

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт Химии и Инженерной Экологии
Кафедра «Химия, химические процессы и технологии»

Направление подготовки 240100.62 «Химическая технология»
профиль «Химическая технология органических веществ»

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему «Оптимизация выделения латекса СКМС-30АРК, полимеризации
бутадиена-1,3 и α –метилстирола».

Студент группы 1131 ХТбз А.Ю. Визгалова

Руководитель: к.х.н., доцент И.В. Цветкова

Председатель независимой экспертной комиссии
по проверке ВКР на предмет обеспечения
самостоятельности их выполнения
на основе системы
«Антиплагиат. ВУЗ»

Допустить к защите:

Заведующий кафедрой: д.х.н., профессор Г.И. Остапенко

«__» _____ 20 г.

Тольятти 2016г.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Гольягтинский государственный университет»

Институт химии и инженерной экологии
Кафедра «Химия, химические процессы и технологии»

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой _____ (И.О.Ф.)

(Подпись, дата)

ЗАДАНИЕ

на выполнение бакалаврской работы

Студенту Визгаловой А.Ю.

1. Тема Оптимизация выделения латекса СКМС-30АРК, полимеризации бутадиена-1,3 и α -метилстирола.

2. Срок сдачи студентом готовой работы _____

3. Исходные данные к работе Производительность, N=16т/год, одного агрегата 2493 кг/ч каучука; Содержание сухого остатка 19% масс; Расход H₂SO₄ – 12 кг/1т каучука; Расход NaCl – 200 кг/1т каучука; Подача серума - 30/ч; Эпам – 30 кг/ч;

4. Содержание текстового документа (перечень подлежащих разработке вопросов) Теоретическая часть: физико – химические основы процесса коагуляции, существующие методы выделения каучуков.

Технологическая часть: описание технологической схемы;

Расчетная часть – расчет материального и теплового баланса, расчет оборудования.

5. Перечень графического материала и иллюстрационного материала (ориентировочный)

1. Технологическая схема, чертеж основного аппарата. _____

2. Плакаты по диплому _____

6 Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы

Руководитель _____ (Ф.И.О.)

(подпись, дата)

Задание принял к исполнению _____ (Ф.И.О.)

ИНСТИТУТ ХИМИИ И ИНЖЕНЕРНОЙ ЭКОЛОГИИ
Кафедра «Химия, химические процессы и технологии»
УТВЕРЖДАЮ

Заведующая кафедрой

_____ Г.И. Остапенко
(подпись) (И.О. Фамилия)

« _____ » 20 ____ г.

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН
бакалаврской работы

Студента:
по теме:

Наименование раздела работы	Плановый срок выполнения раздела	Фактический срок выполнения раздела	Отметка о выполнении	Подпись руководителя
Введение	26.02.2016	26.02.2016	Выполнено	
Теоретическая часть	5.03.2016	5.03.2016	Выполнено	
Технологическая часть	29.03.2016	29.03.2016	Выполнено	
Расчетная часть	4.04.2016	4.04.2016	Выполнено	
Выполнение чертежей:	17.05.2016	17.05.2016	Выполнено	
Выполнение плакатов	26.05.2016	26.05.2016	Выполнено	
Заключение	12.06.2016	12.06.2016	Выполнено	
Предварительная защита	15-18.06.2016	15-18.06.2016	Выполнено	
Оформление работы	18-26.06.2016	18-26.06.2016	Выполнено	

Руководитель выпускной
квалификационной работы

(подпись)

И.В. Цветкова
(И.О. Фамилия)

Задание принял к исполнению

(подпись)

(И.О. Фамилия)

АННОТАЦИЯ

Выпускная квалификационная работа 42 с., 2 рисунка, 15 таблиц, 22 использованных источника, 5л. графического материала.

КОАГУЛЯЦИЯ, СМЕШАННАЯ КОАГУЛЯЦИЯ, ЭПАМ, КРОШКА КАУЧУКА, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ.

Цель работы оптимизация выделения латекса СКМС-30АРК, полимеризации бутадиена-1,3 и α –метилстирола.

В теоретической части рассмотрены виды коагуляции, физико – химические основы процесса коагуляции, свойства сырья, вспомогательных материалов и готового.

В технологической части описано предлагаемое техническое решение, описание технологической установки и аналитический контроль.

Рассчитан материальный и тепловой баланс, технологический и конструктивный расчет основного аппарата.

