная жидкость, массовая доля основного вещества 28,0 – 32,0% массовая доля свободных аминов 0,00 – 0,50% массовая доля перекиси водорода 0,00 - 0,12%	проявляет высокие пенообразующие и пеностабилизирующие свойства, стабилен в агрессивных средах

Компонент	Характеристика	Свойства и применение
ОЭДФ	кристаллическое вещество белого цвета, массовая доля основного вещества – 98% $\text{pH}(1\%) \leq 2$	преимущественно используется для умягчения воды, а также для предотвращения отложения солей, растворенных в воде в системах горячего водоснабжения и промышленных системах охлаждения;
Полиакрилат Na	плотная масса желтого цвета, массовая доля соли $\geq 45\%$ $\text{pH} = 6-8$	используется в качестве загустителя

2.2 Экспериментальные методики

2.2.1 Определение поверхностного натяжения

Поверхностное натяжение растворов индивидуальных ПАВ и смесей определяли методом отрыва кольца на тензиометре Kruss (Германия) с платино-иридиевым кольцом.

Для проведения эксперимента химическая посуда должна быть чистой во избежание погрешностей измерений. Для этого перед началом работы необходимо все вымыть хромовой смесью.

Первоначально готовили раствор индивидуального ПАВ в мерной колбе на 50 мл с концентрацией, превышающей ККМ в 8 раз. Затем последовательным разбавлением получали не менее 10 растворов ПАВ. Растворы готовили в дистиллированной воде и в присутствии кислоты H_3PO_4 (при $pH=1$). По полученным данным строили изотермы поверхностного натяжения, из которых находили значения ККМ индивидуальных ПАВ и смесей.

2.1.2 Определение точки помутнения

Для определения точки помутнения неионогенного ПАВ в стакане готовили его 1%-ный раствор. Затем переносили в пробирку и нагревали на водяной бане при перемешивании. Отмечали температуру, при которой раствор начинает мутнеть, она и является точкой помутнения. Опыт повторяли, используя в качестве растворителя 5, 10, 15%-ные растворы кислот (лимонной и ортофосфорной) [25].

2.1.3 Приготовление рецептов

В зависимости от порядка смешения компонентов, рецепты приготавливали двумя способами:

1. В стакане объемом 150 мл вносили при определенном соотношении навески поверхностно-активных веществ (суммарное содержание ПАВ в

рецептуре не более 15 мас.%) и нагревали на водяной бане для их взаимного смешивания. В отдельном стакане в воде растворяли сыпучие компоненты (если таковые имелись), а затем добавляли рассчитанный объем кислоты или смеси кислот. К смеси ПАВ приливали раствор кислот и перемешивали до полного растворения компонентов.

2. Все компоненты добавляли к воде. В первую очередь, в стакане объемом 150 мл растворяли сыпучие вещества, затем добавляли ПАВ (суммарное содержание ПАВ в рецептуре не более 15 мас.%), перемешивали до растворения, при необходимости нагревали на водяной бане. Затем приливали рассчитанный объем кислот, перемешивали до растворения.

Таким образом, мы получали композиции моющих средств (концентрат) для последующих испытаний.

2.1.4 Методы испытаний рецептур

1. Оценка моющей способности

В производственных условиях рабочий раствор моющего средства готовят на водопроводной воде, концентрация моющего средства 0,5 – 5% в зависимости от степени загрязнения. Рабочий раствор наносят на загрязненную поверхность, используя пеногенератор. Характер загрязнения – известковый налет, материал оборудования – преимущественно нержавеющая сталь.

В лабораторных условиях для испытания рецептур попытались создать приближенные условия, поэтому в качестве образцов для отмыывания использовали тонкие пластины из листовой нержавеющей стали, размером 100мм × 100мм.

Загрязнение образцов известковым налетом проводили следующим образом: чистые пластины помещали на нагретую электрическую плиту и порционно наливали на них водопроводную воду. Вода вскипала, соли, содержащиеся в ней, оставались на пластине, таким образом образуя известковый налет.

Рабочий раствор моющего средства готовили на водопроводной воде в цилиндре объёмом 100 мл (97 мл воды на 3 мл МС) переносили его в пластмассовую ёмкость и взбивали пену вручную. Затем, получившуюся пену наносили на загрязненные образцы и оставляли на 15 минут. По истечении этого времени смывали холодной водой, высушивали пластины и оценивали степень удаления известкового налета.

На предварительном этапе испытания большого количества приготовленных рецептур густота, плотность пены и моющая способность композиций оценивались визуально. Для композиций, которые показали визуально наилучшие результаты, полноту удаления загрязнения определяли количественно. Для этого взвешивали сначала обезжиренную чистую пластину, затем пластину с известковым налетом. Отмывали рабочим раствором средства, пластину высушивали и взвешивали. Взвешивание проводили на аналитических весах с точностью до 0,0001.

Степень очистки рассчитывали по формуле:

$$a = \frac{(m_1 - m_0) - (m_2 - m_0)}{m_1 - m_0} * 100\% \quad (2.1)$$

где:

m_0 – масса чистой пластины;

m_1 – масса загрязненной пластины;

m_2 – масса пластины после отмывания.

На рисунке 2.1. представлены пластины до и после испытаний.

