

**СӘТБАЕВ  
УНИВЕРСИТЕТІ**



**КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ имени К.И. САТПАЕВА  
ИНСТИТУТ ХИМИЧЕСКИХ И БИОЛОГИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИИ  
КАФЕДРА ХИМИЧЕСКОЙ И БИОХИМИЧЕСКОЙ ИНЖЕНЕРИИ**

**ЖАКСЫБАЕВ ЖОМАРТ**

**«СИНТЕЗ И РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА НОВОГО  
ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНОГО ВЕЩЕСТВА ИЗ СЫРЬЯ ПРИРОДНОГО  
ПРОИСХОЖДЕНИЯ»**

**ДИПЛОМНАЯ РАБОТА**

**5B072100– «ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ»**

**АЛМАТЫ 2020**

СӘТБАЕВ  
УНИВЕРСИТЕТІ



КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ имени К.И. САТПАЕВА  
ИНСТИТУТ ХИМИЧЕСКИХ И  
БИОЛОГИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ  
КАФЕДРА ХИМИЧЕСКОЙ И  
БИОХИМИЧЕСКОЙ ИНЖЕНЕРИИ

«Допущен к защите»  
Заведующий кафедрой  
\_\_\_\_\_ Елигбаева Г.Ж.

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

на тему: «Синтез и разработка технологии производства нового поверхностно-активного вещества из сырья природного происхождения»

5B072100 – «Химическая Технология Органических Веществ»

Выполнил выпускник

Жаксыбаев Ж.А.

Научный руководитель,  
д.х.н., профессор

Абдиев К.Ж.

АЛМАТЫ 2020

## РЕФЕРАТ

Жоба 36 бет, 7 сурет, 2 кесте, 27 формула, 14 Әдеби деректерден тұрады  
*Мәселенің өзектілігі:* Күнделікті тұрмыста пайдаланатын беттік активті заттардың (сабындардың) көп сандысы химикаттар. Бұлар адам терісіне өз зиянын тигізуде, сол себепті беттік-активті заттар (сабындар) алуда табиғи шикі заттарды қолдану, бұл адамдардың денсаулығына зиян тигізбеумен қатар ел экономикасымен, экологияға өз пайдасын тигізері анық. Сондықтан да тұрмыста табиғи өнімдерді қолданып денсаулығымыз бен экологияға көп көңіл бөлуіміз қажет.

*Жұмыстың мақсаты:* Сарқылмайтын табиғи шикізат қорынан беттік-активті (БАЗ) зат синтездеу және оны өндіру технологиясын жасау.

*Түйінді сөздер:* БАЗ(беттік активті заттар), жоғары карбон қышқылдары, глицерин, қалдық май.

*Зерттеу нысандары:* Күн бағыс майының қалдығы, және калий корбанаты.

*Зерттеу әдістері:* гидролиздеу, титірлеу, кондуктыметр ,спектрометр, ребиндердің манометрі.

*Алынған нәтижелер мен олардың практикалық маңыздылығы:* Жоғары карбон қышқыын алу үшін күнбағыс майының қалдығын концентрілі күкірт қышқылы қатысында гидролиздедім. Ал негіз ретінде табиғи өсімдік күлін пайландым. Нәтижесіже таза табиғи беттік-активті зат(сабын) алынды.

Ұсынылып отырған дипломдық жұмыстың практикалық маңызы бар.

Жұмыстағы қабылданған техникалық шешімдер экономикалық жағынан дәлелденіп, тиімділігі көрсетілді.

## РЕФЕРАТ

Проект состоит из 36 страниц, 7 рисунков, 2 таблиц, 27 формулы, 14 литературных данных.

*Актуальность проблемы:* большое количество поверхностно-активных веществ (мыла), используемых в повседневной жизни, являются химическими веществами. Они вредны для кожи человека, поэтому используют натуральное сырье для получения поверхностно-активных веществ (мыла), очевидно, что это не нанесет вреда здоровью людей и принесет пользу экономике и окружающей среде. Вот почему для нас важно уделять пристальное внимание нашему здоровью и экологии, используя натуральные продукты.

*Цель работы:* разработка технологии синтеза и получения сурфактанта из неокислого природного сырья.

*Ключевые слова:* ПАВ (поверхностно-активные вещества), высшие карбоновые кислоты, глицерин, остаточное масло.

*Объекты исследования:* остатки подсолнечного масла и карбонат калия.

*Методы исследования:* гидролиз, вибрация, хондокиметр, спектрометр, манометр ребума.

*Полученные экстракты и их практическое значение:* Для получения карбоновой кислоты я гидролизировал остаток подсолнечного масла в присутствии концентрированной серной кислоты. И в качестве основы я использовал натуральный пепел. В результате получается чистое натуральное поверхностно-активное вещество (мыло). Предлагаемая дипломная работа имеет практическое значение.

Технические решения, сделанные на работе, были проверены экономически и эффективно.

## ABSTRACT

The project consists of 36 pages, 7 figures, 2 tables, 27 photos, 14 literary texts.

*Actual problems:* the greatest number of subordinate assets that are used throughout life are chemicals. For those who are humane, they use natural raw materials to purchase natural raw materials, which is obviously the fact that it will bring health and health to the economy and the environment. We need to take care of our health and ecology using natural products

*Objective:* to develop a technology for the synthesis and production of surfactant from non-acidic natural raw materials.

*Keywords:* surfactants (surfactants), higher carboxylic acids, glycerin, residual oil.

*Objects of study:* the remnants of sunflower oil and potassium carbonate.

*Research methods:* hydrolysis, vibration, chondokimeter, spectrometer, rebum gauge

*The extracts obtained and their practical significance:* To obtain a carboxylic acid, I hydrolyzed the residue of sunflower oil in the presence of concentrated sulfuric acid. And as a basis, I used natural ash. The result is a pure natural surfactant (soap) The proposed thesis is of practical importance. Technical solutions made at work were tested economically and efficiently.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение	6
1 Основная часть	7
1.1 Поверхностно-активные вещества и их происхождение	7
1.2 Классификация и происхождение сола и множителей сола	12
1.3 Состав почвы, физико-химические свойства, технология экстракции	15
1.4 Использование натурального сырья при производстве с высоким содержанием углекислого газа	17
1.5 Извлечение щелочи из золы растений	21
1.6 Производство мыла из натурального сырья	23
2 Экспериментальная часть	26
2.1 Изготовление и расчет материального баланса	26
2.2 Идентификация полученного ПАВ методом ИК-спектроскопии	29
2.3 Моделирование (проектирование) процесса производства поверхностно-активного вещества (мыла) из технических масел с использованием программы ChemCad	29
2.4 Определение ПАВ методом потенциометрического титрования	31
2.5 Построение изотермы поверхностного натяжения водного раствора ПАВ	31
3 Расчет экономической эффективности производства ПАВ (мыла)	34
3.1 Преимущества полученных поверхностно-активных веществ	34
Заключение	35
Список литературы	36

## ВВЕДЕНИЕ

В ходе человеческого развития из-за разных потребностей многие вещи должны были быть созданы самой природой. В настоящее время ясно, что нас интересуют исследовательские проекты, последние разработки в других странах. Однако, если мы посмотрим на историю, казахская нация, как и все человечество, сделала достаточно в своей жизни, чтобы гордиться правильным использованием природы. Сегодня самое важное, что есть много важных и востребованных вещей. Наша нация уделяет особое внимание бережному отношению к природе и природным веществам. Они освоили способы получения предметов домашнего обихода, сочетая натуральные продукты, использовали продукты без отходов и постоянно. С древних времен наши предки передавали одну из основных наук химии в будущее, обучая ее из поколения в поколение, а также умению применять основные понятия химии в повседневной жизни. На сегодняшний день умение эффективно их использовать, учиться, использовать по мере необходимости повышает чувство гордости каждого молодого поколения своему народу и пробуждает стремление к изучению науки.

Некоторые из них сегодня забыты в нашем быту, один из них-мыльное дело, поэтому в рамках реконструкции этого искусства нашего народа, реклама полезных сторон натуральных продуктов и выход на рынок как натурального мыла-это долг подрастающего поколения.

Для приготовления мыла используется необходимое сырье из растительного пепла и остатков жидкого подсолнечного масла. Это сырье можно легко найти в Казахстане, поэтому стоимость продукта, то есть мыла, является доступной, потому что сырье доступно.

## 1 Основная часть

### 1.1 Поверхностно-активные вещества и их происхождение

Вещества, которые уменьшают поверхностное натяжение жидкостей, называются поверхностно-активными веществами (ПАВ), которые включают в себя органические кислоты, мыла, масла и другие вещи. Поверхностно-активные вещества представляют собой органические вещества с гидрофильными и гидрофобными компонентами с функциональными группами, такими как -ОН, -COOH, -O- (рисунок 1).

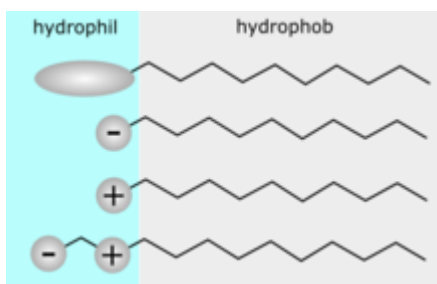


Рисунок 1 - Гидрофильные и гидрофобные компоненты поверхностно-активных веществ

Поверхностно-активные вещества адсорбируются на поверхности разделения жидкостей и газов или двух жидкостей, уменьшая их поверхностное натяжение. Молекулы поверхностно-активных веществ в основном состоят из заряженных и незаряженных (углеводородных) частей. Незаряженная часть представляет собой органический (углеводородный) радикал. По мере увеличения цепи органических радикалов поверхностно-активных веществ увеличивается поверхностная активность и уменьшается проницаемость для воды. Кроме того, они сильно изменяют свойства среды, отрицательно влияют на жизненные процессы. Дифильность молекул ПАВ, то есть наличие их в полярной (гидрофильной) и неполярной (липофильной, гидрофобной) частях - это уникальная особенность молекулы. В пределах нормального диапазона этой дифильности могут существовать тысячи функциональных комбинаций числа и размера видов и групп, что требует консолидации поверхностно-активных веществ. Важно отметить, что гидрофильная группа сгруппирована по иногенным свойствам, в связи с чем ПАВ делится на 5 групп:

1) Катионные поверхностно-активные вещества (катионно-активные) - ПАВ, который диссоциирует с образованием поверхностно-активных катионов. Первым катионным поверхностно-активным веществом была ациламиноэтилтриалкиламмониевая соль, которая была синтезирована в 1927 году и обладает дезинфицирующими свойствами. Основные соли аммония получают путем алкилирования третичных аминов метилхлоридом, диметилсульфатом и бензилхлоридом.

2) Анионные поверхностно-активные вещества (анион-активные) - сужаются в полярном эпителии путем образования анионных поверхностно-активных ионов. Анионные поверхностно-активные вещества являются наиболее широко производимыми в мире. Они составляют около 70% всех поверхностно-активных веществ. К ним относятся карбоновые кислоты и их соли, алкилсульфаты, алкилсульфонаты, алкиларилсульфонаты и т.д. К широко распространенным относятся калиевые и натриевые соли предельных жирных кислот.