В ходе работы было предложено для улучшения процесса формирования крошки каучука снизить температуру коагуляции в интервале от 20 до 40°C

СОДЕРЖАНИЕ

Введение

1. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1.1 Существующие методы производства 8

1.2 Физико – химические основы процесса коагуляции 11

1.3 Свойства сырья, вспомогательных материалов и готового

продукта 15

2.ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Предлагаемое техническое решение 20

2.2. Описание технологической установки 20

2.3 Аналитический контроль на установке 21

3.РАСЧЕТНАЯ ЧАСТЬ

3.1 Материальный расчет и материальный баланс установки 24

3.2 Тепловой расчет и тепловой баланс установки 29

3.3 Технологический и конструктивный расчет основного аппарата 31

3.4 Выбор оборудования 34

Заключение 38

Список использованной литературы 39

ВВЕДЕНИЕ

Эмульсионные бутадиен-стирольные (α -метилстирольные) каучуки являются каучуками общего назначения. Основная область применения бутадиен-стирольных (α -метилстирольных) каучуков — шинная промышленность. Кроме того, они широко используются в производстве различных резиновых технических изделий (в том числе стойких к воздействию радиации), обуви, товаров бытового назначения и т. д. Каучуки, не содержащие примесей, способных адсорбировать воду (диэлектрические), применяют в кабельной промышленности.

Эмульсионную полимеризацию проводят при высокой (48-50 °С) или низкой (5 °С) температуре — «горячая» или «холодная» полимеризация соответственно. Получаемый латекс, независимо от типа полимеризации после отгонки незаполимеризовавшихся мономеров подвергают коагуляции. При коагуляции происходит выделение каучука в виде крошки.

В настоящее время на предприятии ООО «Тольяттикаучук» коагуляция осуществляется по каскадной схеме, включающей три аппарата коагуляции, с подачей в первый аппарат каскада (верхний) хлорида натрия и рециркулирующий серум, а во второй и третий аппарат каскада серной кислоты и рециркулирующего серума. В зависимости от природы применяемого при получении каучука эмульгатора и от типа каучука расход хлорида натрия на коагуляцию составляет 190-250 кг на 1 т выделяемого каучука. Хлорид натрия практически полностью переходит в сточные воды, что затрудняет работу биологических очистных сооружений, угнетая микрофлору аэротенков. Физико-химические методы извлечения солей из сточных вод трудоемки и дорогостоящи, в связи с чем не получили промышленного применения. Так, на крупных заводах, производящих каучуки эмульсионной полимеризации, ежегодно сбрасывается 20-30 тыс. тонн хлорида натрия в пресные водоемы. Это приводит к

безвозвратной потере значительных количеств ценного сырья - хлорида натрия, а также к необратимому засолению пресных водоемов, изменению их биоценоза, к ухудшению экологического состояния таких пресных водоемов, как Воронежское водохранилище, рек Волга, Иртыш, Белая и др. Таким образом, стадия выделения синтетических каучуков из латексов, является наиболее проблематичной с точки зрения экологии. Кроме того, при выделении синтетических каучуков из латексов большим количеством хлорида натрия возникают технологические и экономические проблемы - получается много пылевидной крошки, что затрудняет процесс ее промывки и сушки, помимо значительных потерь каучука в виде такой крошки с промывными водами, велика доля некондиционного по содержанию влаги каучука.

На современном этапе развития технологии получения эмульсионных синтетических каучуков наиболее перспективным является применение методов бессолевого выделения с использованием водорастворимых катионных полиэлектролитов. Данный способ выделения каучука позволяет решить изложенные выше экологические, технологические и экономические проблемы, возникающие при выделении каучуков хлоридом натрия. Однако, перевод лентоотливочных машин полностью на бессолевой метод невозможен, ввиду образования липкой, крупной крошки, что приведет к забивки движущего полиэфирного сито, из-за ограниченного размера ячейки, к образованию неравномерной крошки, не способной сформироваться в ленту.

Целью данной работы является – оптимизация процесса коагуляции латекса СКМС-30АРК.

Для достижения данной цели предложен комбинированный способ проведения коагуляции, заключающийся в сочетании солевого (с

применением хлорида натрия) и бессолевого (с применением полиэлектролита «РЕАГЕНТ ЭПАМ») метода выделения каучука при снижении температуры коагуляции.

1. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1.1 Существующие методы производства.