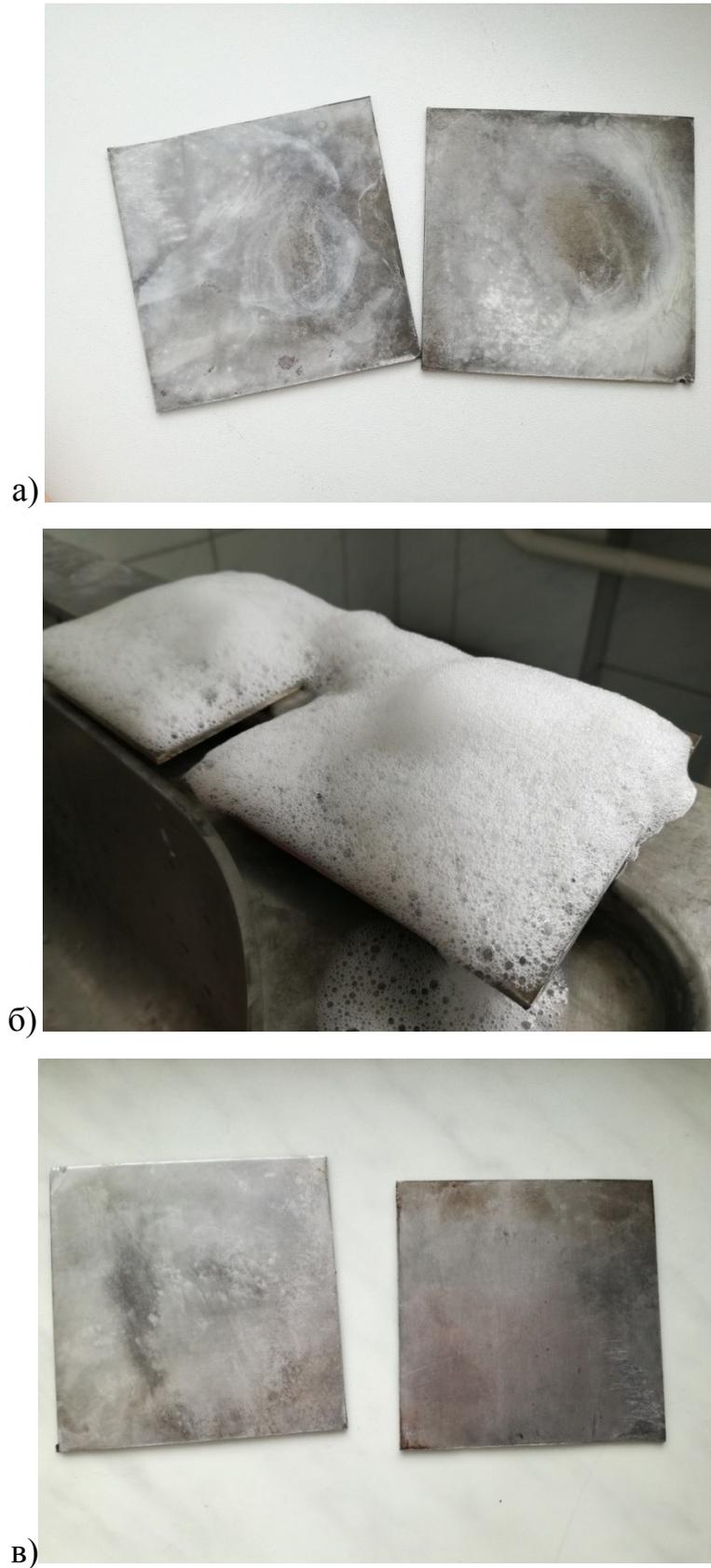


Рис. 2.1. а) пластина, загрязненная известковым налетом

б) мойка пластины

в) отмытые пластины

2. Оценка устойчивости пены

Оборудование:

- а) линейка;
- б) мерный цилиндр на 100 см³ с пробкой;
- в) секундомер.

Выполнение эксперимента:

В мерный цилиндр наливали 10 см³ 2%-ного раствора испытуемого моющего средства, встряхивая в течение 30 секунд, взбивали пену. Затем линейкой измеряли высоту столба пены сразу после взбивания и далее на протяжении 15 минут.

Устойчивость пены рассчитывали по формуле:

$$W = \frac{h_{15}}{h_0} * 100\% \quad (2.2)$$

где:

h_0 – высота столба пены через 15 минут;

h_{15} – высота столба пены сразу после взбивания.

3. Определение водородного показателя (рН) и плотности

рН растворов измеряли с помощью рН-метра рН-150МИ с комбинированным электродом ЭСК-10603 согласно ГОСТ Р 50550-93 [26].

Плотность концентратов измеряли с помощью ареометра согласно ГОСТ 18995.1-73 [27].

3 ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

3.1 Коллоидно-химические характеристики ПАВ

3.1.1 Изотермы поверхностного натяжения

На рис.3.1. показаны изотермы поверхностного натяжения для оксиэтилированных НП АВ в водном растворе. Изотермы для образцов Elotant LAE 107 и Синтанол АЛМ-7 практически совпадают, что и следовало ожидать исходя из заявленного производителем состава ПАВ (см пункт 2.1). Для этоксилата(имп) изотерма несколько смещена в сторону более высоких концентраций, что может быть обусловлено другим составом полимер-гомологов.

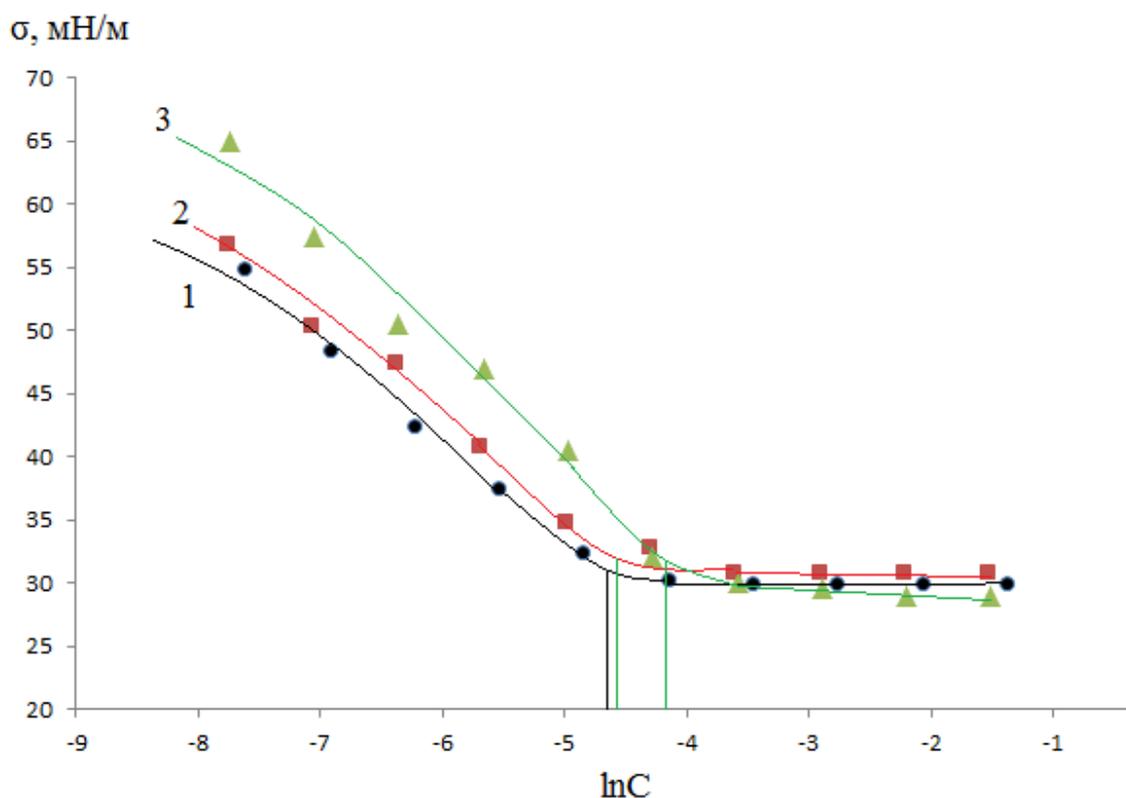


Рис.3.1. Изотермы поверхностного натяжения индивидуальных ПАВ

1 – Синтанол АЛМ–7; 2 – Elotant LAE 107;

3 – этоксилат (имп)

Значения ККМ, определенные по изотермам поверхностного натяжения для оксиэтилированных НП АВ представлены в таблице 3.1.

Таблица 3.1.