3) Амфотерный ПАВ (амфолитический) - молекулы которого состоят из нескольких полярных групп и при диссоциации из-за внешних факторов (значение pH водного раствора) способна образовывать поверхностно-активных катионов и анионов. Амфотерные поверхностно-активные вещества подразделяются на амфолиты и бетаины. Амфолиты содержат, по крайней мере, один кислый протон, к ним относятся аминокислоты. А у бетаинов нет подвижного протона. Амфотерные бетаины обладают хорошими пенообразующими свойствами, высокой бактерицидной активностью и дерматологическими свойствами. Они широко используются при приготовлении косметических препаратов, благодаря свойствам поглощения влаги и улучшению текучести композиционного материала.

4) Цвиттер ионные ПАВ – находится между ионным и неионным ПАВ. Из них полярная группа является цвиттер ионами.

5) Неионное ПАВ (неионогенное). Неионные поверхностно-активные вещества - 20% от общего количества поверхностно-активного вещества во всем мире. К ним относятся поверхностно-активные вещества с углеводородным радикалом с гидрофобной группой из 10-20 метиленовых групп.

Общая формула оксиэтилена на основе НПАВ. (Формула 1)



Где X - кислород, азот, атом серы или фрагмент функциональной группы: карбоксил -COO-, амид -CONH-, фенол C6H4-O- и другие возможные группы. Их обрабатывают жирными кислотами, а амиды - гликолями (формула 2,3).



Неионогенные ПАВ включают в себя:

- оксиалкилированные первичные и вторичные спирты;
- полиэтиленгликолевые эфиры алкилкарбоновых кислот;
- оксиалкилированные алкилфенолы;
- плуроники;
- глицериды, гликозиды, сахараиды.

Неионный ПАВ - это вещество, которое не теряет моющих свойств в воде, кислотах и щелочах. Они используются в качестве пенообразователей. Как правило, полярные группы молекулы электрически заряжены, а их противоположные заряды отделены от других структурных элементов молекулы в пространстве. Эффективный ПАВ должен быть не только диффузным соединением, еще и должен обладать оптимальным гидрофильно-липофильным балансом (ГЛБ). Также важно иметь определенные значения гидрофильных и липофильных сил. Такое явление молекул ПАВ также определяется способностью поверхностно-активных веществ образовывать мицеллы в водных растворах [1].

Сырье для производства поверхностно-активных веществ подразделяют на 2 вида:

- натуральный (леохимический).
- нефтехимический.

Натуральное сырье: жирные кислоты, продукты гидратации жирных кислот, пищевые и растительные масла, возобновляемое экологически чистое сырье.

Нефтехимическое сырье: алканы, алкены, амины и др.

Производство ПАВ растет из года в год. Они производятся в виде жидкости, твердого вещества, полужидкого, в зависимости от их функции и химического состава. В настоящее время существует сильный интерес к ПАВ с прямолинейной молекулярной структурой, потому что она быстро и легко разлагается биологическим путем в естественном состоянии, следовательно, и вред минимален к окружающей среде.

Сфера применения ПАВ:

- В текстильной промышленности: в основном используется как вещество, предотвращающее образование пятен на поверхности синтетических тканей.

- В косметике: основное применение используется для изготовления шампуня, его количество в шампуне может быть в несколько раз больше 10%.

- В процессе термообработки: предотвращает простое и массивное повреждение готовых изделий и прилипание друг к другу.

- В методе покраски: снижает твердость поверхности краски, в результате чего краска быстро проникает в поры материала и вытесняет другие жидкости в нем.

- В методе бумаги: используется для отделения чернил от поверхности целлюлозы, которая выпекается при переработке использованной бумаги. Пигмент в растворе ПАВ адаптирован к поверхности, а пигмент гидрофобен.

Механизм расчета ПАВ:

- Структура и поверхностная активность поверхностно-активных веществ.

- Образование мицелл на поверхности ПАВ.

- Чувствительность к поверхностно-активным веществам.

- Инфекционные свойства поверхностно-активных веществ.

- Эмульгирующие и пенообразующие свойства.

- Моющие свойства.

Одним из общих свойств всех ПАВ является то, что его молекулы состоят из двух частей, поливинила и неполимера. Полярная группа включает гидрофильные группы, такие как  $-OH$ ,  $-COOH$ ,  $-NH_2$ , а неполярная группа включает углеводородные или ароматические радикалы. Дипольный момент полярных групп сильный и хорошо гидратированный, то есть он слабый, но реагирует с водой. Конечно, полярная группа увеличивает растворимость ПАВ в воде. Углеводород в неполярной группе является радикальной гидрофобной частицей, то есть он не вступает в реакцию с водой. Следовательно, это снижает растворимость вещества в воде. Полярная или гидрофильная часть молекулы ПАВ обычно отмечена кружком, а ее неполярная гидрофобная часть отмечена палочкой. Теперь, если растворить такую молекулу в воде, тогда, когда молекула ПАВ подвергается воздействию воды, ее полярная часть направлена к воде, а ее неполярная или гидрофобная часть остается вне воды.

По мере увеличения длины углеводородной цепи, входящей в радикал ПАВ, ее вязкость в воде уменьшается, и большая ее часть оседает на поверхности жидкости. В результате его способность к адаптации снижается, поэтому поверхностное натяжение уменьшается из-за накопления гидрофобных групп на поверхности жидкости. Следовательно, поверхностная активность вещества и его способность адаптироваться к нему зависят от природы полярной группы, молекулярного веса, длины углеродной цепи. Когда длина углеродной цепи, входящей в состав, увеличивается, водопроницаемость резервуара уменьшается.

Анализ водных растворов насыщенных карбоновых кислот показало, что способность адсорбции увеличивается в 2 раза с увеличением количества -СН<sub>2</sub>- групп углеродной цепи в кислотном составе. Это называется правилом Траубе-Дюкло. Длина цепи в карбоновой кислоте определяется по арифметической прогрессии, а поверхностная активность определяется по геометрической прогрессии.

Первым представителем ПАВ было мыло. Мыло - это натриевая или калиевая соль предельных жирных кислот. Твердое или жидкое вещество, которое используется для промывания грязи и растворяется в воде. Мыло получается в результате щелочного гидролиза твердых или жидких масел.

Длинноцепочечные карбоксилат-ионы не присутствуют в водном растворе в отдельных ионах, а вместо этого накапливаются в ассоциате у основания, которое называется мицеллами. Каждая мицелла содержит 50-100 длинноцепочечных карбоксилат-ионов, которые попадают в большой сок, поликарбонатная сторона карбоксилат-иона заполнена той же самой ионной кислотой, что и полимер. Неполированная сторона остается на внутренней стороне вала (мицеллы) для уменьшения контакта сустава. Очищающие свойства мыла обусловлены тем, что неполярные молекулы масла проникают в неполярную внутреннюю часть мицеллы (гидрофобная зона) и вымываются мицеллой во время полоскания. Благодаря тому, что полярная сторона заряжена, отдельные молекулы мицелл не связываются с агрегатом, а часто сталкиваются друг с другом. «Помощь» в воде, которая содержит высокую концентрацию ионов кальция и магния, образует мицеллы в виде агрегатов, поэтому помощь помогает образовывать осадок в воде. Образование осадка мыла в воде приводит к поиску синтетических веществ, которые не осаждаются при реакции с ионами кальция и магния и обладают очищающими свойствами мыла. Синтетическое «мыло», также известное как детергент (латинское «моющее средство»), получается на основе солей бензолсульфоновой кислоты. Кальциевые и магниевые соли бензолсульфокислот не выпадают в осадок. В водном эпителии молекулы волос образуют мицеллы. Полярная сторона молекулы мыла (капоксилатная группа) образует внешние мицеллы на поверхности, а неполярная сторона ориентирована внутрь мицеллы.

Когда детергент впервые вводится в основание, ясно, что алкильные группы с прямой цепью не являются биоразлагаемыми, а алкильная группа с разветвленной цепью не является биоразлагаемой.

В течение тысячелетий дрова использовались для нагрева древесины золой. Это связано с тем, что карбонат калия в золе не образует основу эпителия. Масло кипятят в водном растворе природного гидроксида, чтобы приготовить блюдо современным коммерческим методом. Затем добавляют природный хлорид для осаждения мыла, и его сушат и сушат. Они добавляют ароматизаторы в мыло, чтобы получить волосы, и красители, чтобы получить волосы. Песок добавляется для очистки почвы. Мыло дует в него воздухом, чтобы он не упал в воду.

Мыло использовалось в 2800-х годах до нашей эры, использовалось в Месопотамии и Вавилоне, а затем в египетской керамике. Сонимэйнт катап тай бип зависимая Пемдиктепдин кабын кайнатканы двое дэпигеп Галенниш шипмалапында джазилан и Геподот язбалапинда 9-10 летняя азиатская большая калифорнийская семья. Массовое производство мыла началось в 19 веке с открытия метода получения соды. Название портового города Мапсел стало известным во всем мире благодаря производству хлопка. Он появился в Ресеа во времена Петра I и использовался только аристократией до середины девятнадцатого века. Хотя археологи датируют происхождение



лиза жира, затвердевает, образуется глицерин. Хлорид натрия добавляют к продуктам реакции, чтобы облегчить разделение глицерина и конкретного стеата (твердого мыла), который плавает на поверхности смеси и остается под глицерином. Мыло собрано и сформировано. Вы можете добавить ароматизаторы, красители и другие вещи на ваш выбор.

В настоящее время нефтепродукты используются для экономии нефти.

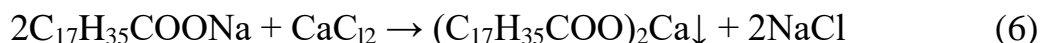
Углекислота извлекается из углеводородов в песке, а полученная кислота получается за счет заряда. (Формула 4,5)



Щелочь содержит жирные вещества, а карбоновая кислота является поверхностно-активным веществом (ПАВ). Это уменьшает шероховатость поверхности на границе между двумя жидкостями или жидкостями и газами. Для того, чтобы быть ПАВ, группа внутри него должна иметь дело со всем. Поверхностно-активное вещество молекулы углекислоты является гидрофобным (водоотталкивающим) в границах воды и органических жидкостей, углеродистых остатков и гидрофильным (гидрофильным). Молекула мыла состоит из двух частей, углеродная цепь находится в масле, а группа  $-COONa$  находится в воде.

Моющие свойства мыла зависят от способности частиц с покрытием на моющихся поверхностях заменяться эмульсиями и суспензиями.

Вода «тает» в воде и не открывается. Это связано с осаждением солей кальция и магния углекислоты в воде. (6 формула)



Процесс прямого гидролиза щелочи с высоким содержанием кислоты во время замачивания шерсти сочетается, что оказывает вредное воздействие на ткань. (7 формула)



## 1.2 Классификация и происхождение сока и множителей сока

Основным условием производства качественного мыла является тщательная очистка сырья, которая осуществляется путем засолки. В результате получается 70% и 72% мыла, кроме того, мыло впитывается, то есть его моют слабым раствором электролита для тщательной очистки мыла. Самое дорогое мыло можно купить за плату в виде нескольких щелчков на сердечнике и на дробильной машине. Во время процесса механической обработки образуется благоприятная основа основной структуры мыла, его плотность и пенообразующая способность снижаются, а разбухание мыла уменьшается.

Утолщение основы мешка осуществляется в условиях вакуума, где оно превращается в порошок. Ручка выходит из упаковочной машины вниз палки, разрезает-

ся на части и складывается.

Волосы теряют свои естественные свойства. Он не любит слишком много влаги, после использования его следует тщательно промыть и положить в сухое место. Лучше иметь отверстие в мыльнице, чтобы мыло, которое еще не началось, хранилось в сухом, сухом месте, а натуральное мыло было завернуто в бумагу.