Латекс, полученный в результате полимеризации бутадиена и α – метилстирола, представляет собой коллоидную систему, в которой мелкие частицы каучука находятся во взвешенном состоянии и имеют одинаковый электрический заряд. Под влиянием этих зарядов частицы отталкиваются одна от другой, чем в известной степени обуславливается стабильность латекса. Для обеспечения устойчивости латекса в процессе полимеризации вводится диспергатор - лейканол. Присутствие лейканола в латексе не обеспечивает полноту перевода мыл карбоновых кислот в свободные кислоты в процессе коагуляции раствором серной кислоты.

Коагуляция – это объединение частиц дисперсной фазы в агрегате вследствие сцепления (адгезии) частиц при их соударениях. Соударения происходят в результате броуновского движения, а также седиментации, перемещения частиц в электрическом поле (электрокоагуляция), механические воздействия на систему (перемешивания, вибрации) и т.д. Характерные признаки коагуляции- увеличение мутности (интенсивности рассеиваемого света), появление хлопьевидных образований – флокул (отсюда термин флокуляция, часто используемый как синоним коагуляции), расслоение исходно устойчивой к седиментации системы (золя) с выделением дисперсной фазы в виде коагулята (осадка, сливок). При высоком содержании частиц дисперсной фазы коагуляция может приводить к отверждению всего объёма системы вследствие образования пространств, сетки коагуляционной структуры. В относительно грубодисперсных системах (суспензиях) при отсутствии броуновского движения первичных частиц о коагуляции можно судить по изменению седиментации- от оседания независимых первичных частиц с постепенным

накоплением осадка (бесструктурная седиментация) к соединению агрегатов сплошным слоем; при достаточно высокой концентрации частиц в системе такой слой образует четкую границу (структурная седиментация). Кроме того, коагуляция приводит к увеличению конечного объёма осадка. Коагуляция сама по себе (не осложненная изотермической перегонкой или коалесценцией) не приводит к изменению размера и формы первичных частиц.

Коагуляция наиболее характерна для дисперсий твердых веществ (золей, суспензий), в которых, в отличие от эмульсий и пен, коалесценция невозможна даже при непосредственном контакте частиц после прорыва разделяющих их пленок жидкости. Процесс, обратный коагуляции – распад агрегатов до первичных частиц, называется пептизацией.

В заводской практике коагуляцию большинства латексов производят действием уксусной кислоты либо солей двухвалентных или трехвалентных металлов (например, магния, алюминия и др.). Широко применяют для коагуляции и наиболее доступный продукт – поваренную соль NaCl. Коагуляция латекса может наступить также и при его охлаждении или нагреве. После коагуляции латекса, введенные добавки должны быть отмыты от каучука водой, так как их присутствие может неблагоприятно сказаться на качестве каучука. На коагуляцию должен поступать предварительно дегазированный латекс.

При коагуляции, в зависимости от характера латекса и вида применяемого коагулянта, полимер может выпадать в виде образований самой различной величины: от мелких, еле видимых глазом крупинок до больших кусков. В зависимости от величины частиц коагулюма различают несколько видов коагуляции.

А) Комковая коагуляция. Полимер выпадает в виде больших сгустков или комьев. Комовая коагуляция наблюдается, например, при действии кислот (уксусной, серной) на дивиниловый латекс. Вследствие образования больших комьев твердого полимера непрерывное

осуществление комовой коагуляции невозможно. Это способ коагуляции является несовершенным и промышленного значения не имеет.

Б) Хлопьевидная коагуляция. Полимер выпадает в виде более или менее крупных хлопьев. Такой полимер образуется, например, при коагуляции латексов типа буна Эс-3 хлористым алюминием и солями железа. Промывка крупных хлопьев полимера затруднительна, поэтому хлопьевидную коагуляцию применяют редко. Еще менее ценна коагуляция, при которой выпадает в виде полужидких хлопьев (студня).

В) Зернистая коагуляция. Полимер выделяется в виде зерен-крупинок весьма небольшой величины. Зернистая коагуляция имеет большое применение, так как позволяет легко осуществить непрерывный процесс, достичь полной отмывки полимера водой и почти нацело удалить из него воду при сушке. Этот вид коагуляции вызывается обычно солями двухвалентных металлов с добавкой уксусной кислоты. Его применяют наиболее часто при производстве эмульсионных синтетических каучуков.