Значения ККМ для индивидуальных ПАВ (23°C)

ПАВ	ККМ, моль/л
Синтанол АЛМ-7	$1,9 \cdot 10^{-5}$
Elotant LAE 107	$2,0 \cdot 10^{-5}$
этоксилат (имп)	$3,2 \cdot 10^{-5}$

На рис.3.2. представлены изотермы поверхностного натяжения Оксипав на воде и на фоне ортофосфорной кислоты. В кислой среде Оксипав протонируется и ведет себя как катионное ПАВ.

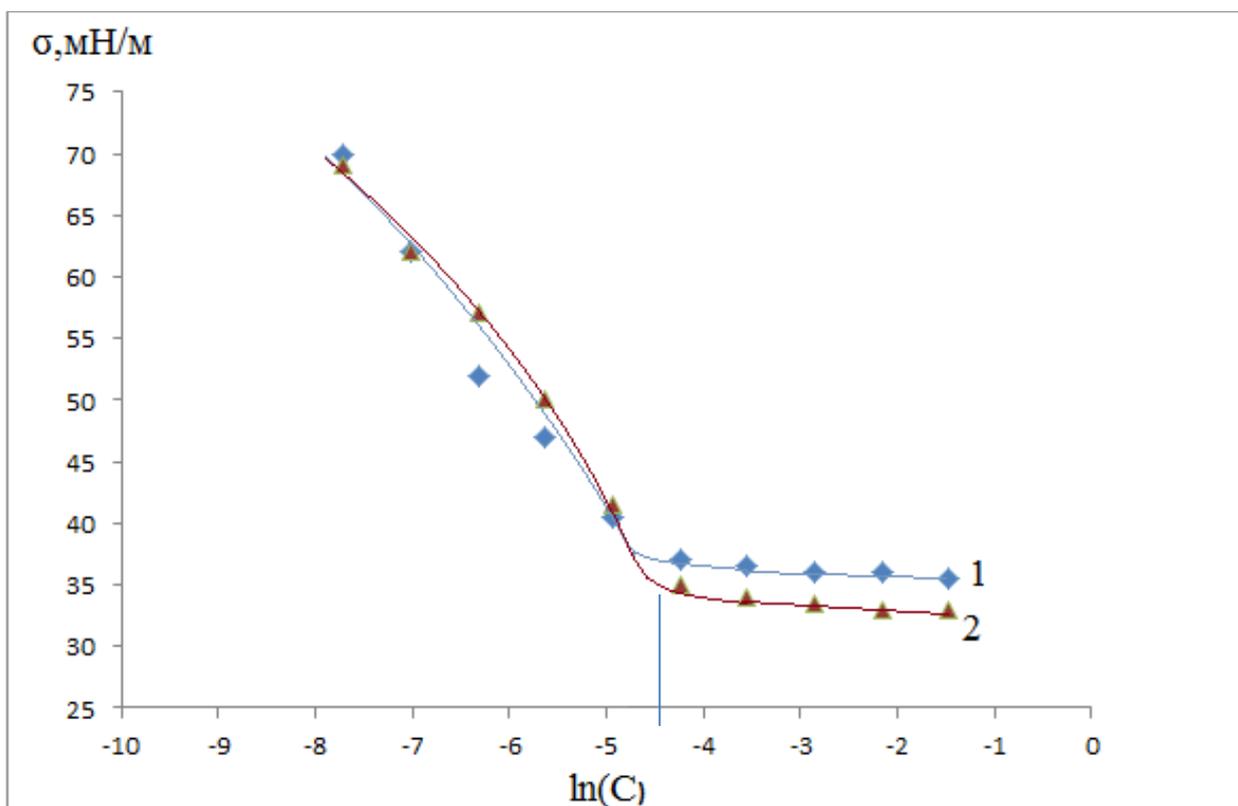


Рис.3.2. Изотермы поверхностного натяжения Оксипав 1 – на воде; 2 – на фоне H_3PO_4 (pH = 1)

Как показали результаты измерений, в области низких концентраций до ККМ изотермы в воде и в присутствии кислоты совпадают, однако Оксипав обеспечивает более низкое значение поверхностного натяжения при концентрациях его выше ККМ.

Однако больший интерес представляют смеси ПАВ, так как обычно именно они используются при создании рецептур моющих средств. Смешанные растворы, содержащие два или более ПАВ, ведут себя иначе, нежели индивидуальные ПАВ. Возможно проявление синергизма или антагонизма.

На рисунке 3.3. приведены изотермы для смеси Синтанол АЛМ-7 – Оксипав при их массовом соотношении 1:1 в воде и на фоне кислоты (рН=1). Введение кислоты смещает изотерму в область более низких концентраций, ККМ снижается от $1,4 \cdot 10^{-2}$ г/л до $7,7 \cdot 10^{-3}$ г/л

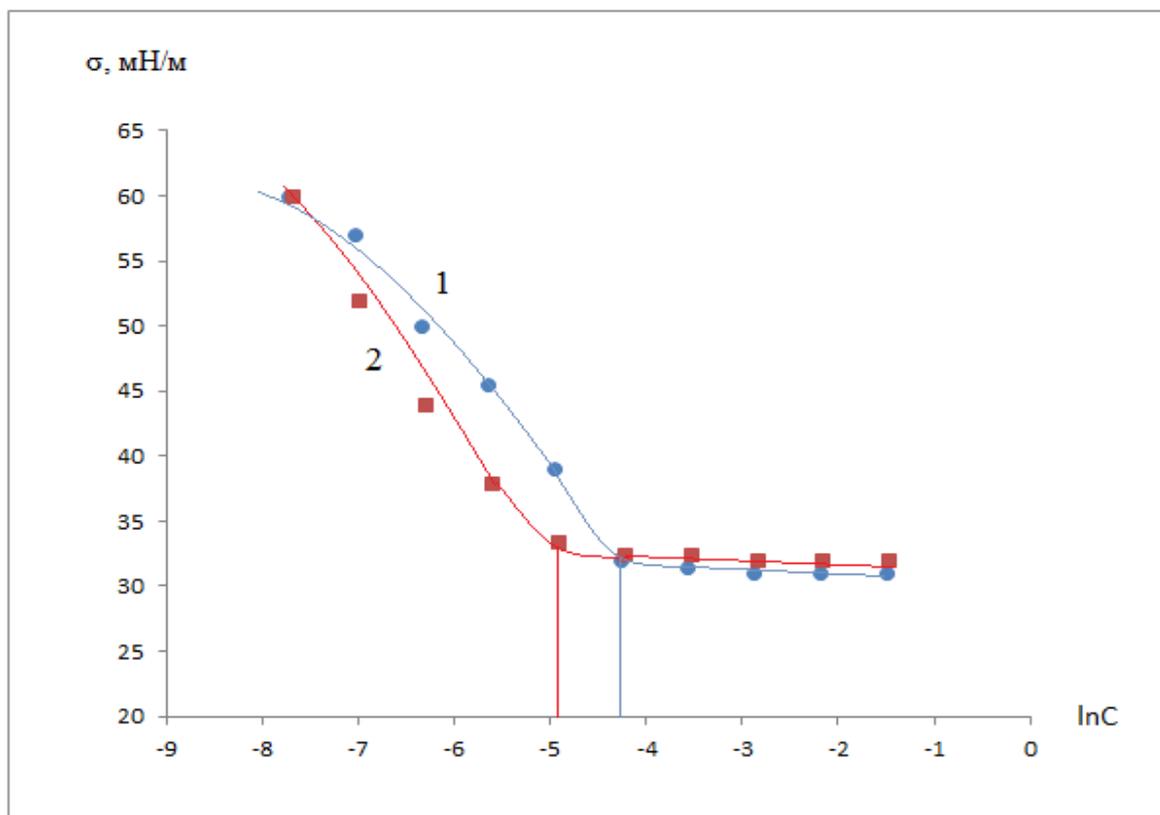


Рис. 3.3. Изотермы поверхностного натяжения смеси ПАВ Синтанол АЛМ-7 и Оксипав в соотношении 1:1. 1 – на воде; 2 – на фоне кислоты (рН=1)