Есть много способов и выгод использовать много мыла или духов в семье.

1) В случае непреднамеренного отравления наркотиками, ядами или проглатыванием металлических веществ, выпить немного мыльной воды и доставить в больницу на лечение. Не пейте в больших количествах или в больших количествах. Чистое мыло заворачивается в тонкий слой и погружается в теплую кипящую воду, 300-500 мл на человека и 100-200 мл для детей.

2) В случае ожогов (в случае воды или пожара) раздавите мыло, оно вернет опухоль и начнет гореть.

3) В случае утечки газа из газового ведра, можно остановить утечку газа, нанеся мыло на нагревательный элемент.

4) Вы можете избежать повреждения металла, потеряв драгоценный металл на части часов, которая касается запястья, и потеряв его бумажным полотенцем.

5) Когда вы пишете на обложке или белой ручкой, даже более ясно писать на длинном листе бумаги.

6) Когда вы накрываете бумагу бумажным полотенцем, используйте небольшое количество бумаги, бумага будет легко прилипать, и вы сможете избежать отслоения клея.

Непрерывный способ производства мыла позволяет значительно снизить его стоимость, а также создать условия для полной автоматизации и механизации процесса.

Может быть окрашенным или ароматизированным, абразивным (песок, кремнезем, порошок пемзы) или дезинфицирующим средством (фенольное, фунгицидное, герметик), дезинфицирующим средством.

Традиционный стиральный порошок:

Для стирки хлопчатобумажных тканей, грязных рук (при установке умягчителя), мыть посуду и чистить поверхности.

Последовательность:

- Твердый (равномерный).

- жидкость.

Содержание жирных кислот:

- первая группа - 72%.

- вторая группа - 70%.

- третья группа - 65%.

Волосы:

- Просто и подробно.

Описание упаковки:

- Открыто и закрыто (в упаковке).

Подробности:

- 150, 200, 250, 300, 350, 400 и 500 г.

Существует три основных типа мыла:

- Степат натрия.

- Натрий олеатый.

- Натуральный линолеум.

Кроме того, существует ряд факторов, связанных с областью применения:

Детство. Когда мы слышим слово «по-детски», мы считаем, что мыло является безопасным и чистым традиционным способом. Он также содержит смягчающие, смягчающие (ланолин, пуговица, календула, тысячелистник и др.) Компоненты, которых недостаточно.

Косметическое мыло. Давайте посмотрим на французский словарь и добавим два значения к слову туалет: первое - «уборка», второе - «уборка». То же самое относится и к жадности. Кожа очищается, а уход усиливается, потому что в составе косметического мыла (в классе есть множитель «мыло-мыло»), глицерина, трав, лекарственных трав. Косметическое мыло также используется для ежедневного использования, предотвращает высыхание кожи, но это не устраняет необходимость в дополнительном уходе (например, жжение).

Мыло-скраб – прежде чем покупать данный продукт нужно обратить внимание на твердые вещества в составе, они введены для того чтобы, нейтрализовать мертвые клетки на поверхности кожи, они могут быть синтетическими (например, полиэтилен) или натуральными (разбавленное кофе, косточка клубники), поэтому не используйте мыло для основного использования, его можно использовать только раз в неделю.

Духи. Это красивое имя, которое объясняет уникальность всего, то есть оно рождается только с запахом мыла. Даже если вам нравится запах, он будет длиться долго и не заменит запах.

Бактерии. Он содержит до 90% вещества, называемого циклозоном, который убивает организмы, то есть этот продукт используется для специальных целей. Мыло можно использовать в качестве дезинфицирующего средства в небе, в море, в Японии. Ежедневное использование этого мыла повысило иммунитет и увлажнение.

Целебное мыло. Несмотря на то, что мыло часто снабжается лекарственными экстрактами, его концентрация неизлечима. Однако во многих случаях достаточно выбрать только по рекомендации специалиста. Например, это сделано без синтетических ароматизаторов и ароматизаторов. Оба они не переносят густой, прозрачный, ополаскивающий запах бересты. Скарлатина и корь являются наиболее распространенными заболеваниями населения, ее можно применять при воспалениях, воспалениях, опоясывающем герпесе. Однако одно и то же приложение запрещено для всех уровней.

Натуральное мыло. В первую очередь, это не сочетание натуральных и искусственных волос. Насыщенный цвет и приятный запах не замечают добавления специальных красителей и ароматизаторов. Пищевая сода и масло также добавляются в мыло для рук. В этом случае это зависит от пивовара, какое сырье он добавляет, какое содержание? Это связано с тем, что приготовление пищи требует ответственности, контроля, и даже недостаток жира может привести к химическим ожогам. Такой сок обогащен кокосовым, пальмовым, кукурузным, манговым маслом, экстрактом глицерина, медом, молоком. В обоих случаях наблюдается полный пищеварительный тракт, но матка гораздо гуще. Если вы хотите получить натуральное мыло, прекратите добавлять глицерин, оно будет безволосым и гладким. Калиевое мыло можно отнести к разряду жидких, хотя по внешнему виду оно напоминает макароны или сливочное масло, для производства которых используются едкий натр и калийный калий. Точно так же знаменитая бельди сделана для хаммама (ванна-ванна), 30 процентов бельди

измельчают с измельченными травами. Мыло можно заменить мылом, увлажнителем, смягчающим средством. Вам не нужно принимать ванну, чтобы использовать его. Недостатком является то, что вы тратите много времени, чтобы удалить мыло.

Моющее действие мыла усиливается только в щелочной форме. Жиры не впитывают кислоты и щелочи, но калий отрицательно влияет на природные волокна белка, а также на ткани из искусственных и синтетических волокон. Поэтому не стирайте стиральные мыльные изделия из таких тканей.

Во время стирки в жесткой воде образуется слой извести, который образует слой шерсти на поверхности ткани, что приводит к износу ткани. Обеспечивает им жесткость и слабость, снижает гигроскопичность. Эффективность процесса очистки масла не достигается при первом использовании специального смягчителя воды или небольшого количества мыла.

Качество мыла можно регулировать. Твердое бытовое мыло выпускается в соответствии с требованиями стандартов в соответствии с технологическими инструкциями и техническими характеристиками, утвержденными в установленном порядке, согласованными с органом государственного санитарно-эпидемиологического надзора.

Качество волокна оценивают по органолептическим и физико-химическим факторам. Органолептические характеристики - это происхождение, структура, цвет, запах. Поверхность мыла должна иметь правильную форму и плотно прилегать к ней, а волосы и нос должны иметь определенное имя. В дополнение к физико-химическим множителям нормализуется температура замерзания щелочи, соды и жирных кислот.

### 1.3 Состав почвы, физико-химические свойства, технология экстракции

Соли мыла, с высоким содержанием жира ( $C_8-C_{18}$ ), нафтеновых и полоскательных кислот. Одно из основных моющих средств.

К жирным кислотам относятся соли водного эпителия (калия, натрия, аммония и этаноламмония) и неводные (например, Ca, Mg, Ni, Mn, Al, Co, Pb и т.д.).

Твердые кристаллические вещества мыла расплавляются в 220-2700С, хорошо растворяются в горячей воде, в органических растворителях, поверхностно-активные водные растворы обладают моющим свойством как вещества, так как мыло подвергается гидролизу из-за слабой кислоты и соли сильной основы. Питательное свойство мыла удаляет пятна на поверхности ткани, т. е. поверхностно-активные вещества разделяются на гидрофобные и гидрофильные в центре пятен и воды, гидрофильная сторона образуется в воде, гидрофобная сторона образуется в пятне, а одноименные заряды различают друг друга гидрофобами и отделяют пятно от поверхности ткани. (Рис. 2)

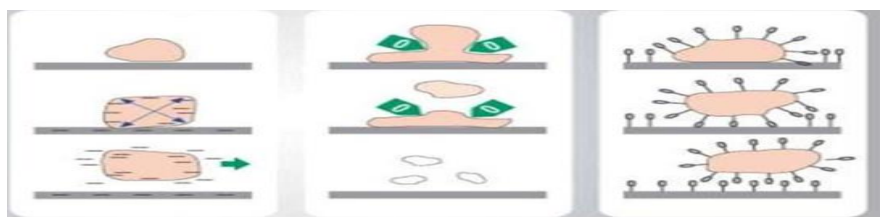


Рисунок 2 - Моющие свойства поверхностно-активных веществ



Многие виды сырья (растительное масло, животные жиры, КОН, сода, NaOH, отруби, канифоль, масло и т. Д.) Используются для промышленного производства. Когда эпителлий, полученный в результате гидролиза жира, затвердевает, образуется глицерин, и когда к нему добавляют соль, получают твердое вещество. Содержит соли жирных кислот и органические и неорганические добавки. В текстильной, кожевенной, металлургической промышленности, а также при производстве пестицидов часто используются пестициды.

Примечательно, что офтальмологические характеристики волос, запах, а также сохранение первоначальных свойств мытья, а также сохранение первоначальных свойств, имеют большое значение для покупки шерсти. RCOONa может содержать остатки насыщенных и ненасыщенных жирных кислот.

Насыщенные жирные кислоты: пальмитиновая  $C_{15}H_{31}COOH$  и стеариновая кислота  $C_{17}H_{35}COOH$ ; ненасыщенные кислоты: олеин  $C_{17}H_{33}COOH$ , линолевая кислота  $C_{17}H_{31}COOH$ , линоленовая кислота  $C_{17}H_{29}COOH$ . Число атомных атомов в молекулах этих кислот колеблется от 11 до 17, температура плавления составляет от 44 до 70 ° С, пена жесткая и имеет хорошую пену. Стеариновая кислота усиливает действие мыла на моющее средство, твердое мыло обрабатывается только горячей водой и насыщенными жирными кислотами. В присутствии молочной кислоты с кокосовым маслом мыло хорошо растворяется в холодной воде, его моющая способность снижается, а разбухание уменьшается.

Источником жирных кислот являются природные органические жирные вещества животного или растительного происхождения и жирные заменители. Для изготовления мыла используются только масла технических животных и растительные масла из сырья, непригодного для пищевых продуктов. При необходимости жиры отбеливаются и дезодорируются. Наряду с животными жирами могут использоваться: говядина, баранина, рыбий жир и масла морских животных. Продукт гидрогенизации (насыщения) водородом двуокисленных жирных кислот в жидких растительных маслах, для чего в специальных автоклавах жидкие жиры нагреваются при температуре 250°C и добавляется водород с участием никелевого катализатора.

Технические жирные кислоты часто являются нежелательным компонентом в производстве мыла, так как оно не подходит для образования кристаллического мыла, большого количества пены. С высоким содержанием жира масло быстро тает, превращается в воду, затвердевает, не является пластичным.

Заменителем жира является в основном синтетическая жирная кислота (SFC), которая окисляется окислением углеводородов папаина с участием катализатора. Синтетические жирные кислоты должны быть тщательно очищены, поскольку мыло не выделяет неприятный запах и неприятный запах. Основа мыла механически обработана, продукт изготовлен из фракций  $C_{10}-C_{16}$  и  $C_{17}-C_{20}$  из гомогенных и синтетических жирных кислот. Фракция синтетических жирных кислот в растворе  $C_{16} - C_{22}$  вспенивается и обладает низким пенообразующим эффектом.

Плотность безводного мыла составляет около 1000 кг / м<sup>3</sup>. Температура плавления чистых безводных мыл находится в диапазоне 225-270°C. По мере того как влажность мыла уменьшается, температура плавления мыла снижается (60% хозяйственного мыла - ниже 100°C).

