

На правах рукописи

Чудинова Наталия Николаевна

**Синтез и коллоидно-химические
характеристики косметических эмульсий,
стабилизированных смесями ПАВ**

(02.00.11 – Коллоидная химия)

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата химических наук

Москва – 2014

Работа выполнена на кафедре коллоидной химии Российского химико-технологического университета им. Д.И. Менделеева

Научный руководитель:

кандидат химических наук
Киенская Карина Игоревна,
доцент кафедры коллоидной химии
Российского химико-технологического
университета имени Д.И. Менделеева

Официальные оппоненты:

доктор химических наук
Волков Виктор Анатольевич,
профессор кафедры физической и
коллоидной химии
Московского государственного
Университета дизайна и технологии

кандидат химических наук
Шиц Леонид Александрович,
старший научный сотрудник, научный
консультант ООО «Крелан»
(Малое инновационное предприятие при
ИНЭОС РАН)

Ведущая организация:

ФГБОУ ВПО «Российский университет
дружбы народов»

Защита состоится 14 октября 2014 г. на заседании диссертационного совета
Д 212.204.11 в РХТУ им. Д.И. Менделеева (125047, Москва, Миусская площадь,
д.9) в 14:00 в конференц – зале (ауд.443).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-библиотечном центре
РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Автореферат диссертации разослан « » 2014 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета
Д 212.204.11



Мурашова Н.М

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. Эмульсии представляют собой один из самых распространенных видов косметической продукции. Они являются основой для различных кремов, косметического молочка, некоторых бальзамов, крем-красок для волос, витаминных комплексов и т.д. Такое многообразие эмульсионных форм обусловлено их специфическими свойствами, такими как возможностью сочетания в себе масляной и водной фазы, возможностью введения различных активных компонентов, а также высокими потребительскими качествами – хорошей впитываемостью, легким распределением по коже, увлажняющей способностью и пр. Особенный сегмент в настоящее время занимают средства, проявляющие кроме косметических, еще и дополнительные свойства – антибактериальные, ранозаживляющие, дезинфицирующие, солнцезащитные и ряд других.

Постоянно развивающийся рынок косметической продукции требует от производителей все новых и оригинальных решений, нацеленных на высокое качество продукции, повышенные потребительские характеристики, оригинальный внешний вид и доступную цену. Разработка новых рецептур зачастую базируется на импортном сырье, представляющим собой, как правило, сразу комплексный полуфабрикат, компонентный состав которого является секретом фирмы-производителя. Подбор отечественного аналога представляет собой непростую задачу, требующий большого и трудоемкого эксперимента. Кроме этого, и получение конечного продукта с заданными характеристиками зачастую базируется на экспериментальном подходе, т.е. проведении большого числа предварительных пробных опытов и выборе лучшего состава.

Разработка научно-обоснованного подхода, основанного на знании коллоидно-химических свойств, как исходных компонентов, так и конечной продукции, нахождении взаимосвязи между ними открывает широкие возможности для создания новых рецептур без необходимости проведения большого числа предварительных экспериментов, для прогнозирования свойств конечной продукции. Под коллоидно-химическими свойствами в данном случае следует понимать характеристики растворов ПАВ-стабилизаторов (величины поверхностной активности на границе жидкость-газ и жидкость-жидкость, посадочных площадок, максимальной гиббсовской адсорбции и т.д.) и

характеристику масляной фазы (величина межфазного натяжения на границе вода-масло). Нахождение взаимосвязи между коллоидно-химическими свойствами компонентов и коллоидно-химическими закономерностями, обуславливающими свойства конечного продукта, позволит предложить научно-обоснованный подход к разработке новых рецептур.

Цель работы заключалась в установлении некоторых коллоидно-химических закономерностей синтеза косметических эмульсий и выявлении взаимосвязи между коллоидно-химическими свойствами исходных компонентов и характеристиками конечной композиции - размерами капель, распределением капель по размеру, электрокинетическими свойствами и реологическим поведением.

Для достижения поставленной цели необходимо решение следующих задач:

- подобрать стабилизатор, состоящий из смеси ПАВ; определить основные коллоидно-химические свойства ПАВ и их смесей, а также поведение индивидуальных ПАВ и их смесей на границах раздела жидкость-газ и жидкость-жидкость;
- оценить полярность масляной фазы, базируясь на величине межфазного натяжения на границе жидкость-жидкость;
- отработать методику получения агрегативно устойчивых модельных эмульсий и исследовать их основные коллоидно-химические характеристики;
- установить взаимосвязь между характеристиками исходных компонентов и свойствами конечной композиции.