На рис. 3.4. представлены изотермы поверхностного натяжения смеси ПАВ Синтанол АЛМ-7 и Оксипав при их разном массовом соотношении. С увеличением массовой доли Оксипав снижается значение поверхностного натяжения в мицеллярных растворах и значения ККМ. Значения ККМ смесей приведены в таблице 3.2. При массовом соотношении АЛМ-7:Оксипав = 1:3 проявляется синергетический эффект в снижении ККМ, которая достигает минимального значения $4,7 \cdot 10^{-3}$.

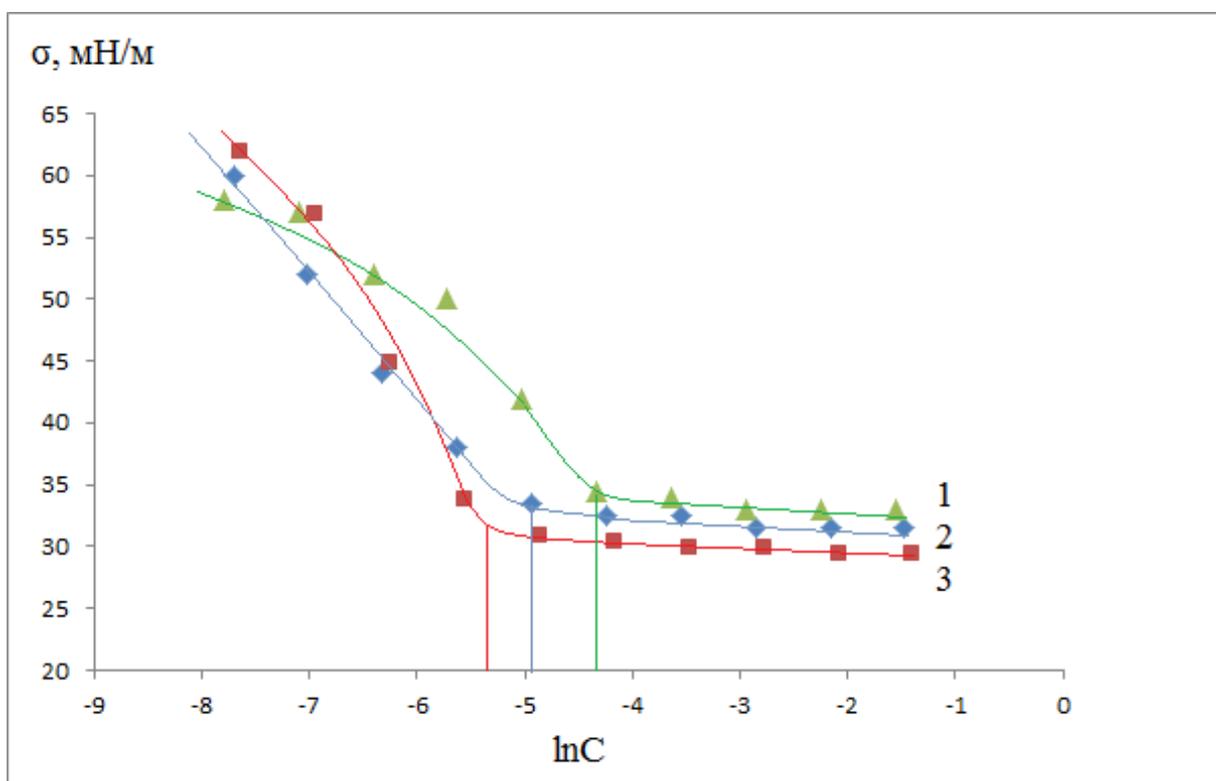


Рис.3.4. Изотермы поверхностного натяжения смеси ПАВ на фоне H_3PO_4 (pH=1) в соотношении АЛМ-7:Оксипав

1 – 3:1;

2 – 1:1;

3 – 1:3

Таблица 3.2.

ККМ для смеси ПАВ Синтанол АЛМ-7 и Оксипав

Массовые соотношения АЛМ-7:Оксипав	ККМ, г/л
3:1	$1,2 \cdot 10^{-2}$
1:1	$7,7 \cdot 10^{-3}$
1:3	$4,7 \cdot 10^{-3}$
0:1	$9,6 \cdot 10^{-3}$

3.1.2 Точки помутнения НПАВ

В работе были определены точки помутнения 1%-ных водных растворов неионогенных ПАВ. Результаты приведены в таблице 3.3.

Таблица 3.3.

Точки помутнения оксиэтилированных НПАВ

НПАВ	т. помутнения, °С
АЛМ – 7	55,5
Elotant LAE 107	53
Этоксилат (имп)	44

Все три поверхностно-активных вещества, представленные в таблице, являются аналогами, имеют одну общую химическую формулу. Соответственно и точки помутнения должны быть приблизительно равны. Существенное отличие этого значения для этоксилата (имп) от двух других НПАВ, скорее всего, обусловлено меньшей степенью этоксилирования. Чем выше точка помутнения, тем большее число оксиэтиленовых групп имеет молекула. Результаты, полученные по измерению точки помутнения, и закономерности, выявленные при рассмотрении изотерм поверхностного