Жидкое растительное масло (подсолнечное и соевое) в небольших количествах включается в рецептуру корневого шарика для снижения титра, а также весь жидкий корень и лекарственное средство в лаборатории. Наиболее ценным жидким расти-

тельным маслом является хлопковое масло, которое содержит до 30% насыщенных кислот, в основном пальмитиновой кислоты. Температура 46-60°C и 39-43°C используется для производства мыла для помещений. Гидрогенизированные масла в основном используются в форме синтетических жирных кислот (сырых или рафинированных). Когда вы вводите большое количество лепестков розы, оно становится липким, и его чистота уменьшается, из-за высокой температуры плавления масло или жидкость в банке становятся маслянистыми. Розовое масло уменьшает способность мыла впитываться в холодной воде и пене, снижает кислотность, не оставляет пятен при хранении и уменьшает засорение мыла,

Неорганическое сырье используется для омыления триглицеридов жирной кислоты и нейтрализации свободных (сплитовых) жирных кислот, которые используют каустический натрий (каустическая, каустическая сода) и карбонат натрия (сода), а также силикат натрия для удаления липкости мыла путем введения розса при производстве мыла. Можно использовать титан и цинк для придания мылу светлого и белого цвета.

Технология производства бытового мыла включает в себя: механические операции, направленные на изготовление мыла различными способами, основанные на взаимодействии жирных веществ со щелочными компонентами путем формирования водного раствора натриевых солей жирных кислот различных концентраций.

Хозяйственное мыло можно получить из нейтральных масел или Расколотых жиров, бытовая мыльная промышленность обеспечивает мыло только из измельченных жиров, прямо или косвенно, на партийных машинах (котельных) или непрерывным действием.

Прямой метод. Извлечение мыльного клея из жирных веществ и щелочных компонентов при высоких температурах, паста, полученная после охлаждения, называется мыльным клеем. Прямой метод не позволяет получать высококачественное масло из малообработанного и высокоочищенного масла, но содержит 60% жирных кислот. Косвенным методом является посол горячего мыла, то есть его обрабатывают раствором натурального хлорофилла. Мыльный клей объединяется в два слоя: весь слой удаляется, а мыло заполняется спутанной глиной. По сравнению с клеем он имеет высокое содержание жирных кислот.

#### **1.4 Использование натурального сырья при производстве с высоким содержанием углекислого газа**

В молекуле угольной кислоты есть одна или несколько карбоксильных групп - COOH, которые связаны с углеродным радикалом. Общая формула:  $C_nH_{2n}O_2$  или  $C_nH_{2n+1}COOH$ . Углекислота делится на насыщенные, ненасыщенные и автоматические. Кислотность карбоновых кислот зависит от группы карбоксильных групп.

Первые три компонента насыщенной углекислоты: гранулированная, уксусная и пропионовая кислоты являются острыми, жидкими, нерастворимыми в воде. Жирные кислоты имеют неприятный запах, плохо растворимы в воде, высокие карбоновые кислоты являются твердыми веществами из  $C_{10}$ . В гомологическом ряду с увеличением молекулярной массы растворимость в воде уменьшается, температура кипения увеличивается.

Жирные кислоты основные группы липидов, состоящие из длинной углеводородной цепи карбоновых кислот. Наиболее часто встречающиеся в природе жирные

кислоты не разветвлены, имеют четные и нечетные числа. Жирные кислоты насыщены водородом (поэтому они не имеют двойных углеродно-углеродных связей) или не насыщены (имеют двойные соединения углеродно-углеродных). Жирные кислоты, содержащие более одной двойной связи, называются полиненасыщенными жирными кислотами. По мере повышения молекулярной массы насыщенных жирных кислот вследствие межмолекулярного Ван-дер-вальсового взаимодействия температуры плавления повышаются, а также при увеличении молекулярной массы ненасыщенных жирных кислот повышаются температуры плавления.

Двойные связи в составе ненасыщенных жирных кислот находятся в конфигурации цис и различаются одной группой  $-CH_2$ . Из двух соединений в цис-конфигурации молекула не позволяет крепиться, как в насыщенных кислотах, в результате чего меньше межмолекулярного взаимодействия ненасыщенных жирных кислот, в связи с чем их молекулярная масса значительно ниже, чем в одинаковых насыщенных кислотах, температура плавления ненасыщенных жирных кислот снижается по мере увеличения числа двойных связей. Например, 18 углеродная жирная кислота расплавляется при температуре  $69^{\circ}C$ , а ее насыщенная форма расплавляется при температуре  $13^{\circ}C$ , если есть три соединения- $5^{\circ}C$ , если три соединения- $11^{\circ}C$ . Карбоновая кислота может быть получена гидролизом технического жира в присутствии серной кислоты.

Жир - это тройной глицерин, то есть многофактор, образованный из глицерина и жирных кислот. В зависимости от природы радикала он делится на насыщенный и ненасыщенный. Твердые жиры содержат насыщенные карбоновые кислоты, а жидкие жиры содержат остатки ненасыщенных карбоновых кислот. При комнатной температуре твердые или полутвердые триглицериды называют твердыми смазочными материалами. Твердые жиры в основном получают от животных и представляют собой триглицериды, состоящие из насыщенных жирных кислот и только двух связей жирных кислот. Последняя часть насыщенных жирных кислот является плотной, поэтому температура плавления таких триглицеридов высокая, из-за чего температура в комнате повышается. Жидкие триглицериды называют жидкими жирами, а жидкие жиры часто получают из растительных продуктов, таких как кукуруза, соя, семена подсолнечника, оливки и грецкие орехи. Он состоит в основном из триглицеридов, которые выделяются из ненасыщенных жирных кислот и поэтому не могут быть тесно связаны друг с другом.

Некоторые или все две связи в полиненасыщенных жидкостях могут быть направлены каталитически. Растительные масла, такие как подсолнечное или соевое, можно гидратировать до достижения необходимой консистенции. Реакция гидратации должна строго контролироваться, так как окисление углерод-углеродной двойной связи приводит к конденсатоподобной консистенции. В некоторых случаях двойная связь возникает во время такого процесса. Жидкие жиры широко используются в кулинарии, так как некоторые исследования связывают использование насыщенных жиров с образованием простудных заболеваний. Недавние исследования показали, что ненасыщенные жиры также могут привести к увеличению веса. Однако в рыбьем жире обнаружены высокие уровни жирных кислот, также известные как ненасыщенные синтетические жирные кислоты, которые содержат 20 связей. После попадания в организм пищевые твердые жиры подвергаются гидролизу и превращаются в гликемическую и жирную кислоты.

Число атомов углерода в кислотных остатках (ацилде), которые в большом ко-

личестве содержатся в жире, колеблется от 12 до 18. Масло гидролизуется и подвергается реакции гидратации. Гидролиз жиров в присутствии серной кислоты выделяет 3 моль карбоновых кислот и 1 моль глицерина. (Формула 8)



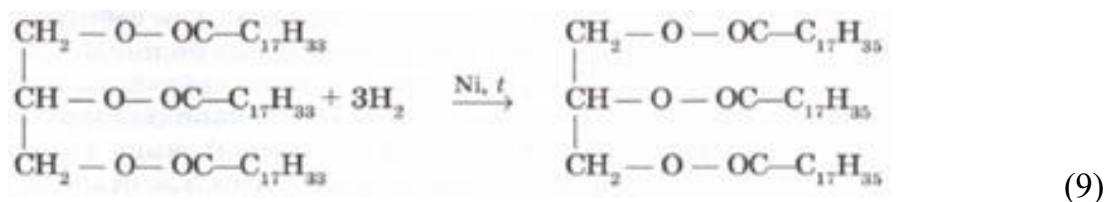
Одним из основных компонентов клеток и тканей организма является источник энергии в организме. Теплотворная способность чистого масла составляет 3770 кДж / 100 г. Натуральные масла делятся на горючие и растительные масла. Состав триглицеридов нормален от C<sub>8</sub> до C<sub>24</sub>, в основном это насыщенные и ненасыщенные кислотные остатки атомов углекислого газа. Плотность всех масел менее 1 г/см<sup>3</sup>, не растворяется в воде. Используется в бензине, кефире и бензоле, претерпевает реакции алколизма, ацидолиза. Водород (гидрирование), галоген, галогенводородные кислоты и т.д. Добавляются в соответствии с двойными связями кислот. Он гидролизуется с образованием глицерина и жирных кислот при обработке перегретым паром, минеральными кислотами и ферментами. Окисление кислорода в воздухе приводит к образованию пероксидных соединений, оксикислот и т.д. поправляет. Содержит биологически активные вещества (ненасыщенные жирные кислоты, фосфатиды, витамины, токоферолы).

Масло используется в технических целях. Масло было добыто французским ученым М. Шевпель и М. Бетло узнал. В начале XIX века Шевель обнаружил, что глицерин и каспиевая кислота (стеарин и олеиновая кислота) образуются при добавлении воды в масло и нагревании в щелочном растворе. Но Бетло отреагировал (в 1854 году), нагрел смесь глицерина и паприкой и получил вещество, похожее на мазь. Глицерин и карбоновые кислоты (уникальные или разные) участвуют в образовании жира, количество атомов углерода в наиболее распространенных кислотных остатках (ацилах), которые добавляются в жир, варьируется от 12 до 18. Глицериды делятся на простые и сложные, радикалы простых глицеридов состоят из одинаковых кислотных остатков и наиболее сложных кислотных остатков глицеридов.

Пальмитиновая C<sub>15</sub>H<sub>31</sub>COOH и стеариновая C<sub>17</sub>H<sub>35</sub>COOH из насыщенных кислот, олеиновая C<sub>17</sub>H<sub>33</sub>COOH, линол C<sub>17</sub>H<sub>31</sub>COOH, линолевая C<sub>17</sub>H<sub>29</sub>COOH, из ненасыщенных кислот. Некоторые масла содержат малоокислотный остаток, такой как остаток жирной кислоты (C<sub>4</sub>H<sub>9</sub>COOH).

Гидратация масла (гидрирование). В связи с тем, что содержание ненасыщенных кислот в составе растительных масел снижается, ими можно руководствоваться. Когда нагретое масло (при температуре 150-160°C) и порошкообразный никелевый катализатор растворяют в водороде, две связи в масле насыщаются водородом. В результате реакции жидкое масло превращается в твердое масло, которое называется саломак или сырая нефть.

Уравнение реакции можно обобщить следующим образом: (Формула 9)



Твердые масла, увлажненные жидким маслом, используются в промышленности для добычи нефти и газа. Мыло также может быть получено из растения путем гидролиза технического жидкого масла, то есть остатка подсолнечного масла. Чтобы сделать мыло, мы собираем остаточные жиры и нагреваем их до высокой температуры в присутствии серной кислоты, и во время гидролиза образуются углекислый газ и глицерин, а мыло получается путем добавления основания к полученной карбоновой кислоте.

Масложировая промышленность, на долю которой приходится 13% общего производства продуктов питания, является одной из наиболее важных и сложных отраслей. Промышленность включает в себя пресс, добычу и производство сложных масел, гидрогенизацию, маргарин, мыловаренные заводы и заводы по производству синтетических моющих средств.

Жир и масличные культуры используются в качестве сырья при производстве масла и жира, 5-15% жира приходится на сухую массу растительных клеток. 88% семян высших растений хранят жир как ресурс. Жиры также появляются в вегетативных органах, но не в больших количествах. В Казахстане основными культурами являются подсолнечник, хлопок, соя и др. выращены. Растительные масла и продукты являются особой пищей для людей, ценность этих продуктов определяется их энергетической ценностью.