Научная новизна. Выявлены основные коллоидно-химические закономерности синтеза косметических эмульсий, стабилизированных смесями анионного и неионогенного ПАВ. Показано, что в исследуемых смесях наблюдается синергетический эффект при пятикратном избытке ионного ПАВ. Установлена взаимосвязь между коллоидно-химическими характеристиками исходных ПАВ – стабилизаторов, структурообразователя, масляной фазы и свойствами конечной эмульсионной композиции. Определены коллоидно-химические свойства растворов индивидуальных ПАВ и их смесей – величины поверхностной активности на различных границах раздела фаз, посадочных площадок, параметры взаимодействия при различных соотношениях, значения

ККМ. Установлены основные коллоидно-химические характеристики модельных эмульсий – размеры капель, распределение капель по размерам, степень полидисперсности. Определено значение дзета-потенциала капель. Показано, что реологическое поведение конечной эмульсии хорошо описывается моделью Куна, рассчитано значение прочности единичного контакта. На основе совокупности полученных данных создана антибактериальная композиция, содержащая наночастицы оксида цинка и металлического серебра, удовлетворяющая современным требованиям.

Практическая ценность. Предложен способ получения косметических эмульсий, базирующийся на знании основных коллоидно-химических характеристик исходного сырья. Показана возможность подбора масляной фазы на основе величин межфазного натяжения вода-масло. Отработаны основные стадии процесса получения косметических эмульсий, обладающих антибактериальными свойствами.

Апробация работы. Результаты диссертации представлены на международных и всероссийских конференциях, в том числе на конференциях: III-я Всероссийская молодежная конференция с элементами научной школы «Функциональные наноматериалы и высокочистые вещества»; XXV-th International Symposium of Physicochemical Methods of Separation «Ars Separatoria»; IV International Conference on Colloid Chemistry and Physicochemical Mechanics dedicated to the centennial of discovery of micelles; неоднократно обсуждались на заседаниях кафедры коллоидной химии Российского химико-технологического университета имени Д. И. Менделеева.

Публикации: По теме диссертации опубликовано 3 статьи в журналах рекомендованных ВАК, 3 тезиса докладов на научно-технических конференциях.

Структура и объем работы: диссертационная работа состоит из введения, обзора литературы, характеристики объектов и методов исследования, обсуждения результатов эксперимента и выводов. Работа изложена на 133 страницах машинописного текста, содержит 42 рисунка и 15 таблиц. Список цитируемой литературы содержит 181 наименование.

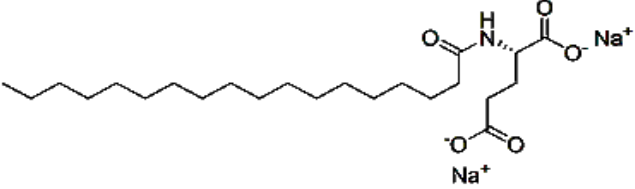
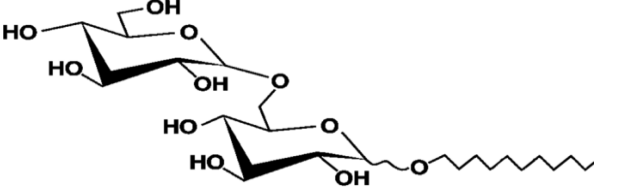
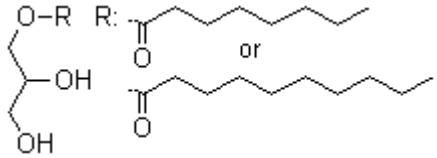
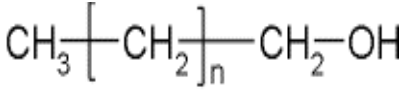
ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность работы, сформулирована цель и задачи исследования. Представлена научная новизна, актуальность и практическая значимость работы.

В литературном обзоре на базе современных представлений, опубликованных в открытой печати, рассмотрены состав и свойства косметических композиций. Описаны способы стабилизации эмульсионных систем при помощи ПАВ. Представлены факторы устойчивости эмульсионных систем и косметических композиций, в частности. Приведены реологические модели, позволяющие описать поведение эмульсионных систем. Показано, что с точки зрения коллоидной химии косметические эмульсии исследованы недостаточно.

В разделе «объекты и методы исследования» представлены основные характеристики исходных соединений (таблица 1) и перечислены методы исследования. Определение поверхностного натяжения проводилось методом отрыва кольца и методом «висячей капли» на приборе DSA 20E KRUSS GmbH (Германия), межфазное натяжение измерялось при помощи сталагмометра. Определение размеров капель эмульсий осуществлялось при помощи оптических микроскопов Olympus BX51 и Nikon eclipse E200, снабженных цифровыми камерами Color View II, подключёнными к компьютеру. Электрокинетические исследования проводили, используя метод макро- и микро-электрофореза. Оценка реологических свойств косметических эмульсий проводилась на ротационном вискозиметре RHEOTEST 2, работающем в режиме постоянной скорости деформации. Пенообразующую способность растворов ПАВ определяли по методу Росса–Майлса. Микробиологические исследования проводились для четырех микроорганизмов: *Candida albicans*, *Esherichia coli*, *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas aeruginosa*.