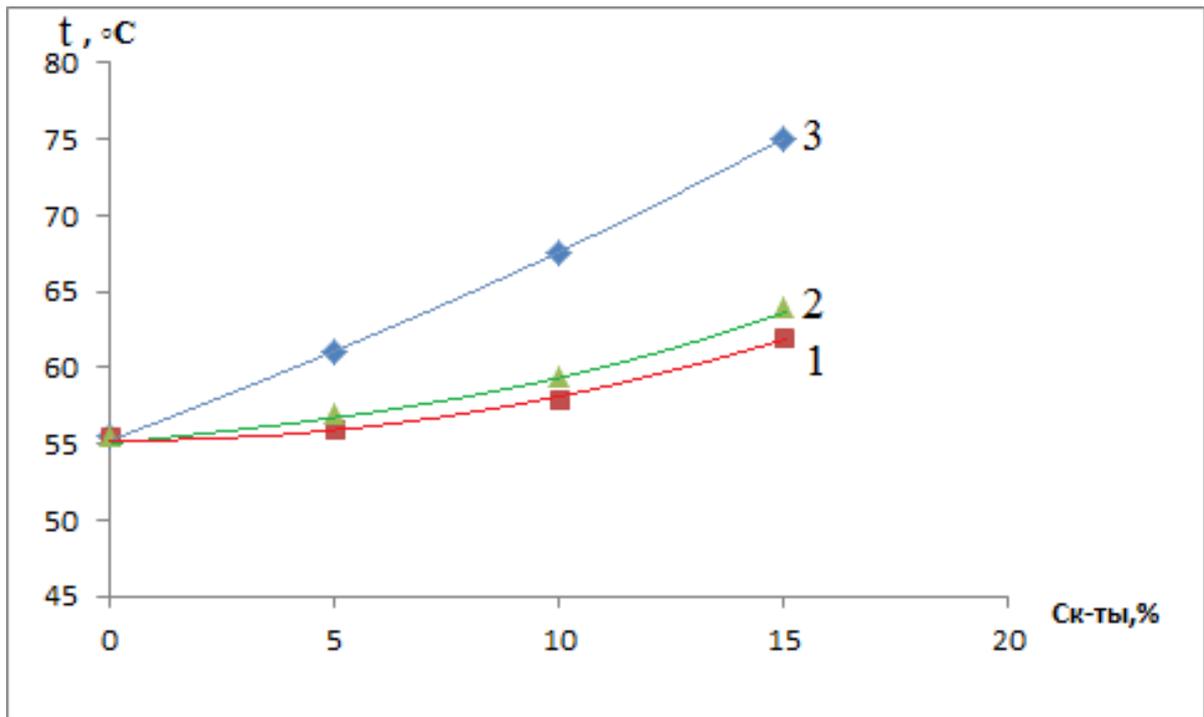
натяжения для этоксилата (имп), согласуются и указывают на меньшее число оксиэтильных групп в составе этоксилата(имп).

Добавление электролитов, как известно, влияет на температурные границы растворимости НПАВ. Так как разрабатываемые рецептуры моющих средств должны содержать кислоты, было изучено влияние кислот на точку помутнения. На рис. 3.5. показано влияние лимонной, ортофосфорной и муравьиной кислот, часто используемых в составах кислотных средств, на точку помутнения неионогенных ПАВ АЛМ-7 и этоксилата (имп). Добавление кислоты ведет к увеличению точки помутнения НПАВ (рис.3.5). Это согласуется с общепринятыми представлениями о повышении температуры помутнения в результате частичной протонизации оксиэтиленовой цепи в присутствии кислот. В нашем случае, наибольшее воздействие оказала лимонная кислота. Фосфорная и муравьиная лишь незначительно повышают точку помутнения.

Таким образом, добавление кислот может расширить температурный интервал использования мицеллярных растворов НПАВ.

Выявленные закономерности были далее использованы при составлении рецептур.

а)



б)

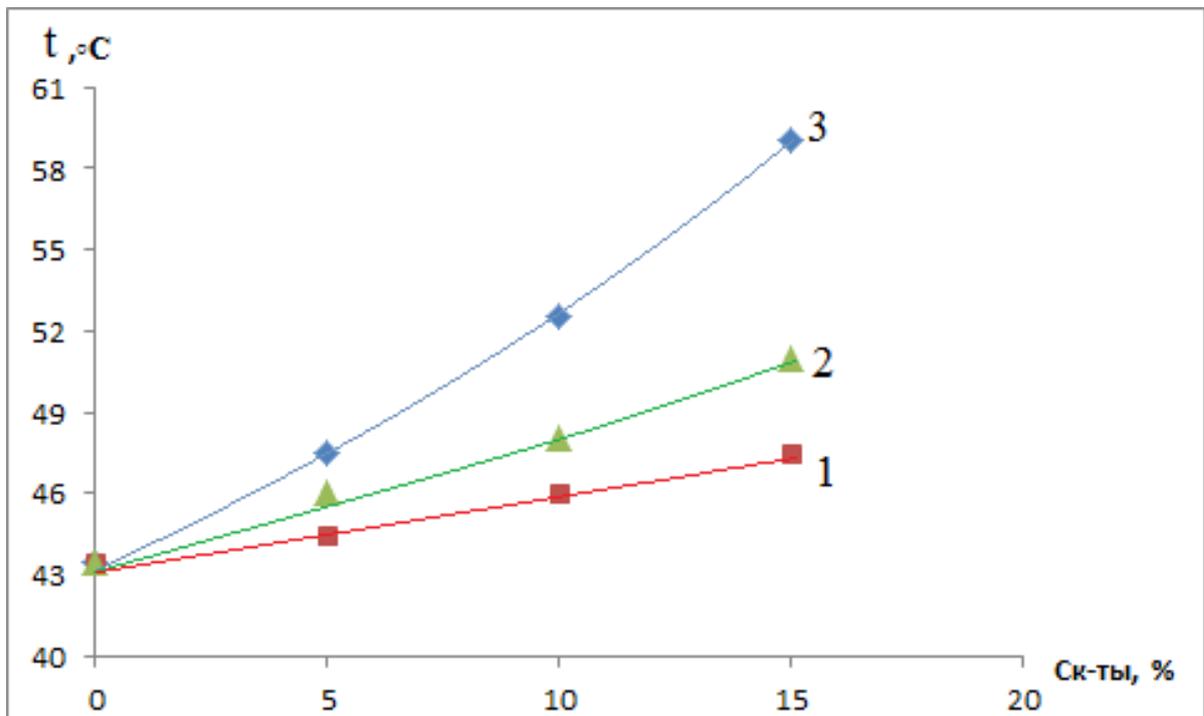


Рис.3.5. Влияние кислот на точку помутнения НП АВ а) АЛМ – 7, б) этоксилат (имп); 1 – ортофосфорная кислота, 2 – муравьиная, 3 – лимонная

3.2 Разработка кислотного моющего средства

3.2.1 Предварительный выбор составов

На первом этапе была поставлена задача получить гомогенные смеси на основе поверхностно-активных веществ, которые бы не расслаивались, не мутнели, хорошо пенились, обладали приемлемой вязкостью для подачи в пеногенератор в производственных условиях.

Для этого был составлен и приготовлен ряд рецептов, некоторые из которых представлены в табл. 3.4. Далее, базируясь на полученных экспериментальных данных, и, анализируя поведение композиции, выбирали лучший состав.

Приготовленные рецептуры с введением одной ортофосфорной кислоты показали неприемлемые результаты при испытании моющей способности на нержавеющей стали. Загрязненные пластины до и после испытаний оставались практически в неизменном виде. Поэтому необходимо было подобрать оптимизированную смесь кислот.

В производстве моющих средств часто используют смесь ортофосфорной и щавелевой кислот. Однако растворимость щавелевой кислоты недостаточно велика и при концентрации свыше 10 мас.%, она начинает выкристаллизовываться из раствора. Моющие композиции, включающие смесь ортофосфорной и щавелевой кислот, также не давали положительных результатов по моющей способности. Вероятнее всего, причиной является образование солей щавелевой кислоты, оксалатов кальция, которые малорастворимы в воде. Фосфат и гидрофосфат кальция также малорастворимы.