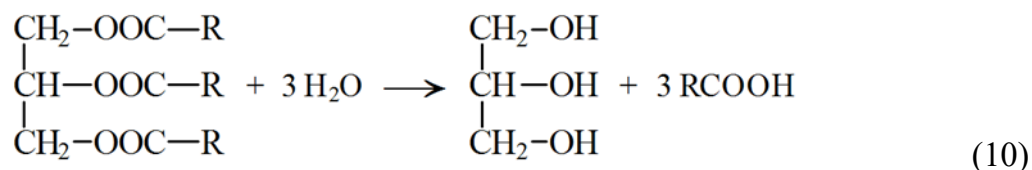
Мир добывает десятки миллионов тонн нефти в год, две трети из которых используются для производства продуктов питания, а остальные - для технических целей. Есть нефтеперерабатывающие заводы в Алматы, Усть-Каменогорске и Шымкенте. Наряду с использованием натуральных масел в связи с увеличением потребления масла из года в год, в последнее время развивается тенденция получения искусственных масел из нефтепродуктов [2].

Жидкие растительные масла состоят в основном из ненасыщенных кислот, а животные жиры содержат насыщенные кислоты, состав которых приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Приблизительное содержание триглицеридов в твердых и жидких жирах (например,%)

Триглицериды	Пальмитин	Стеарин	Олеин	Линол	Линолен
Масло сливочное	25	11	34	5	5
Масло подсолнечное	11	4	38	46	-
Оливковое масло	10	2	82	4	-
Масло льняное	5	3	5	62	25
Масло овечье (твердое)	38	30	35	3	9

Определить качество глицерина из карбоновых кислот, полученных гидролизом жиров. (10 формул)

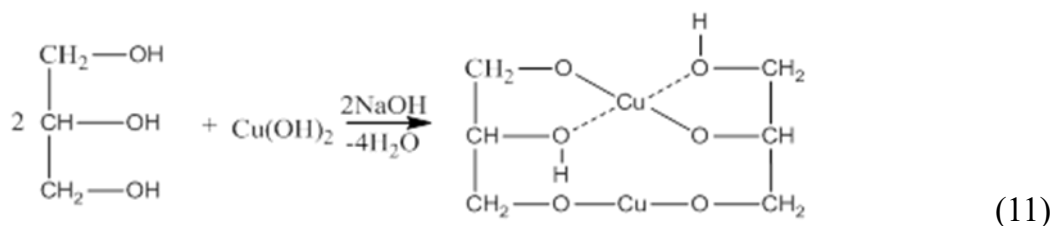


Глицерин (греческий Glykeros - сладкий) -  $\text{HOCH}_2\text{-CH(OH)-CH}_2\text{OH}$  - простой трехатомный спирт, бесцветная, сладкая, вязкая жидкость без запаха. Температура плавления  $t = 17,9^\circ\text{C}$ , температура кипения =  $290^\circ\text{C}$ , абсорбент смешивают с любым количеством воды, а также метилом, этиловым спиртом и ацетоном.

Чтобы назвать трехатомные спирты в соответствии с Международной номенклатурой, добавьте суффикс «триол» к названию углеводородов и укажите положение гидроксильных групп числом атомов углерода.

Например:  $\text{CH}_3\text{CHONCHONCH}_2\text{OH}$  бутантриол-1,2,3.

Химические свойства глицерина определяются тремя гидроксильными группами, атомы водорода гидроксильной группы превращаются в щелочные металлы, а также в другие металлы, когда они вступают в реакцию с гидроксидами (железо, медь, кальций, барий и т. Д.), Называемыми глицератами. , Одним из свойств многоатомных спиртов является то, что они растворяют гидроксиды тяжелых металлов и образуют сложные соли, такие как глицерат меди. Глицерин реагирует с гидроксидом меди (II) с получением голубого глицерата меди. (Формула 11)



Эта реакция является качественной реакцией на глицерин. Гидроксид меди (II) представляет собой аморфное или кристаллическое синее вещество. Кристаллы образуют ромбически-кристаллическую решетку, параметры ячейки  $a = 0,949 \text{ нм}$ ,  $b = 1,059 \text{ нм}$ ,  $c = 0,5256 \text{ нм}$  практически не растворимы в воде. При нагревании до  $70\text{-}90^\circ\text{C}$  порошок  $\text{Cu(OH)}_2$  или его водная суспензия разлагается на  $\text{CuO}$  и  $\text{H}_2\text{O}$ .

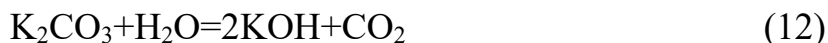
Химически чистая стеариновая кислота представляет собой бесцветное кристаллическое вещество. Стеариновая кислота представляет собой белое кристаллическое вещество, которое не имеет запаха, не растворяется в воде и растворяется в диэтиловом эфире.

### 1.5 Извлечение щелочи из золы растений

Щелочи представляют собой сложные вещества, которые в растворе диссоциируют с образованием одного или нескольких гидроксид-ионов. Натуральные щелочи могут быть получены из золы растений.

Сакар сделан из саксаульного ясеня. Сахарно-калиевый карбонат называют ка-

лийным. Химическая формула  $K_2CO_3$ . Сахар - это белое порошкообразное вещество, которое выходит из золы, поглощает влагу в воздухе и хорошо растворяется в воде. (12 формул)



Сахар получают действием  $CO_2$  на раствор  $KOH$  и в качестве побочного продукта при производстве глинозема. Жидкое мыло используется при изготовлении специального стекла и в текстильной промышленности, фотографии и т. Д. Реакция омыления осуществляется при нагревании масла с гидроксидами натрия, калия или карбонатов натрия и калия. В результате реакции образуется глицерин и натриевая соль с высоким содержанием карбоновых кислот.

Саксаул - лиственное дерево с изогнутыми, песчаными, пустынными, хрупкими листьями. В Центральной Азии и арабском мире насчитывается около десяти видов. Три из них произрастают в Казахстане: белый саксаул, черный саксаул и зайсанский саксаул.

Белый саксаул - волокнистый, высотой до 1,5-2,5 метров, растет в основном в песчаных и засоленных районах, подверженных засухе, его корни уходят на глубину 10-11 метров. В общей сложности они занимают 48% лесных ресурсов Казахстана. В дополнение к дровам древесина не только полезна в повседневной жизни, ее воспламеняемость и долговременные свойства удержания тепла не меньше, чем у угля, поэтому сегодня в больших городских районах шашлык готовится с кучей саксаула. Саксаул играет особую роль в поддержании баланса окружающей среды. Сильные ветры останавливают песчаные лавины.

Алабота - это обыкновенный сорняк, встречается на обочине дороги, на полях. Вертикальные стебли, очень часто разветвленные стебли чередуются и у некоторых встречаются. Листья имеют разные формы, на поверхности листьев имеются белые пятна. Лебеда - в один год, мужского пола, индивидуальных растительный, цветочный, цветы, тонкие некрасивая кисть-кисть цветов спектра составляет топтанып является, как колос. Цветоводы-пяतिकонечные, плодовые оболочки-хлопковые, с плотной скорлупой бледные черного цвета, блестящие, бледные породы ранние, цвет поздние. Его используют в народной медицине и приготовлении красок. Алабота известна как пищевое растение с древнейших времен. До XIX века его выращивали в садах вместе с культурами. Древнегреческий врач Гален сказал, что алабота будет отличаться от других блюд. Затем выяснилось, что в алабота содержится большое количество протеина. Алабота не имеет запаха, вкуса, что показывает, что это незаменимая составляющая для приготовления его с другими продуктами.

Подсолнечник - однолетнее культурное растение, относящееся к семейству Астра. Место происхождения - Северная Америка. В Казахстане существует 2 вида: земляные груши и однолетние подсолнечники. Высота подсолнечника составляет около 2 метров, стебель прямолинейный, толстый стержень полый, наружный толстый ворс, пупочный корни стебель растут на глубину 10-20см. Большой плоский лист располагается на занятиях поочередно, букет с многоцветной корзиной, снаружи которой окружают листья цветов, расположенные в одном или нескольких рядах, которые сохраняют растительный цветок от неблагоприятного внешнего состояния. Диаметр корзины достигает 10-60 см, корзина поворачивается по солнечному источнику, плоды-семечки, в которых содержится 22-27% жира. Из зерна получается жидкое подсол-

нечное масло. 90% растительного масла получают из зерна этого растения. После отжима на зерно с добавлением сахара делается сладкая пицца, используемая в пищу. Желтый жилет используется в медицине. Из золы берут бороду, в котором содержится 30 -36% окиси калия [3].

Подсолнечное масло в основном используется для пищевых продуктов, то есть для производства маргарина, майонеза, рыбных консервов и овощей, хлеба и кондитерских изделий. Кроме того, его масло используется при производстве мыла и оливкового масла. Зерновая шелуха является хорошим топливом. Готовит лекарство из листьев ясеня стеблей подсолнечника.

Семена подсолнечника содержат 8-10% жира и 1,1% корма для животных, поэтому это ценный концентрат корма для скота. Подсолнечник является хорошим предшественником для сельскохозяйственных культур, так как это медоносное растение и корнеплод. В сельском хозяйстве его сеют на пахотных землях как компактный урожай [4].

Определение ионов калия в золе растений показано ниже (Таблица 2).

Таблица 2 – Определение ионов калия в золе

План работы	Уравнение реакции	Заключение
Определение ионов $\text{Cl}^-$ с ионами $\text{Ag}^+$	$\text{NaCl} + \text{AgNO}_3 = \text{NaNO}_3 + \text{AgCl} \downarrow$ $\text{KCl} + \text{AgNO}_3 = \text{KNO}_3 + \text{AgCl} \downarrow$	Образовался белый осадок сыр.
Определение иона $\text{CO}_3^{2-}$ . Доказательство того, какой среды показывает раствор саксаульской золы.	$\text{K}_2\text{CO}_3 + 2\text{HCl} = 2\text{KCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$ $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{HCl} = 2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$	Установлено, что выделяется газ $\text{CO}_2$ .
Определение ионов $\text{CO}_3^{2-}$ с ионами $\text{Ag}^+$	Раствор + фенолфталеин $\text{K}_2\text{CO}_3 + 2\text{AgNO}_3 = 2\text{KNO}_3 + \text{Ag}_2\text{CO}_3 \downarrow$ $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{AgNO}_3 = 2\text{NaNO}_3 + \text{Ag}_2\text{CO}_3 \downarrow$	Прозрачный раствор золы подвергается розовому цвету (свидетельствует, что щелочная среда). Появился белый осадок.

### 1.6 Производство мыла из натурального сырья

Мыло содержит соли пальмитиновой кислоты  $\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COOH}$  и стеариновой кислоты  $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH}$  (в основном соли натрия и калия), а его растворимость в воде зависит от содержания в ней катиона металла. Калиевые соли лучше растворимы в воде, чем натриевые, а соли магния, кальция и бария нерастворимы в воде. Жидкое мыло содержит калий, твердое мыло содержит катионы натрия.

Мыло - это процесс изготовления мыла путем гидролиза жиров во время хими-



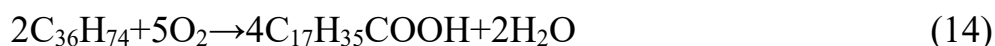
ческой реакции. Во время процесса омыления триглицериды реагируют с гидроксидом натрия или калия с образованием жирных кислот, называемых глицерином и мылом. Во время реакции омыления сильные кислоты или основания используются в качестве катализатора.