Характеристика объектов исследования

Структурная формула и Основные характеристики	
 <p>Стеароилглутамат натрия (торговое название Eumulgin SG) – анионное ПАВ (АПАВ) - белый сыпучий порошок, растворимый в воде. Молекулярная масса $M \sim 435$ г/моль. Плотность $\rho(20^\circ\text{C}) = 953$ кг/м³.</p>	 <p>Алкил (C₈-C₁₆) глюкозид (торговое название - Plantacare 818 Up) – неионное ПАВ (НПАВ) - вязкая непрозрачная жидкость, растворимая в воде. Молекулярная масса $M \sim 390$ г/моль. Плотность $\rho(20^\circ\text{C}) = 860$ кг/м³.</p>
 <p>Каприловый/каприновый триглицерид (торговое название Myritol 312) – прозрачное, слегка желтоватое полярное масло без запаха. Практически нерастворимо в воде. Плотность $\rho(20^\circ\text{C}) = 943-950$ кг/м³.</p>	 <p>Цетеариловый спирт (торговое название Lanette O) –структурообразователь - белое воскообразное вещество. Молекулярная масса $M \sim 260$ г/моль.</p>

В разделе «результаты экспериментов и их обсуждение» приводится и обсуждается совокупность полученных в результате проведенных экспериментов данных.

Выбор масляной фазы при получении модельных эмульсий базировался на сопоставлении результатов по растекаемости и величинам межфазного натяжения на границе вода-масло.

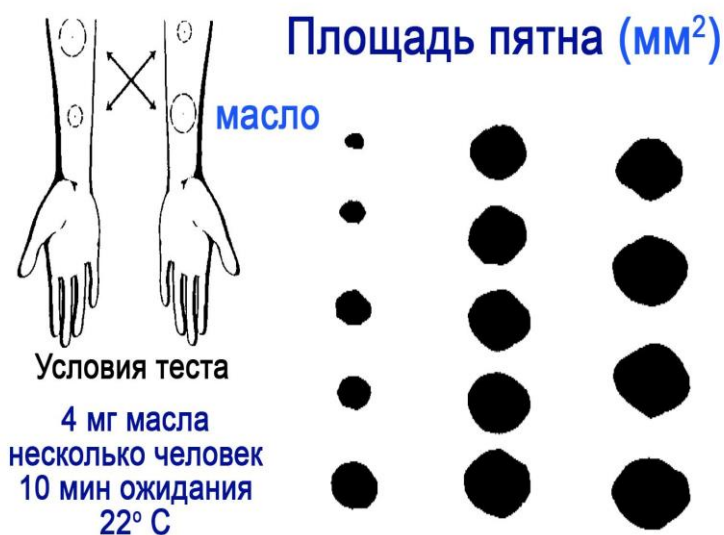


Рис. 1. Определение растекаемости по методу Зейдлера*

*Neuwald F. Fette, Sellen, Anstrichmittel./ F. Neuwald, K. Fettig, A. Szanall. – 1962. – 64. – 465.

Далее измеряется площадь растекшегося пятна и делается вывод о растекаемости. Чем больше площадь пятна, т.е. выше показатель растекаемости, тем полярнее масло.

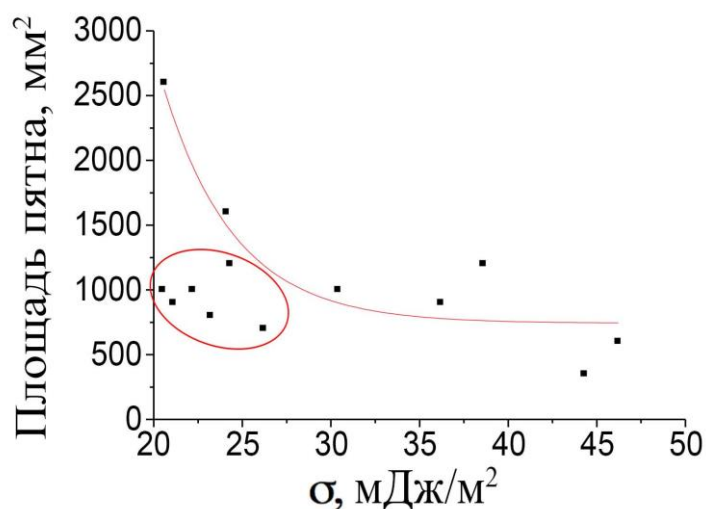


Рис.2. Зависимость параметра растекаемости от величины межфазного натяжения.

Выделенная на рисунке область относится к высоколетучим маслам, для которых методика определения растекаемости не совсем корректна. На основании совокупности

проведенных исследований в качестве масляной фазы был выбран выбран Каприловый/каприновый триглицерид (Myritol 312) – полярное масло, с низким межфазным натяжением на границе вода-масло, относительно дешевое, доступное и широко применяемое в производстве косметических композиций.