Примеры пробных рецептов

№п/п Компонент	1	2	3	4	5	6
Синтанол АЛМ-7			5%			5%
Elotant LAE 107		5%			5%	
Этоксилат (имп)	6%			5%		
Оксипав	6%	10%	10%	10%	10%	10%
Лауретсульфат	3%					
Полиакрилат Na					5%	
ОЭДФ						5%
Кислоты, не более	45%	45%	45%	45%	45%	45%
Вода	до 100%	до 100%	до 100%	до 100%	до 100%	до 100%
Внешний вид	расслоился	жидкий, нестойкая пена	более вязкий, чем 2, пена плотнее	жидкий, нестойкая пена	Вязкий, устойчивая пена	Вязкий, очень хорошая пена

Положительные результаты показали моющие композиции на основе смеси ортофосфорной и соляной кислот. Они показывали высокую степень очистки загрязненных образцов, но после неоднократного использования на пластинах начала появляться коррозия, что недопустимо. Во избежание появления дефектов на поверхности обрабатываемого материала, возможно добавление антикоррозионных веществ, но это сделает моющее средство дороже. Кроме того, композиции, включающие в своем составе соляную кислоту в большой концентрации, представляют опасность, как для производителя, так и для потребителя моющих средств.

Показали хорошие результаты рецептуры, содержащие смесь фосфорной и лимонной кислот, а также фосфорной и муравьиной. Композиции, включающие представленные смеси кислот, обеспечивали почти 100%-ное удаление известкового налета с пластин. Однако для дальнейшей работы остановились на лимонной кислоте, так как муравьиная кислота летуча и токсична, имеет неприятный резкий запах, что вызывает дискомфорт при работе и создает неприемлемые условия для нахождения людей в обрабатываемом помещении.

Оптимальное рабочее соотношение фосфорной и лимонной кислот в композиции подбирали, уменьшая их общую концентрацию в рецептуре, при этом отслеживая моющую способность составов. В композициях, продемонстрировавших удовлетворительное отмывание известковых загрязнений, общее содержание кислот составило 40% при их массовом соотношении 3:1.

Определение пенообразующей способности

Пенообразующую способность не определяли по ГОСТ 22567.1-77, а оценивали методом встряхивания в цилиндре, измеряя высоту столба пены с течением времени. Пенообразование обеспечивается присутствием поверхностно-активных веществ. Так была установлена высокая пенообразующая способность аминоксида, по сравнению с другими неионогенными ПАВ (высота столба пены составила 10 см). Elotant LAE 107

проявлял хорошие моющие свойства, но при смешении Elotant LAE 107 и Оксипав пена заметно ухудшалась (рис.3.6.).

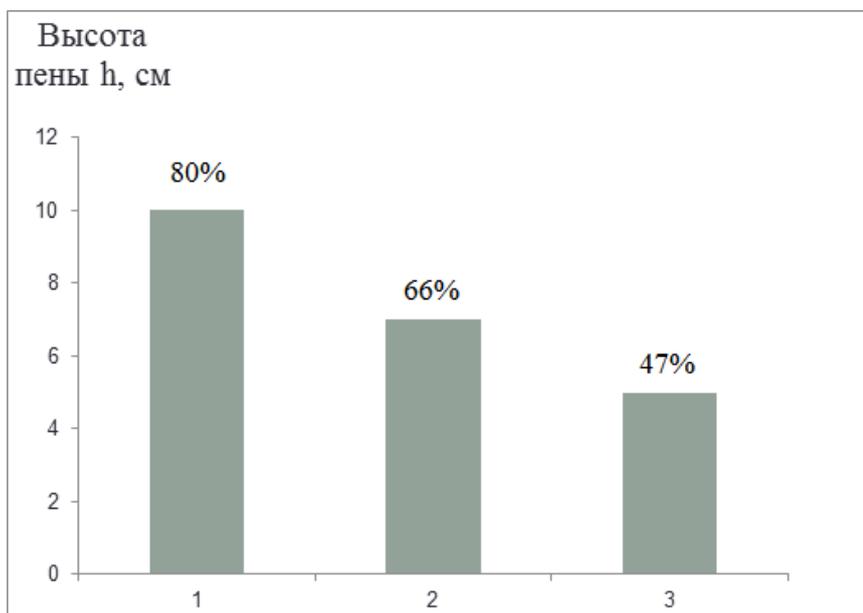


Рис. 3.6. Пенообразующая способность рецептур при различном соотношении Оксипав – Elotant LAE 107. Содержание ПАВ в рецептуре:

- 1 – Оксипав 15%; 2 – Оксипав 10% и Elotant LAE 107 5%;
- 3 – Оксипав 5% и Elotant LAE 107 10%

При использовании кислотного моющего в реальных условиях необходимо, чтобы моющий раствор давал обильную, плотную и устойчивую пену, которая бы как можно медленнее стекала с обрабатываемой поверхности. Для повышения пенообразования в жесткой воде целесообразно использовать комплексоны, например, ОЭДФ. В качестве примера, при добавлении к составу 3 (см. табл.3.4) комплексона ОЭДФ (рецептура б), заметно улучшалось как качество пены, так и моющая способность композиции в водопроводной воде.

Еще одним компонентом, повышающим качество пены, могут быть водорастворимые полимеры, которые повышают вязкость растворов. Полимер увеличивает вязкость, а при повышении вязкости дисперсионная среда медленнее вытекает из промежутков между частицами дисперсной фазы, между пузырьками, и, как следствие, пена не разрушается.

В подобранные моющие композиции с хорошей степенью отмывания загрязнений вводили полиакрилат натрия не более 5%. Больше содержание приводит к помутнению. Влияние полимера на пенообразующую способность моющего средства показано на рис. 3.7.