Реакцию омыления также проводят путем нагревания жира с гидроксидом натрия или карбонатом калия, что приводит к образованию глицерина и солей натрия или калия с высоким содержанием карбоновых кислот. (Формула 13)

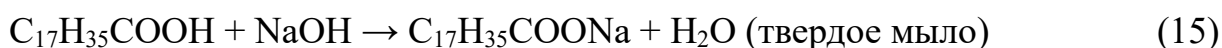


Хлорид натрия добавляют к продуктам реакции для отделения образовавшегося мыла. Затем мыло всплывает на поверхность смеси и остается под глицерином. Соберите мыло и придайте ему форму. Помимо солей с высоким содержанием жирных кислот, мыла содержат ароматизаторы, красители, антисептики и т. Д. добавить вещи.

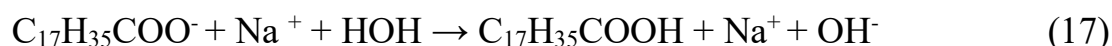
В последнее время для экономии масла для получения мыла из углеводов в нефтепродуктах получают карбоновые кислоты: (Формула 14)



Мыло получают путем нейтрализации образующихся кислот: (формула 15.16)



Щелочь образуется при гидролизе солей карбоновых кислот (мыло): (Формула 17)



Щелочь расщепляет жирные вещества, а карбоновая горчица-поверхностно-активное вещество (ПАВ). Жидкости или газа и жидких поверхностно-керілуді он между двух төменетеді. Для того, чтобы быть ПАВ, группы, содержащиеся в ней, должны взаимодействовать с различными веществами. Поверхностно-активное вещество молекулы карбоновой кислоты адсорбируется на поверхность распределения между водой и органической жидкостью. Гидрофобные в карбоновой кислоте (гр. гидро-вода и phobos-боится) углеводный остаток и гидрофильный (гр. гидро-вода и филио-любит, любит) есть группа карбоксила. Молекула мыла состоит из двух частей: углеводородная цепь содержит масло, а группа  $\text{COO}^-\text{Na}^+$  содержится в воде. Питательные свойства мыла зависят от способности переносить загрязненные частицы в виде эмульсии, суспензии, приклеенные к моющим поверхностям [5].

Используемые реагенты:

- Промышленное подсолнечное масло.
- Концентрированная серная кислота.
- Карбонат калия.
- Гидроксид натрия.
- Гидроксид меди.

Используемые инструменты:

- Весы.
- Фильтр.
- Плоская колба.
- Разделительная воронка.
- Пипетка.
- рН-метр.
- Кондуктометр.
- Датчик поверхностного натяжения (Ребиндер манометр).
- Цилиндрическая колба.

## 2 Экспериментальная часть

### 2.1 Изготовление и расчет материального баланса

Согласно теме дипломной работы, начиная с производства ПАВ из натурального сырья, т.е. мыла, я рассматривал основное сырье для мыла из натуральных веществ. Они:

- Жирные кислоты.
- Основы.

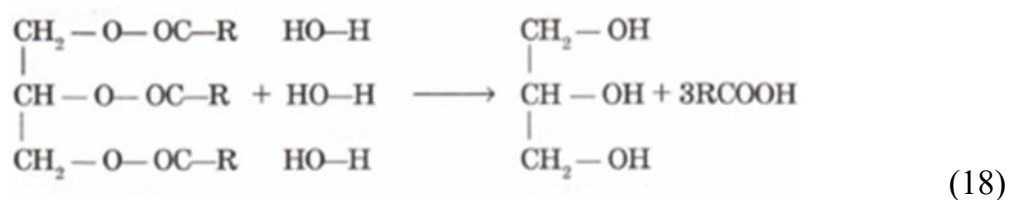
Высокие жирные кислоты содержатся в эфирных маслах. Наиболее важными являются пальмитиновая ( $C_{15}H_{31}COOH$ ) и стеариновая ( $C_{17}H_{35}COOH$ ) кислоты. Они не имеют запаха, вкуса и нерастворимы в воде. Эти кислоты содержатся в растительных и животных жирах в форме сложных эфиров глицерина. Пальмитиновая и стеариновая кислоты получены гидролизом жиров. Натриевые соли этих кислот растворимы в воде и составляют основу обычного твердого мыла. Растворимые соли с высоким содержанием жирных кислот используются при производстве мыла.

Мы использовали остаток Eurasian Foods Holding, который производит подсолнечное масло, для производства жирных кислот. Его состав выглядит следующим образом:

- Жирные компоненты - 92 мас.%;
- Вода - 1%;
- Механические добавки - 4%.

Техническое подсолнечное масло предварительно очищали от механических примесей фильтрацией.

Для производства жирных кислот мы добавили водный раствор концентрированной серной кислоты к хвостам маслобойни шедевра и нагревали ее при  $60^{\circ}C$  в течение полчаса. Затем происходит следующая реакция гидролиза: (Формула 18)



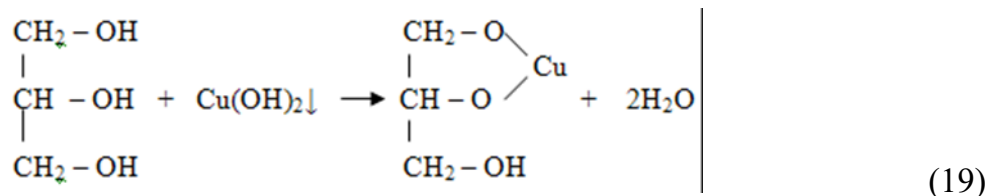
Мы использовали разделительную воронку для отделения жирных кислот от полученного глицерина. Поскольку плотность глицерина выше плотности карбоновых кислот и хорошо растворим в воде, глицерин накапливается в нижнем слое, а карбоновые кислоты накапливаются в верхнем слое. Затем мы налили глицерин и отделились.

Существуют твердые и жидкие типы жиров, ненасыщенные жидкие типы, которые в основном содержатся в растительных маслах, а твердые жиры являются насыщенными, в основном животные жиры. В настоящее время 90% пищевых масел производятся из подсолнечного масла.

В общем, среди множества доступных масел подсолнечное масло является одним из самых полезных. Соевые и кукурузные масла находятся в нижней части списка с точки зрения преимуществ. Он содержит ненасыщенные жирные кислоты, жирорас-

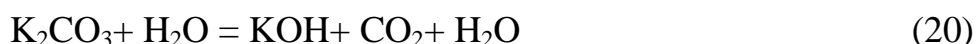
творимые витамины А, В, Е и F и минералы. Подсолнечное масло обеспечивает полезные вещества, которые нужны человеку каждый день, но организм не производит.

Глицерин - это простой трехатомный спирт. Бесцветная, без запаха, сладкая, вязкая жидкость, атомы водорода гидроксильной группы переносятся на другие металлы наряду со щелочными металлами, если они реагируют с гидроксидами (Fe, Cu, Ca, Ba и др.), Их называют глицератами. Одним из свойств многоатомных спиртов является то, что они растворяют гидроксиды металлов и образуют сложные соли. Качественно реагирует с гидроксидом меди и дает фиолетовый цвет. (Формула 19).

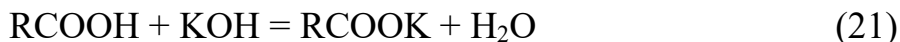


Карбоновые кислоты - это жирные жидкости, легче воды, без запаха, бесцветные, нерастворимые в воде, растворимые в органических растворителях.

Для того, чтобы получить необходимую основу для гидролиза, я использовал метод наших предков с незапамятных времен, то есть я получил основу из сахара ( $\text{K}_2\text{CO}_3$ ). Согласно этому способу сахар изготавливается из саксауловой золы. Саксаульную золу можно найти в любом месте приготовления шашлыка в Казахстане. Он берет пепел саксаула, кладет их в маленькую глубокую миску, поливает их водой и кипит. Затем горячую воду непрерывно перемешивают до полного погружения золы. Во время кипения растворенные вещества в золе растворяются, а питательные вещества и сок золы выходят с водой, образуя осадок, который медленно осаждается, отделяется, осушается и кипятится до тех пор, пока пепел золы снова не окажется в том же сосуде. Обезвоженный Нил превращается в белый порошок. Это называется сахар. Он состоит в основном из карбоната калия. Когда сахар растворяется в воде, образуется гидроксид калия: (20 формул).



Наконец, мы получили натуральное мыло, добавив калиевую основу к полученной смеси жирных кислот: (формула 21).



Где  $\text{R} = \text{C}_{17}\text{H}_{31}$ .

Молярная масса жира - 878 г/моль, плотность - 0,92 г/см<sup>3</sup>.

Мы рассчитали необходимое количество воды, используя следующий метод: (Формула 22).

$$V = m / \rho \quad (22)$$

Где, m - масса, кг.

V - объем, см<sup>3</sup>.

$$V = 878 / 0,92 = 954 \text{ см}^3/\text{моль},$$
$$954 * 0,2 = 200 \text{ см}^3.$$

Если принять 100 мл жира, это будет 0,2 мол.  
Молярная масса H<sub>2</sub>O - 18 г/моль, плотность  $\rho = 1 \text{ г/см}^3$ . затем

$$3 * 0,2 = 0,6 \text{ мл},$$
$$0,6 * 18 = 10,8 \text{ мл}.$$

Но мы получаем слишком много воды (100 мл).

Катализатор - серная кислота (5-6 капель).

Следует:

Молярная масса глицерина составляет 92 г/моль, плотность  $\rho = 1,26 \text{ г/см}^3$ . за-  
тем

$$V = 92/1,26 = 73 \text{ см}^3,$$
$$73*0,2 \text{ моль} = 14,6 \text{ см}^3.$$

Молярная масса карбоновых кислот - 280 г/моль, плотность  $\rho = 0,92 \text{ г/см}^3$ . за-  
тем

$$V = 280/0,92 = 304 \text{ см}^3/\text{моль},$$
$$304*0,6 = 183 \text{ см}^3.$$

Продукты, образующиеся из реагирующего сырья: (Формула 23).



Если взять 50 мл полученной смеси карбоновых кислот, это будет 0,16 мол. Если мы скажем 0,16 моль гидроксида калия, мы получим 9 г, что составляет 4,5 мл.

Молярная масса C<sub>17</sub>H<sub>31</sub>COOK составляет 318 г / моль.

Молярная масса воды -18 г/моль,

$$18*0,16 = 2,8 \text{ моль},$$
$$318*0,16 = 50,88 \text{ г}.$$

Материальный баланс процесса:

Углекислота - 50 мл.

Гидроксид калия - 4,5 мл.

C<sub>17</sub>H<sub>31</sub>COOK- 50,88 г.

Вода - 2,8 мл.

## 2.2 Идентификация полученного ПАВ методом ИК-спектроскопии

ИК-спектр образца ПАВ был получен на спектрометре «Avatar 370 CsJ» FTIR spectrometer в спектральном диапазоне  $4000-500\text{ см}^{-1}$  из таблеток, полученных прессованием 2 мг образца с 200 мг KBr. Префикс для эксперимента: Передача E.S.P.

На ИК-спектре ПАВ (рисунок 3) присутствует полоса при  $2924\text{ см}^{-1}$ , характерная для групп  $-\text{CH}_2-$  и  $-\text{CH}_3$  групп. В области  $1735\text{ см}^{-1}$  обнаруживается полоса поглощения, характерная для карбонильной группы  $\text{C}=\text{O}$  карбоновой кислоты. Области  $3405\text{ см}^{-1}$  проявляется полоса поглощения, характерная для гидроксильных групп  $-\text{OH}$ . Полосы поглощения в области  $1500-500\text{ см}^{-1}$  можно отнести к валентным колебаниям простых  $\text{C}-\text{C}$  связей и к деформационным колебаниям простых  $\text{C}-\text{H}$  связей.