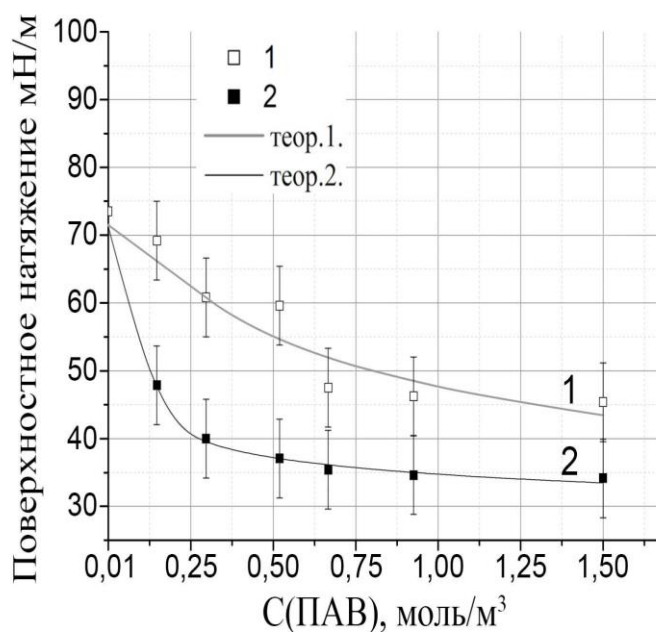


Рис. 3. Изотермы межфазного натяжения АПАВ (1) и НПАВ(2).

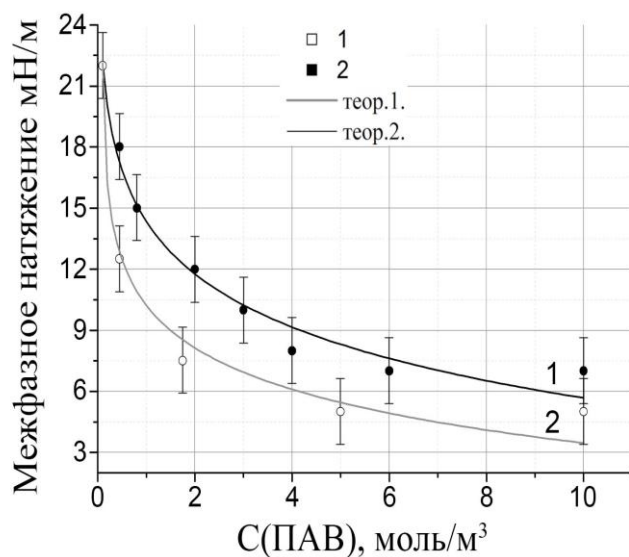


Рис. 4. Изотермы межфазного натяжения АПАВ(1) и НПАВ(2).

Для стабилизации масляной фазы были выбраны два ПАВ-анионное - стероилглутамат натрия (АПАВ) и неионное – алкилглюкозид (НПАВ). Выбор данных соединений обусловлен, во-первых, тем, что они представляли собой индивидуальное соединения, а не смеси, как зачастую используемые в технологии косметических средств, и, во-вторых, тем, что каждое из указанных ПАВ уже использовалось при производстве косметических композиций. Поскольку данные о коллоидно-химическом поведении выбранных соединений немногочисленны, было проведено комплексное исследование адсорбции этих ПАВ как на границе раствор-воздух, так и на границе раствор-масло. Соответствующие изотермы поверхностного и межфазного натяжения представлены на рисунках 3 и 4.

Математическая обработка изотерм по уравнению Шишковского, представленного в виде функции $y = a - b \cdot \ln(x + c)$, дает возможность рассчитать параметры адсорбционных слоев молекул ПАВ (таблица 2). Анализируя данные таблицы,

можно сделать вывод о том, что, во-первых, неионное ПАВ обладает большей адсорбционной способностью, чем анионное на двух рассмотренных границах раздела фаз (что связано, по-видимому, с худшей растворимостью НПАВ в водной фазе) и, во-вторых, что адсорбционные слои на границе раздела фаз раствор-масло более разряженные, чем на границе раствор-воздух. Последнее можно объяснить как стерическими затруднениями, так и сольватацией поверхностного слоя.

Таблица 2.

Параметры адсорбционных слоев АПАВ и НПАВ на различных границах фаз

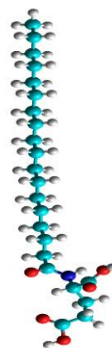
ПАВ	Границы раздела фаз						ККМ*, моль/м ³
	Раствор-воздух				Раствор-масло		
	g, мДж·м/моль	A _∞ , моль/м ²	s ₀ , нм ²	δ, нм	A _∞ , моль/м ²	s ₀ , нм ²	
АПАВ	3,5	7,5·10 ⁻⁶	2,21	3,4	2,0	8,9	4,15
НПАВ	7,5	25,5·10 ⁻⁶	0,65	13,5	4,5	1,1	1,13

* величины ККМ определялись в водной фазе кондуктометрически и по изотермам поверхностного натяжения, при выходе кривой на плато.

Для математического моделирования поведения молекулы и моделирования строения предполагаемого адсорбционного слоя на поверхности раздела раствор-воздух была использована программа Hyperchem¹, а также рентгенографические литературные данные для некоторых органических кислот (таблица 3).

Таблица 3.