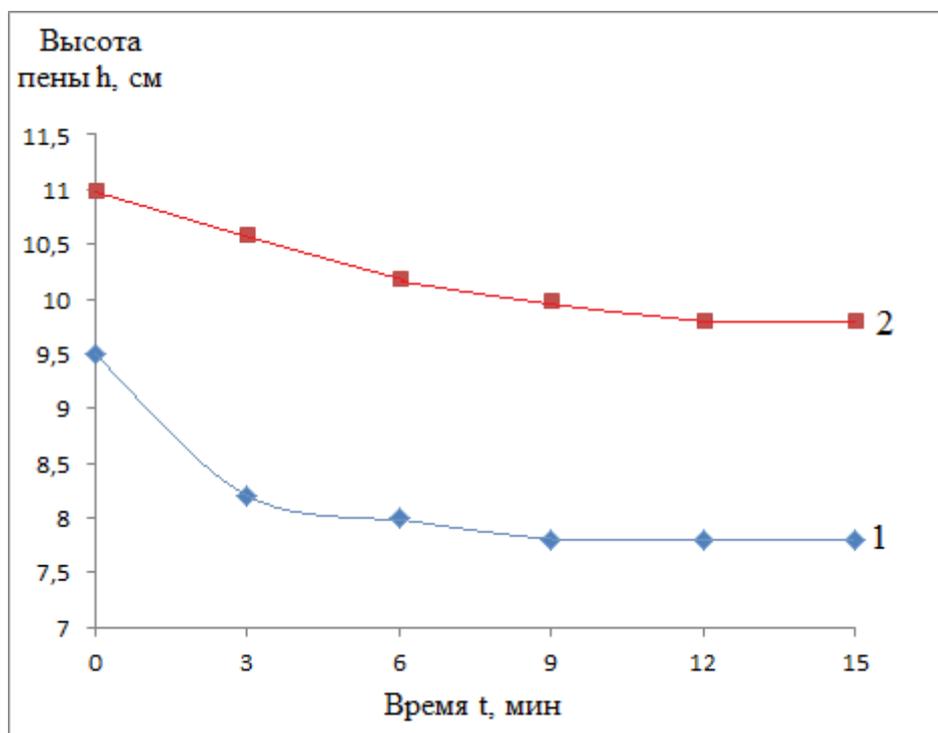


Рис.3.7. Пенообразующая способность 2%-го раствора моющей

композиции:

1 – без добавления полимера;

2 – с полимером.

Как показывают полученные данные, при внесении полимера в рецептуру высота столба пены повышается и спад пены не такой резкий, как в рецептуре без полимера.

Таким образом, в результате подбора содержания подходящих поверхностно-активных компонентов, кислот и добавок были приготовлены несколько рецептов, обладающих достаточной моющей способностью и стойкостью пены. Две рецептуры (КМС-А и КМС-Б), показавшие лучшие результаты в лабораторных условиях, были выбраны для производственных испытаний.

Характеристики предлагаемых рецептур

Характеристика	КМС-А	КМС-Б
Плотность при t=23°C, кг/л	1,12	1,28
pH (1%)	1,88	1,77
pH (конц)	0,35	0,21
Степень удаления известкового налета с нержав. стальной поверхности 3 %-ным раствором МС(лаб.испытания), %	87	93
Устойчивость пены, % (методом встряхивания)	91	89

Обе рецептуры были приготовлены в производственной компании ООО «Плантахим»(ОБЪЕМ В КОЛИЧЕСТВЕ..) и переданы на тестовую мойку на производственной площадке ООО «МПЗ Агро-Белогорье», где были проведены испытания моющих композиций. Успешно прошла испытания рецептура КМС Б. (Акт о проведении тестовой мойки в приложении)

3.2.3 Характеристика рекомендуемого кислотного моющего средства

Продукт: кислотное пенное моющее средство.

Состав: ортофосфорная кислота $\leq 35\%$, лимонная кислота $\leq 10\%$, неионогенные ПАВ $\leq 15\%$, комплексон, полиакрилат натрия.

Применение: данное средство рекомендуется для пенной мойки внешних поверхностей оборудования, тары, ёмкостей, производственных помещений (полов, стен).

Свойства: предназначено для удаления минеральных известковых отложений. Не повреждает сталь, пластик. Эффективно в жесткой воде, пожаровзрывобезопасно.

Агрегатное состояние: однородная прозрачная бесцветная жидкость.

Плотность моющего средства составила $\rho = 1,28$ кг/л.

рН 1%-ного водного раствора 1,77; рН концентрата 0,35

ВЫВОДЫ

1. На основании результатов определения коллоидно-химических свойств поверхностно-активных веществ и их смесей в водных растворах и в присутствии кислоты выбраны компоненты и рекомендовано их оптимальное соотношение в смеси.

2. Установлены концентрация и состав смеси кислот, обеспечивающие необходимое пенообразование и моющее действие (в лабораторных условиях).

3. Подобраны добавки в моющее средство и их концентрации, улучшающие качество продукта.

4. Проведены испытания предлагаемых рецептур в условиях производственной площадки ООО «МПЗ Агро-Белогорье», по результатам которых установлена окончательная рецептура кислотного моющего средства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Фролов Ю.Г. Курс коллоидной химии: поверхностные явления и дисперсные системы. М.: «Альянс», 2004. 462 с.
2. Файнгольд С.И., Кууск А.Э., Кийк Х.Э. Химия анионных и амфолитных азотсодержащих поверхностно-активных веществ. Таллинн: Валгус, 1984. 290 с.
3. Поверхностно-активные вещества: Справочник. / Под ред. А.А. Абрамзона, Г.М. Гаевого. М.: Химия, 1979. 376 с.
4. Щукин Е.Д., Перцов А.В., Амелина Е.А. Коллоидная химия. М.: Высшая школа, 2006. 444 с.
5. Ланге К.Р. Поверхностно-активные вещества. Синтез, свойства, анализ, применение/ Перевод с англ. Surfactants. A Practical Handbook/ Под редакцией, к.х.н. Л. П. Зайченко. СПб.: «Профессия», 2005. 240 с.
6. Поверхностно-активные вещества и композиции. Справочник. / Под ред. М.Ю. Плетнева. М.: ООО "Фирма Кламель", 2002. 768 с.
7. Novel surfactants: preparation, applications, and biodegradability. 2ndEdn., Revised and Expanded. / Ed. K. Holmberg. New York: Marcel Dekker, 2003.
8. Cationic Surfactants: Organic Chemistry/ Ed. J.Richmond. Surf. Sci.Ser. V.54. New York: Marcel Dekker 1990. 320 p.
9. Lomax E.G. Amphoteric Surfactants. Second Edition./ Surf. Sci.Ser. V.59. New York: Marcel Dekker, 1996. 440 p.
10. Шенфельд Н. Поверхностно-активные вещества на основе оксида этилена. Пер. с нем ./ Под ред. Н.Н. Лебедева. Изд. 2-е. М.: Химия, 1982. 752 с.
11. Русанов А.И. Мицеллообразование в водных растворах поверхностно-активных веществ. СПб.: Химия, 1992. 280 с.
12. Rosen M. J. Surfactants and interfacial phenomena: 3rd ed. /New York: John Wiley, 2004. 455 p.