Таким образом, из данных ИК-спектроскопии можно заключить, что полученное соединение является жирной карбоновой кислотой.

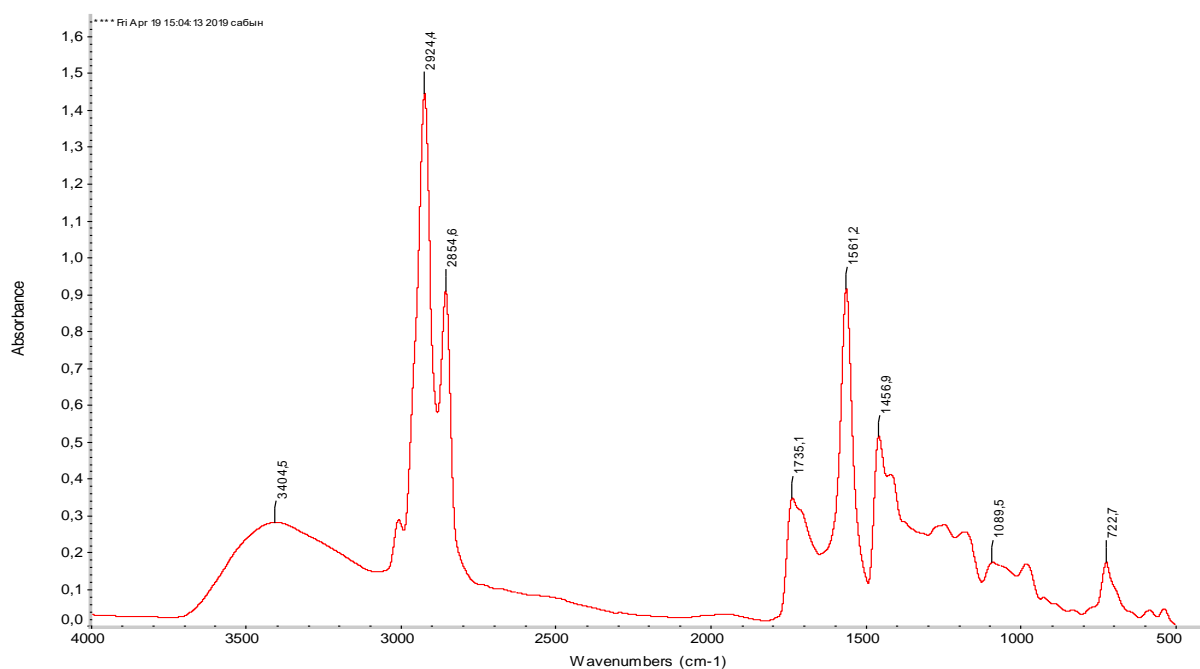
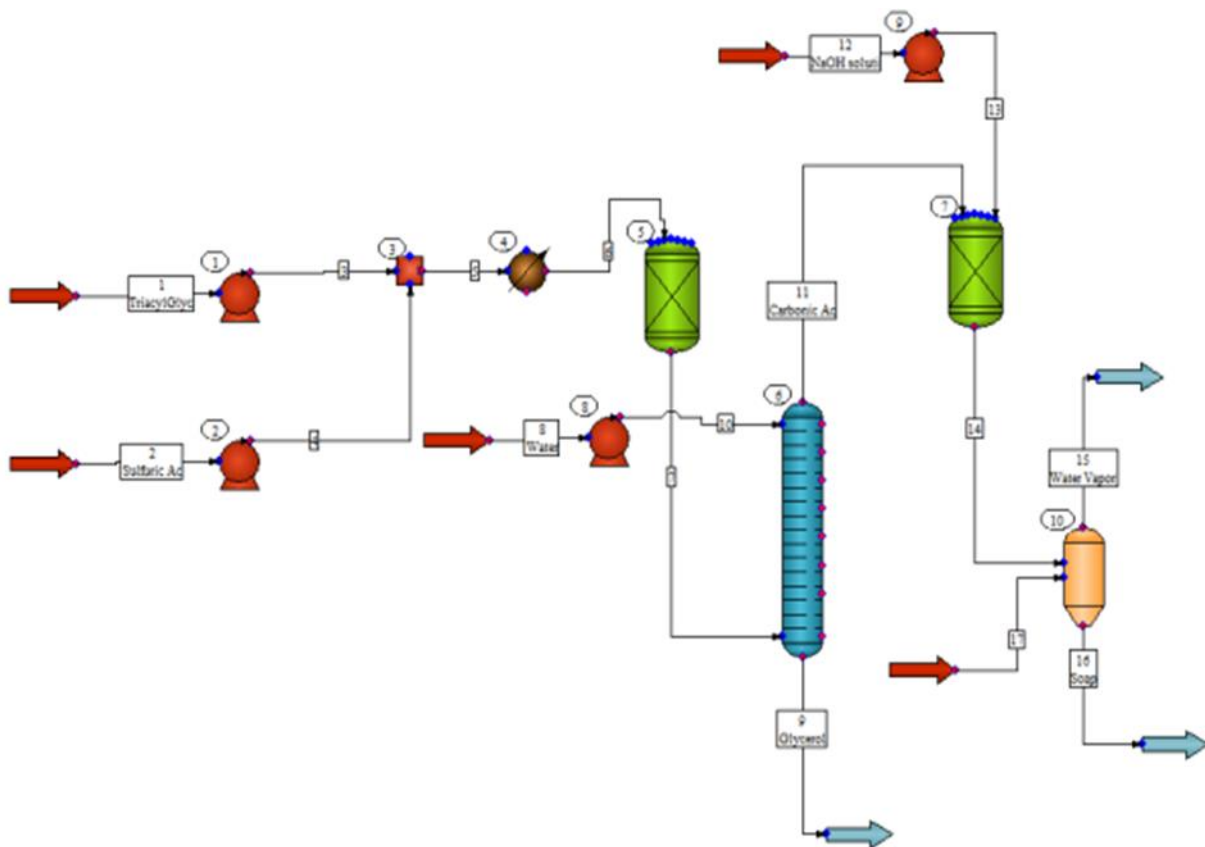


Рисунок 3 – ИК спектр полученного ПАВ

## 2.3 Моделирование (проектирование) процесса производства поверхностно-активного вещества (мыла) из технических масел с использованием программы ChemCad

Процесс производства поверхностно-активных веществ из отходов процесса производства подсолнечного масла «Шедевр» (технические масла) был разработан с использованием программы моделирования ChemCad [7-10]. Технологическая схема процесса приведена ниже (рисунок 4).



(1 поток - смесь технических масел (отходы производства); 2 поток - раствор концентрированной  $H_2SO_4$  ..; 8 поток - вода; 12 поток - раствор гидроксида калия; 17 поток - нагретый воздух; 1, 2 и 8 - насосы; 4 - теплообменники; 5 и 7 реакторы; 6 - экстракторы; 10 - ректификационная колонна)

Рисунок 4 - технологическая схема процесса производства ПАВ (мыла)

Сырье (поток 1) и раствор серной кислоты (поток 2) направляются в смеситель через насосы (1 и 2). Затем смесь поступает в теплообменник (4), где смесь нагревается до  $60^{\circ}C$ . Нагретая смесь затем поступает в реактор (5) и подвергается реакции гидролиза технического масла в присутствии кислоты. После реакции гидролиза смесь направляют в экстрактор (6). Смесь осаждается там, в результате чего образуются два слоя - органический и водный. Углеродные кислоты переходят в органический слой, а глицерин и серная кислота накапливаются в водном слое. Водный слой (поток 9) отделяют путем подачи со дна экстрактора. Смесь карбоновых кислот выпускается из верхней части экстрактора (поток 12). Он собирается в реакторе (7). Раствор гидроксида калия (поток 12) подается в реактор сверху с помощью насоса (поток 9) (поток 13). Реакция нейтрализации карбоновых кислот происходит в этом реакторе. В результате образуются поверхностно-активные вещества (калиевые соли карбоновых кислот). Затем суспензия поверхностно-активного вещества (поток 14) направляется в сушилку (10). Одно поверхностно-активное вещество (мыло) продувают и сушат горячим воздухом (поток 17), нагретым до  $100^{\circ}C$ . Пар горячей воды выходит из верхней части сушилки (поток 15). Со дна сушилки поступает готовое (высушенное) поверхностно-активное вещество (мыло) (поток 16).

## 2.4 Определение ПАВ методом потенциометрического титрования

Количество карбоновых кислот, образующихся после гидролиза смеси технических масел, определяли путем разбавления ее раствором гидроксида натрия. Изменение рН смеси во время титрования показано (рис. 5). Содержание карбоновых кислот в смеси составило 98 мас. %.

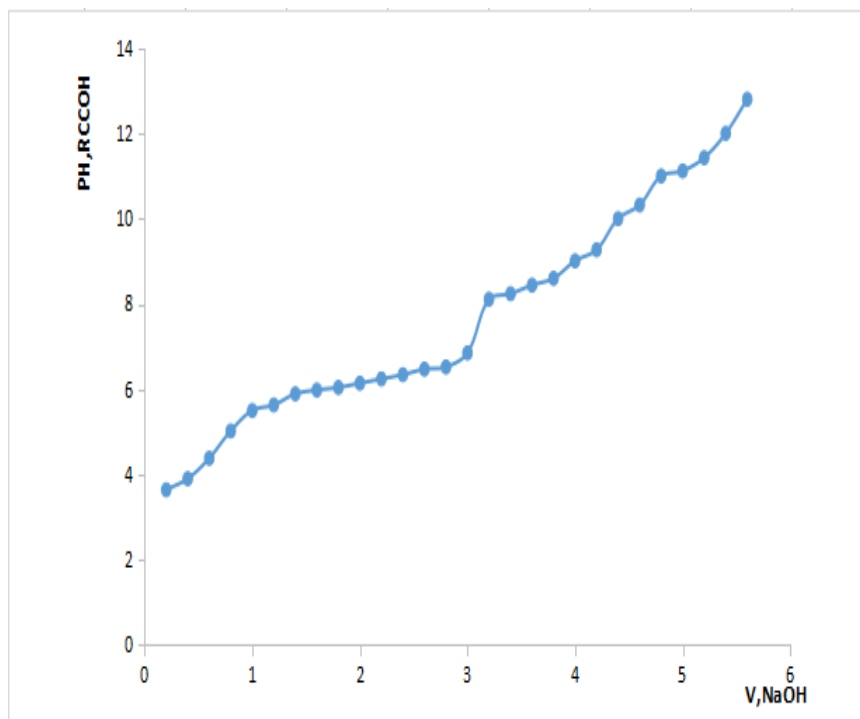
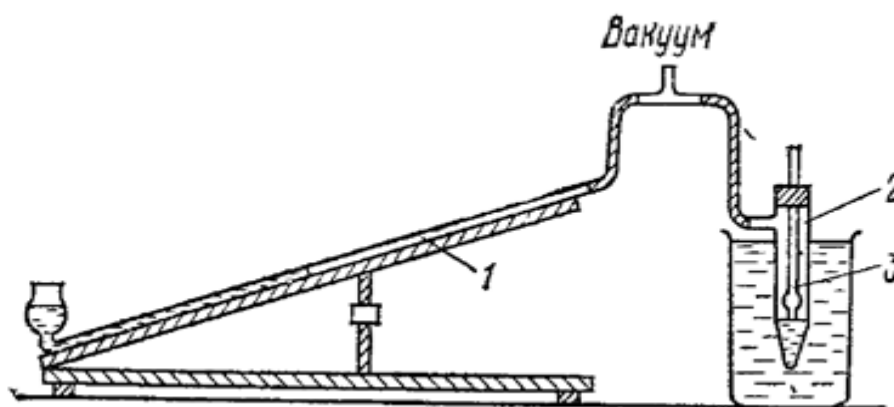


Рисунок 5 - Кривая потенциометрического титрования раствора ПАВ гидроксидом натрия

## 2.5 Построение изотермы поверхностного натяжения водного раствора ПАВ

Для определения критической концентрации мицеллообразования образующихся поверхностно-активных веществ (мыла) была построена изотерма поверхностного натяжения его водного раствора. Поверхностное натяжение растворов ПАВ в воде (изотерма поверхностного натяжения) определялось путем измерения максимального давления внутри газового пузырька с помощью манометра Ребиндера (рис. 6) [11,12].