*Некоторые характеристики стеариновой и глутаминовой кислот**

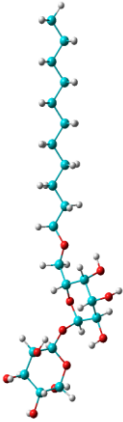
Кислота	Длина молекулы, Å	Объем молекулы, Å ³	Молекула АПАВ, 
Стеариновая	22,9	1100,91	
Глутаминовая	6,78	432,71	
Стеароилглутамат**	28,4	1428	

Сопоставляя результаты расчетов с данными адсорбционных измерений, можно считать, что они хорошо согласуются между собой. Величины толщина адсорбционного слоя ($\delta = 3,4$ нм) и длины молекулы $l = 28,4$ Å близки между собой. Более того, если из объема молекулы глутаминовой кислоты оценить площадь, занимаемую полярной группой, считая ее сферической, то получится $2,8$ нм², что практически совпадает с величиной посадочной площадки $s_0 = 2.2$ нм². Таким образом, можно предполагать, что молекула АПАВ на границе раздела раствор-воздух располагается практически перпендикулярно поверхности, как показано в последнем столбце таблицы 3.

Расчеты, аналогичные представленным выше, были проведены и алкилглюкозида – НПАВ. В таблице 4 приведены расчетные величины, как целой молекулы, так и гидрофильной части (дисахаридной), и гидрофобной части (алкильного радикала C12).

Таблица 4.

Некоторые расчетные характеристики алкилглюкозида НПАВ

Кислота	Длина молекулы, Å	Объем молекулы, Å ³	Молекула НПАВ,
Гидрофильная часть	10,53	766,28	
Гидрофобная часть	14,32	-	
Алкилглюкозид	24,8	1413	

*-<http://www.hyper.com/Products/HyperChemProfessional/tabid/360/Default.aspx>

** - результаты расчета программы.

¹-Автор выражает благодарность заведующему кафедры квантовой химии РХТУ им. Д.И Менделеева, проф., д. физ-мат. наук В.Г.Цирельсону и доценту кафедры, к.х.н. М.Ф.Боборову за консультации и помощь в проведении квантово-механических расчетов.

Сопоставляя результаты расчетов с адсорбционными измерениями, приходится констатировать тот факт, что в данном случае (для молекулы НПАВ)

нет хорошей сходимости, как для молекулы АПАВ. Толщина адсорбционного слоя ($\delta = 7,5$ нм) практически в 3 раза превышает рассчитанную длину молекулы $l = 24,8$ Å; а экспериментально определенная посадочная площадка $s_0 = 0,65$ нм² существенно ниже рассчитанной. По-видимому, можно предположить, что на границе раздела фаз адсорбируются ассоциаты, состоящие из 3-х молекул НПАВ и образованные за счет водородных связей.

Изучение синергетического эффекта между молекулами АПАВ и НПАВ проводилось на границе раствор-масло, поскольку адсорбция именно на этой границе играет основную роль при стабилизации масляных капель в эмульсионных системах. На рисунке 5 приведены изотермы межфазного натяжения смеси АПАВ и НПАВ в различных мольных соотношениях (суммарная концентрация ПАВ 6 моль/м³). Как и в предыдущих случаях, они были обработаны в соответствии с уравнением Шишковского. Величина константы уравнения Шишковского может дать дополнительную информацию о коллоидно-химическом поведении смеси ПАВ на межфазной границе. Данная константа, являясь константой адсорбционного равновесия, может косвенно характеризовать межмолекулярные взаимодействия в смешанных адсорбционных слоях (таблица 5).

Таблица 5.

Параметры межмолекулярного взаимодействия

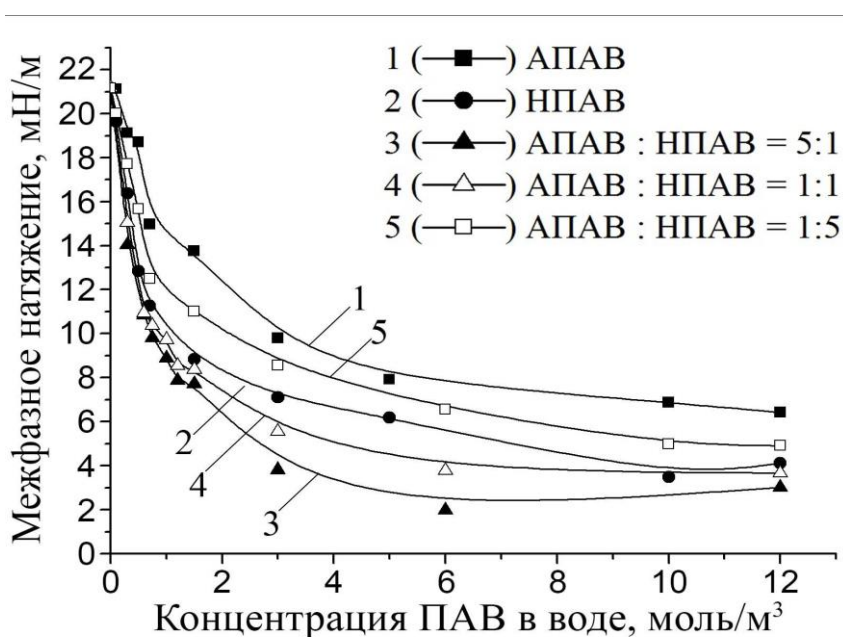


Рис. 5. Изотермы межфазного натяжения при разных соотношениях ПАВ. (погрешность не превышает 7-8%)

Соотношения АПАВ:НПАВ (моль/моль)	K , м ³ /моль
Р-р АПАВ	1,0
Р-р НПАВ	15
5:1	20
1:1	6
1:5	10
Величина параметра β	
5:1	-4,73

Максимальная величина константы соответствует как раз тому соотношению АПАВ:НПАВ = 5:1, при котором изотерма располагается ниже всех остальных, что косвенно свидетельствует о межмолекулярных взаимодействиях в смешанном адсорбционном слое. Об этом же свидетельствует и отрицательное значение параметра β , рассчитанного согласно термодинамическому подходу Рубина.