13. Мицеллообразование, солубилизация и микроэмульсии / Под ред. К.Миттела. М.: Мир, 1980. 598 с.
14. Handbook on Detergents, Part A: Properties/ Gui Broze ed. Surf.Sci.Ser. V.82. New York– Basel: Marcel Dekker, 1999. 797 p.
15. Myers D. Surfactant science and technology. Third edition. Wiley, 2006. 380 p.
16. Дятлова Н.М., Тёмкина В.Я., Попов К.И.. Комплексоны и комплексонаты металлов. М.: Химия, 1988. 544 с.
17. Комплексоны и их применение в народном хозяйстве и медицине// Журнал всесоюзного химического общества им. Д.И. Менделеева. 1984. Т. 29. № 3. С.78–88
18. Меркулов Д.А. Комплексоны и ПАВ в бытовой химии: учебное пособие. Ижевск.: Из-во «Удмуртский университет», 2013. 111с.
19. Роль комплексообразователей в средствах бытовой химии [Электронный ресурс] // RUHIM.RU - информационный портал по бытовой химии. URL: <http://www.ruhim.ru/article/kompleksoobrazovatel.htm> (дата обращения: 20.05. 2018)
20. Дашко И.В. Влияние комплексонов на межфазные явления в моющем процессе: Автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. хим. наук (02.00.11). – Москва, 2009. – 24 с.
21. Буканова Е.Ф., Лапшин А.А., Чупарин И.И. Адсорбция солей жесткости и ПАВ на хлопчатобумажной ткани. // Тонкие химические технологии. 2015. Т.10. №2. С. 47–52
22. Фильчакова С.А. Факторы, определяющие выбор моющих средств. // Сыроделие и маслоделие. 2009. №1. С. 6 –8
23. Средства для очистки и ухода в быту. Химия, применение, экология и безопасность потребителей / Под ред. Г. Хауталья, Г. Вагнера. М.: Косметика и медицина, 2007. 440 с.
24. Рабинович В.А., Хавин З.Я. Краткий химический справочник. СПб.: Химия, 1994. 432 с.

25. ГОСТ Р 50346-92. Неионогенные поверхностно-активные вещества, полученные на основе окиси этилена и смеси неионогенных поверхностно-активных веществ. Определение температуры помутнения. Введ. 1994-01-01. М.: «Издательство стандартов», 1993. 9с.
26. ГОСТ Р 50550-93. Товары бытовой химии. Метод определения показателя активности водородных ионов (рН). Введ. 1994-01-01. М.: Издательство стандартов, 1993. 4 с.
27. ГОСТ 18995.1-73. Продукты химические жидкие. Методы определения плотности. Введ. 1974-07-01. М.: ИПК Издательство стандартов, 1998. 4с.
28. ООО «СамХимТрейд» [Электронный ресурс] // Сайт компании. URL: <https://www.ximtek.ru/> (дата обращения: 26.05.2018)
29. «ХИМИТЭКС»: производство профессиональных моющих, чистящих и дезинфицирующих средств [Электронный ресурс]// Сайт ООО «ХИМИТЭКС». URL: <http://himitek.ru/> (дата обращения: 26.05.2018)
30. Производство полного комплекса средств для агропромышленности [Электронный ресурс]// Сайт ООО "МИКСЭМ". URL: <http://mixem.pro/> (дата обращения: 26.05.2018)
31. «NovelHim»: лаборатория промышленной чистоты [Электронный ресурс]// Сайт «NovelHim». URL: <http://www.novelhim.ru/about/> (дата обращения: 26.05.2018)
32. «Гигиена мед»: производственная компания [Электронный ресурс] // «Гигиена мед». URL: [https:// http://www.gmed.ru/](https://http://www.gmed.ru/) (дата обращения: 26.05.2018)
33. «Vortex»: производственная компания [Электронный ресурс] // «Vortex». URL: <https://pk-vortex.ru/> (дата обращения: 26.05.2018)
34. «Биоветзащита» [Электронный ресурс] // Сайт компании. URL: <http://www.biovetzashita.ru/> (дата обращения: 26.05.2018)
35. «Технология чистоты» [Электронный ресурс] // Сайт компании. URL: <http://gryazi.net/> (дата обращения: 26.05.2018)

ПРИЛОЖЕНИЕ



ООО «ГРАНДЕЗ»

308013, г. Белгород, ул. Макаренко, д. 12 а

Tel. (4722) 23-26-39

e-mail: grandez@list.ru

«22» мая 2018 год

Акт о проведении тестовой мойки
моющими средствами производства завода ООО «Плантахим»

Настоящий акт составлен о том, что на производственной площадке
ООО «МПС Агро-Белгород»
были проведены тестовые испытания линейки моющих средств:

1. Моющее средство ЩМ Б 1
 - Тип оборудования, материал нержавеющая сталь, пластик, столы для обвалки
 - Метод мойки запенивание
 - Характер загрязнений жир, кровь
 - Концентрация рабочего раствора 25-3%
 - Температура воды 30-40°C
 - Экспозиция 20 мин
 - Характеристика смывания с поверхности рабочий раствор не задерживается на поверхности.
 - Результаты мойки отрицательные.
 - Заключение: Рабочий раствор (пена) сползает с поверхности. Мыровые пленки не расщепились в нужный эржект.
2. Моющее средство КСМ Б 1
 - Тип оборудования, материал нержавеющая сталь, пластик, столы для обвалки
 - Метод мойки запенивание
 - Характер загрязнений цвестиловый налет
 - Концентрация рабочего раствора 3%
 - Температура воды 30-40°C
 - Экспозиция 15-20 мин
 - Характеристика смывания с поверхности
 - Результаты мойки отрицательные
 - Заключение: Рабочий раствор (пена) сметался по дну. Смывается с поверхности плохо требует двойного смыва.
3. Моющее средство ЩМ Б 2
 - Тип оборудования, материал нержавеющая сталь, пластик, столы для мыловки
 - Метод мойки запенивание
 - Характер загрязнений жир, кровь
 - Концентрация рабочего раствора 25%
 - Температура воды 30-40°C
 - Экспозиция 15 мин
 - Характеристика смывания с поверхности не требует дополнительного времени для смыва.
 - Результаты мойки
 - Заключение: Рабочий раствор (пена) сметался, на поверхности лежит и стекает медленнее. Запах свежий. Имеет обесцвечивающий эржект.
4. Моющее средство КСМ Б 2
 - Тип оборудования, материал нержавеющая сталь, пластик, столы для мыловки
 - Метод мойки запенивание
 - Характер загрязнений цвестиловый налет
 - Концентрация рабочего раствора 3%
 - Температура воды 30-40°C
 - Экспозиция 15 мин
 - Характеристика смывания с поверхности Смыв с поверхности без всяких усилий.
 - Результаты мойки

- Заключение: Коричная суспензия, устойчивая пена. После обработки плоской поверхности (мойка для фарфоров) приобрела вид «новой» блестящ.

5. Моющее средство

- Тип оборудования, материал _____
- Метод мойки _____
- Характер загрязнений _____
- Концентрация рабочего раствора _____
- Температура воды _____
- Экспозиция _____
- Характеристика смывания с поверхности _____
- Результаты мойки _____
- Заключение: _____

6. Моющее средство

- Тип оборудования, материал _____
- Метод мойки _____
- Характер загрязнений _____
- Концентрация рабочего раствора _____
- Температура воды _____
- Экспозиция _____
- Характеристика смывания с поверхности _____
- Результаты мойки _____
- Заключение: _____

Вывод:

Подписи:

Представители принимающей стороны:

Касальник У.В.
(должность, подпись, расшифровка)

Бузин Д.В.
(должность, подпись, расшифровка)

Представители ООО «ГранДез»

Хишик-Мельникова
(должность, подпись, расшифровка)

Юмешкина Е.В.
(должность, подпись, расшифровка)