1- манометр; 2- пробирки для пробной жидкости; 3 - капилляр)

Рисунок 6 - Установка для измерения поверхностного натяжения раствора ПАВ по методу П.А. Ребиндера

Поверхностное натяжение раствора рассчитывали по следующему уравнению: (Формула 24)

$$P_v / P_p = \sigma_v / \sigma_p \quad (24)$$

где  $P_v$  и  $P_p$  - относительные давления (показания манометра) внутри пузырька газа, образованного в воде и растворе, соответственно;  $\sigma_v$  и  $\sigma_p$  - значения поверхностного натяжения воды и раствора, соответственно.

На рисунке 7 показана изотерма поверхностного натяжения ПАВ. Критическая концентрация мицеллообразования (ККМ) в водном растворе поверхностно-активного вещества определялась по изотерме поверхностного натяжения. ККМ составила  $KKM = 2,0 \times 10^{-3}$  моль/л. Это значение очень близко к значению ККМ для олеата натрия ( $2,01 \times 10^{-3}$  моль/л) [13]. Следовательно, можно сделать вывод, что смесь полученных карбоновых кислот состоит в основном из олеиновой кислоты.

Кроме того, используя уравнение Гиббса [14] из изотермы поверхностного натяжения, мы рассчитали величину адсорбции в насыщенном адсорбционном слое, которая равна следующей величине. (Формула 25)

$$\Gamma = - \frac{C}{RT} * \frac{d\sigma}{dc} \approx \frac{\Delta\sigma}{RT} = \frac{19,04 \times 10^{-3} \text{ Н / м}}{8,34 (\text{Дж / моль} * \text{К}) \times 295 \text{ К}} = 7,7 \times 10^{-6} \text{ моль / м}^2. \quad (25)$$

Из значения максимальной адсорбции можно рассчитать площадь поперечного сечения молекулы ПАВ в насыщенном (уплотненном) адсорбционном слое [14], согласно уравнению 26:

$$S_m = \frac{1}{\Gamma_{\text{макс}} * N_A} = \frac{1}{7,7 \times 10^{-6} \text{ моль / м}^2 * 6,02 \times 10^{23} \text{ моль}^{-1}} = 0,22 \times 10^{-18} \text{ м}^2 / \text{молекула}. \quad (26)$$

Эта величина очень близка к площади поперечного сечения карбоновых кислот ( $0,25 \times 10^{-18}$  м<sup>2</sup>/молекула) [13].

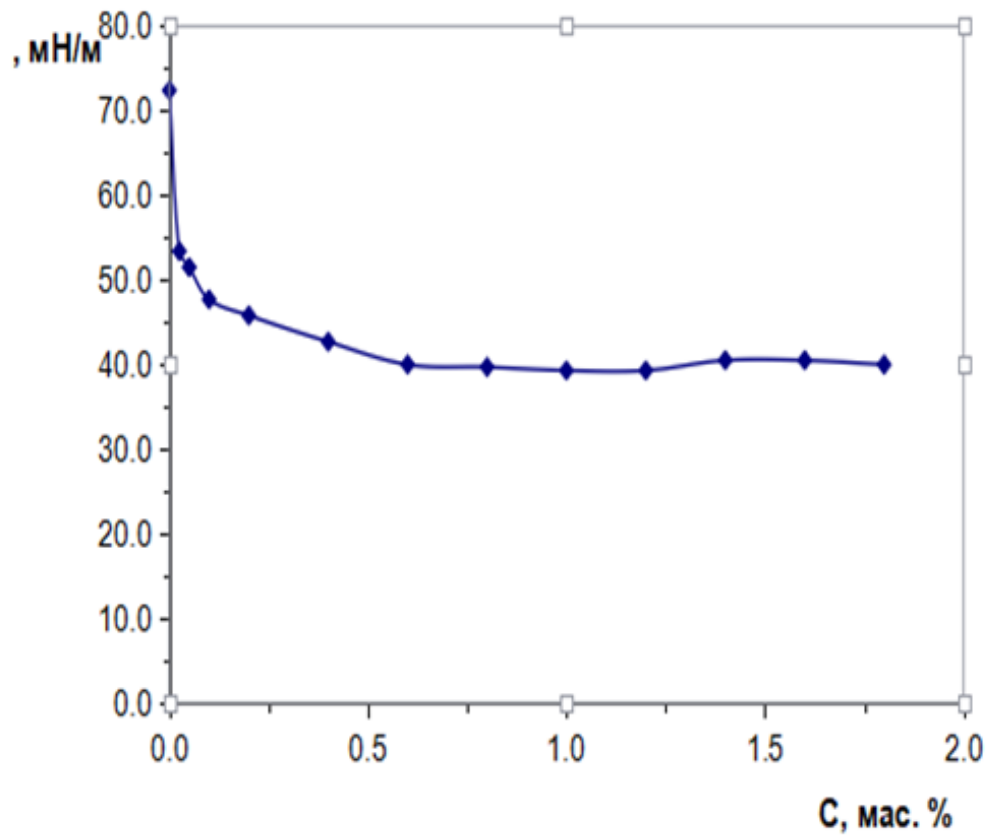


Рисунок 7 - Изотерма поверхностного натяжения раствора ПАВ (мыла) в воде

### 3 Расчет экономической эффективности производства ПАВ (мыла)

Цена технического масла от завода по производству подсолнечного масла составляет 125 тенге/кг:

1)  $125 * 1000 \text{ кг} = 125000 \text{ тг/т}$

2)  $M (\text{жир}) = 884 \text{ г / моль} * 0,92\% = 813,8 \text{ г/моль}$

3) Масса карбоновой кислоты, полученной в результате гидролиза жира:

$884 - 846$

$813,3 - x, x = 778,3 \text{ г}$

4) Масса поверхностно-активных веществ, полученных из карбоновых кислот:

$282 - 320$

$778,3 - y, y = 883 \text{ г}$

5) Цена по количеству мыла, полученного из одной молочной карбоновой кислоты:

$883 \text{ г/150 г} = 6 \text{ (мыло)},$

$6 * 230 \text{ тг} = 1354 \text{ тг.}$

6) Цена мыла за тонну карбоновой кислоты:

$0,883 - 1354 \text{ тг}$

$1000-z, z = 1533409 \text{ тг.}$

Чтобы найти валовую прибыль, мы вычитаем все затраты из прибыли: (Формула 27)

$$1533409 - 125000 + 1530 = 1406879 \text{ тг/т.} \quad (27)$$

Из этого видно, что производство поверхностно-активных веществ (мыла) на основе использования отечественного, неисчерпаемого природного растительного сырья (производственных отходов) является экономически целесообразным.

#### 3.1 Преимущества полученных поверхностно-активных веществ

Можно отметить следующие преимущества неисчерпаемого мыла, произведенного на основе отечественного сырья:

- Прежде всего, стоимость домашнего мыла значительно ниже, что, очевидно, помогает создать социальные условия для населения в эпоху рынка.

- Во-вторых, мыло изготавливается из натурального сырья (растительного масла), поэтому оно не вызывает кожных заболеваний (аллергии).

- В-третьих, низкая стоимость позволяет широко использовать продукт (ПАВ) при производстве, например, в концентраторах в качестве пенообразователя, гидрофобизатора, стабилизатора.

- В-четвертых, влияние предлагаемой технологии на окружающую среду минимально.

- В-пятых, при производстве поверхностно-активных веществ выделяется еще один важный товар (вещество) - глицерин. Существует возможность получения чистого глицерина путем дальнейшего совершенствования (разработки) технологической схемы.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Из отхода производства подсолнечного масла «Шедевр» Евразийского продовольственного холдинга получено поверхностно-активное вещество – смесь карбоновых кислот.

2. Методами потенциометрического титрования, ИК-спектроскопии и измерения поверхностного натяжения определена структура полученного ПАВ.

3. Показано, что полученное ПАВ является смесью карбоновых кислот. При этом установлено, что основную массу смеси карбоновых кислоты (не менее 90%) составляет олеиновая кислота.

4. С помощью Пакета моделирующих программ ChemCad составлена технологическая схема и определен оптимальный режим процесса производства ПАВ из отхода производства.

5. Проведен экономический расчет эффективности процесса производства ПАВ из отхода производства. Показана целесообразность производства ПАВ из отхода производства подсолнечного масла.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Гельфман М., Ковалевич О., Юстратов В. Коллоидная химия. 5-е изд., стер. СПб. Изд-во: Лань. 2010. 336 с.
- 2 Қазбеков М. Химия тұрмыста. Алматы, 1989 ж. 120 б.
- 3 Thierry Benvegnu, Daniel Plusquellec, Loic Lemiegre. Surfactants from Renewable Sources: Synthesis and Applications. December 2008. DOI: 10.1016/B978-0-08-045316-3.00007-7.
- 4 Thomas P. Кнеппер, Jose Luis Berna. Chapter 1 Surfactants: Properties, production, and environmental Aspects. //Comprehensive Analytical Chemistry. 2003. Vol. 40. P. 1-49.
- 5 Mikael Kjellin Phd., Ingegard Johansson. Surfactants from Renewable Resources. John Willey & Sons, Ltd. 11 January 2010. 343 p.
- 6 Иванов В.Г., Гева О.Н. Органическая химия. Краткий курс. Учебное пособие. Издательство: ИНФРА-М, 2019 г. <https://www.labyrinth.ru/books/697997/>
- 7 CHEMCAD Version 7. User Guide. Chemstation. 2016.
- 8 CHEMCAD™ The Book of Examples. Steady State and Dynamics. Release 20/6 /2002
- 9 CHEMCAD 5™ Version 5.0. Book of Examples. Part: Steady-State Simulation. Release 083199. August 1999. -37 p.
- 10 <http://www.isr.umd.edu/Labs/CACSE/A-Team/ChemCAD/tutorials/rxr.html>
- 11 Практикум по коллоидной химии. Под редакцией И.С. Лаврова. Москва: Высшая школа, 1983. 216 с.
- 12 Фридрихсберг Д.А. Курс коллоидной химии. Санкт-Петербург: Химия, 2008.
- 13 Лабораторные работы и задачи по коллоидной химии. Под редакцией Ю.Г. Фролова и А.С. Гродского. Москва:
- 14 Фролов Ю.Г. Курс коллоидной химии. Поверхностные явления и дисперсные системы. Москва: Химия, 2009. 400 с.