Интересно отметить, что величина посадочной площадки, рассчитанная по величине предельной адсорбции в смешанном монослое при этом соотношении 5:1, составляет $1,3 \text{ нм}^2$, что близко по величине посадочной площадке индивидуального НПАВ на границе вода - масло ($s_0 = 1,1 \text{ нм}^2$). Это позволяет предположить то, что, либо межфазный слой состоит практически из молекул НПАВ, что маловероятно, либо молекула АПАВ, «вплетена» в молекулу НПАВ за счет водородных связей, образование которых не исключает химическая структура обеих молекул. Учитывая все вышесказанное, все дальнейшие исследования были проведены именно при данном соотношении АПАВ:НПАВ = 5:1.

Для подбора концентрации масляной фазы, которая может быть стабилизирована данной смесью ПАВ, при получении модельной эмульсии была изучена стабильность ряда композиций (рисунки 6 и 7).



Рис. 6. Зависимость времени расслоения модельных эмульсий от концентрации масла: 1 - АПАВ; 2 – НПАВ. $[\text{ПАВ}] = 6 \text{ моль/м}^3$

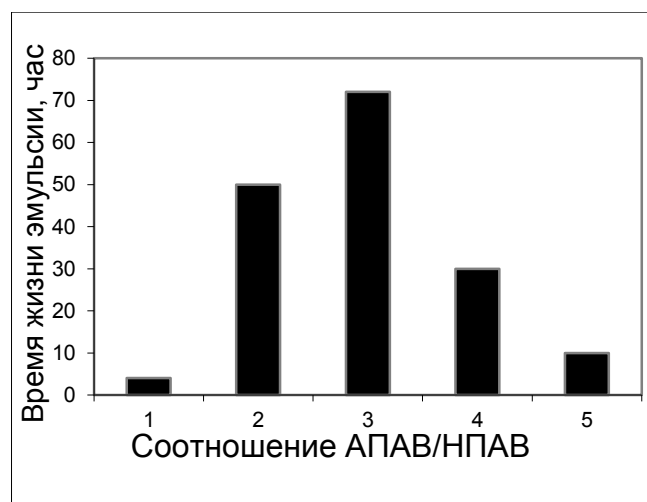


Рис. 7. Зависимость времени жизни 6% эмульсии от соотношения ПАВ: 1 – НПАВ; 2 – 1:5; 3 – 5:1; 4 – 1:1; 5 – АПАВ.

По-видимому, стабильность эмульсии при одном и том же постоянном содержании ПАВ обусловлена несколькими факторами. Так, при низкой

концентрации масляной фазы (до 6 % об.) вязкость эмульсии недостаточно велика, и гидростатический фактор устойчивости не обеспечивает стабильность системы в целом. При достижении содержания масляной фазы 6 % об. и выше вязкость композиции заметно увеличивается, что и приводит к образованию устойчивой эмульсии. В случае АПАВ время жизни эмульсии заметно выше из-за дополнительного электростатического фактора стабилизации, т.е. образования ДЭС на каплях масла. Учитывая максимальное время жизни эмульсий, для дальнейших исследований была выбрана концентрация масляной фазы – 6% масс. Дальнейшие эксперименты показали, что заметно повысить время жизни эмульсии возможно, если стабилизировать ее смесью ПАВ – анионного и неионного. При ранее установленном соотношении АПАВ:НПАВ = 5:1, при котором максимально проявляется синергетический эффект, наблюдается и максимальное стабилизирующее действие (**рисунок 7**).

В таблице 6 сведены основные характеристики полученных эмульсий.

Таблица 6.

Дисперсный состав эмульсий, стабилизированных различными ПАВ.

(Концентрация масляной фазы постоянна и составляет 6 % масс.).

Соотношение ПАВ ([ПАВ] = 6 моль/м ³)	d _н , мкм	П	Время жизни, час
индивидуальный АПАВ	20	7	10
индивидуальный НПАВ	25	15	4
АПАВ:НПАВ= 1:1	20	12	30
АПАВ:НПАВ = 5:1	19	4	72
АПАВ:НПАВ = 1:5	20	10	50

Сопоставляя между собой данные этой таблицы, интересно отметить, что в зависимости от природы стабилизатора существенно меняется время жизни эмульсии, а также степень полидисперсности (П), в то время как наивероятнейший радиус(d_н) изменяется слабо и колеблется в пределах 20-25 мкм.

Дополнительной характеристикой, характеризующей агрегативную устойчивость эмульсии, является величина ζ-потенциала (**рисунок 8**).

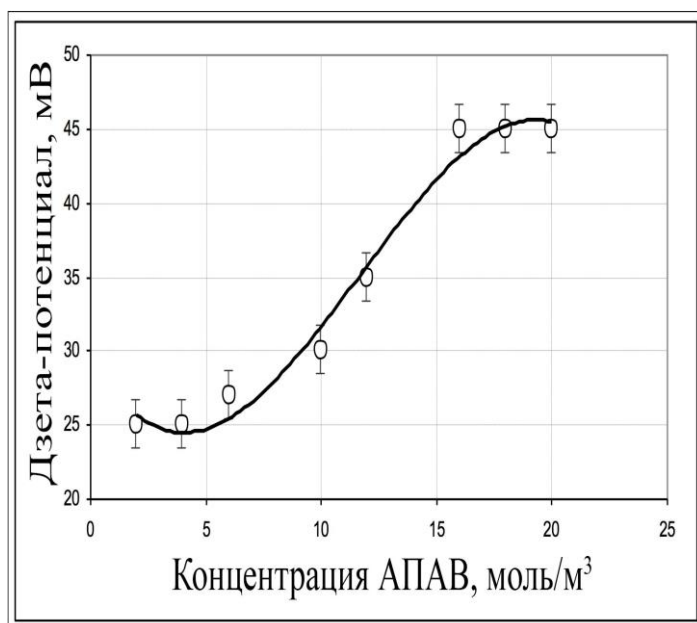


Рис. 8. Зависимость ζ -потенциала капель от концентрации АПАВ.

Выход на плато этой зависимости после 45 мВ обусловлен, по-видимому, окончанием процесса адсорбции АПАВ на межфазной границе. Действительно, увеличение ζ -потенциала до 45 мВ позволяет повысить время жизни модельной эмульсии, т.е. при содержании АПАВ в модельной эмульсии 15 моль/м³ время ее жизни достигает несколько недель.

Для того, чтобы увеличить время жизни эмульсии до месяца и более, было принято решение о введении дополнительного структурообразователя – цетеарилового спирта. Предварительными опытами было установлено, что до концентрации 3% масс. масляные растворы цетеарилового спирта проявляют ньютоновское поведение. При достижении концентрации 3,5 % масс. растворы начинают проявлять псевлопластическое поведение с выраженным пределом текучести по Бингаму. Для модельной эмульсии, содержащей 6% масляной фазы, смешанного стабилизатора (АПАВ:НПАВ = 12 моль/м³ при соотношении 5:1) и 3,5 % масс. структурообразователя было установлено, что реологическое поведение наиболее удачно описывается реологической моделью Куна. Прочность единичного контакта, рассчитанная по данной модели, составляет $6,32 \cdot 10^{-7}$ Н. Столь завышенная величина может быть объяснена тем, что, во-первых, размер капель достаточно велик (20 мкм), а, во-вторых, по-видимому, каждая капля масла окружена прочной оболочкой из структурообразователя.

С ростом концентрации АПАВ величина ζ -потенциала плавно возрастает и при рабочей концентрации АПАВ = 6 моль/м³ не превышает 30 мВ. Такое невысокое значение не может обеспечить агрегативную устойчивость эмульсий только за счет электростатического фактора, что приводит к довольно быстрому расслоению эмульсии.

Таким образом, проведенные исследования позволили отработать методику получения модельной эмульсии и установить ее основные коллоидно-химические характеристики. На заключительном этапе представляло интерес получить косметическую композицию, обладающую определенными потребительскими характеристиками. В качестве биологических добавок для придания композициям антибактериальных свойств было решено вводить в системы наночастицы оксида цинка и металлического серебра. Отдельно готовится водная фаза, содержащая смесь ПАВ в определенных соотношениях, в данном случае - АПАВ:НПАВ = 5:1. Отдельно, в масло добавляется структурообразователь, в количестве 3% масс. Масляный раствор нагревается до 70° до полного растворения цетеарилового спирта.

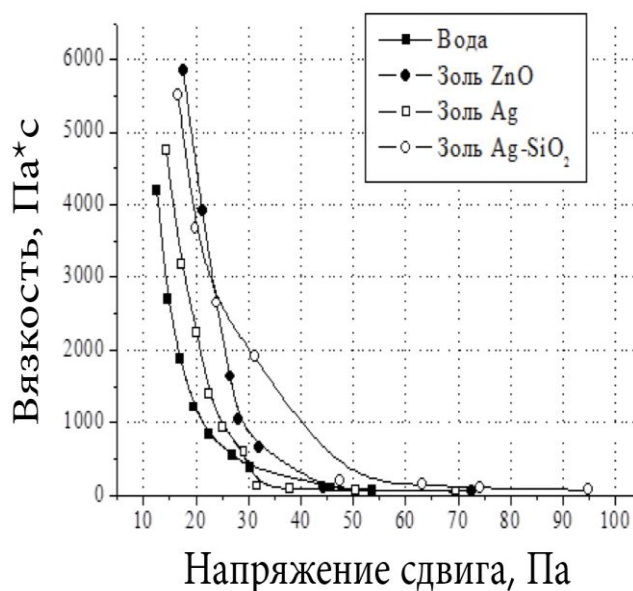


Рис. 9. Кривые вязкости для косметических кремов, содержащих наночастицы оксида цинка и металлического серебра.

Таблица 7. Базовая рецептура косметической композиции, содержащей оксид цинка		
Фаза	Наименование	Массовая доля, %
1	Золя оксида цинка + вода	До 100 %
	Emulgin SG	0,46
	Plantacare 818 UP	0,15
2	Lanette O	3
	Myritol 312	6

Далее при той же температуре водная и масляная фазы совмещаются и гомогенизируются.

В результате, после охлаждения до комнатной температуры формируется стабильная прямая эмульсия, устойчивая к действию следующих микроорганизмов *Candida albicans*, *Esherichia coli*, *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas aeruginosa*.

Полученные композиции были устойчивы в течение года и более, обладали псевдопластическим поведением (**рисунок 9**), хорошо распределялись по коже и впитывались.

ВЫВОДЫ

1. Определены основные характеристики анионного (стеароилглутамат натрия) и неионного (алкил (C_8-C_{16}) глюкозида) ПАВ. Обнаружено, что величины ККМ в воде равны $4,15 \text{ моль/м}^3$ и $1,13 \text{ моль/м}^3$, соответственно. Установлено, что при соотношении АПАВ/НПАВ = 5:1 в водной фазе явление синергизма проявляется максимально, при этом величина параметра взаимодействия составляет $\beta = - 4.73$, что свидетельствует о сильном межмолекулярном притяжении между молекулами ПАВ в адсорбционном слое.
2. Отработана методика получения прямой эмульсии, стабилизированной смесью анионного и неионного ПАВ и выявлено, что наибольшая агрегативная устойчивость эмульсии наблюдается при концентрации масляной фазы 6% об. Обнаружено, что в зависимости от соотношения АПАВ/НПАВ существенно меняется время стабильности эмульсии, а также степень полидисперсности, в то время как наивероятнейший радиус изменяется слабо и колеблется в пределах 15-25 мкм. При соотношении АПАВ/НПАВ = 5:1 определено значение ζ -потенциала капель, которое составило -45 мВ.
3. Определена величина критической концентрации структурообразования (ККС) цетеарилового спирта в полярном масле (каприловый/каприновый триглицерид), которая равна $0,08 \text{ моль/л}$. Показано, что масляные растворы этого ПАВ в широком интервале концентраций проявляют ньютоновское поведение при повышенных температурах (70°C), а при комнатной температуре – псевдопластическое поведение наблюдается, начиная с 3,5 % масс.
4. Установлено, что реологическое поведение 6% прямой модельной эмульсии, стабилизированной смесью ПАВ при соотношении АПАВ/НПАВ = 5:1, хорошо описывается моделью Куна. При этом величина прочности единичного контакта составляет $6,32 \cdot 10^{-7} \text{ Н}$.

5. На основании совокупности проведенных исследований разработана рецептура антибактериальной косметической эмульсии, содержащей наночастицы оксида цинка и металлического серебра.

Основное содержание диссертации изложено в работах:

1. Калмыков А.Г., Кузовкова А.А., Киенская К.И., Назаров В.В., Сигал К.Ю., Чудинова Н.Н., Яровая О.В., Авраменко Г.В. Композиции различного назначения на основе гидрозолей оксида цинка и металлического серебра // Нанотехнологии и охрана здоровья. 2012. Т.4. - №2 (11). - с. 40-47.
2. Анучина А.С., Авраменко Г.В., Чудинова Н.Н., Тихонова Т.В., Киенская К.И. Учет некоторых коллоидно-химических закономерностей при разработке косметических кремов // Химическая промышленность сегодня. – 2012. - Т.8. - с. 40-49.
3. Кузовкова А.А., Махова Н.И., Ильюшенко Е.В., Чудинова Н.Н., Киенская К.И. Жилина О.В. Учет некоторых коллоидно-химических закономерностей при разработке рецептур косметических эмульсий // Научные ведомости Белгородского Государственного Ун-та. – 2013. - №3 (146). - Вып.22. - с.146-150.
4. Chudinova N.B., Kienskaya K.I., Avramenko G.V. Control of some colloid-chemical behaviors when developing cosmetic creams // Proc.of the XXV-th Int. Symp. on Physicochemical Methods of Separation “Ars Separatoria. - 2010. – S. 254-256, Poland, Torun.
5. Кузовкова А.А. Антибактериальные косметические композиции, содержащие наночастицы металлического серебра и оксида цинка. / Н.Н. Чудинова, А.А. Кузовкова, К.Ю. Сигал, К.И. Киенская. // III-я Всероссийская молодежная конференция с элементами научной школы «Функциональные наноматериалы и высокочистые вещества». Москва. – 2012. – с. 17-19.
6. Dremuk A.P., Makhova N.I., Chudinova N.N., Kienskaya K.I. Cosmetic emulsion formulations considering general principles of colloid chemistry// IV International Conference on Colloid Chemistry and Physicochemical Mechanics dedicated to the centennial of discovery of micelles: book of abstracts, IC-CCPCM. - 2013. Moscow. - 2013.- P. 383-384.