Г) Бессолевая коагуляция. Суть бессолевого метода заключается в замене реагента, участвующего в процессе выделения (коагуляции) каучука из латекса, содержащего биологически не разлагаемый стабилизатор лейканол. До сих пор в процессе коагуляции применяли растворы хлористого натрия (соли) и серной кислоты. После коагуляции соль и лейканол поступали на очистные сооружения предприятия. Для повышения качества стоков была разработана технология бессолевого коагуляции с помощью нового синтетического реагента «Эпам». Данный реагент образует с лейканолом водорастворимый комплекс и практически полностью остается в каучуке. Внедрение новой технологии позволяет снизить содержание лейканола в промышленных сточных водах предприятия в 10-15 раз, хлорида – почти в 2 раза. Проведенные промышленные испытания технологии показали соответствие качества каучука требованиям ГОСТа.

Д) Солевая коагуляция. Рассмотрим более подробно солевую коагуляцию. Для выделения каучука из латекса проводится его коагуляция с применением электролитов раствора NaCl и раствора H₂SO₄. Коагуляция происходит под влиянием нескольких факторов-действий электролитов, степени перемешивания, температуры в зависимости от свойств латекса.

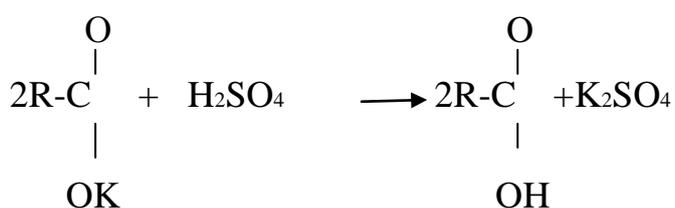
1.2 Физико-химические основы процесса коагуляции

Процесс выделения каучука из латекса, содержащего мыла канифоли и жирных синтетических кислот состоит из трех стадий:

1. Загустение крошки под воздействием NaCl (флокуляция)
2. Образование крошки каучука под воздействием H₂SO₄ на сфлокулированный латекс (коагуляция)
3. Превращение мыл в свободные карбоновые кислоты под воздействием раствора H₂SO₄.

При введении в латекс электролита NaCl отрицательно заряженные частицы полимера нейтрализуются положительно заряженными ионами натрия, в результате чего частицы полимера слипаются. Нарушается стабильность латекса. Происходит агломерация частиц, латекс приобретает консистенцию густых сливок – образуется флокулят.

Вторая стадия выделения характеризуется высаждением крошки, при этом к флокуляту добавляется раствор H₂SO₄. Происходит взаимодействие H₂SO₄ с эмульгатором, в результате реакции мыла связанных кислот переходя в свободные органические кислоты:



При разрушении оболочки эмульгатора каучук выделяется из латекса в виде крошки.

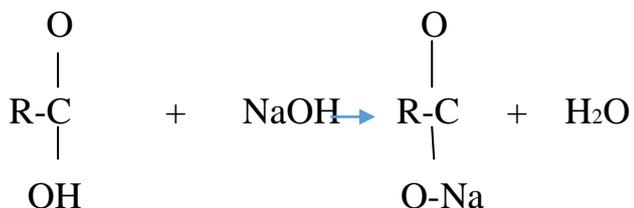
Для коллоидных систем очень важно продолжительность этой стадии.

Время коагуляции, сопровождающееся образованием зернистого коагулюма, значительно меньше необходимого для химического превращения.

Пульпа с крошкой проходит стадию отделения крошки каучука от серума. При подщелачивании происходит нейтрализация серной кислоты, находящейся в увлеченном серуме натриевой щелочью:



При избытке щелочи, возможно, частичное омыление свободных органических кислот, образовавшихся при коагуляции:



При выделении синтетических каучуков из латексов большим количеством хлорида натрия возникают технологические и экономические проблемы – получается много пылевидной крошки, что затрудняет процесс ее промывки и сушки, и помимо значительных потерь каучука в виде такой крошки с промывными водами, велика доля некондиционного по содержанию влаги каучука.

Комбинированный метод коагуляции, более чувствителен к воздействию указанных выше причин ввиду минимального расхода солевого раствора, расход на 1 тонну каучука составил 180-210 против

190-250 кг хлорида натрия, расход «Реагента ЭПАМ» составил 0,8-0,9 кг/т каучука.

Этот метод позволяет использовать минимальный расход хлорида натрия, что способствует значительному улучшению экологических характеристик процесса выделения каучуков из латекса, увеличить производительность линий, повысить надежность работы оборудования, также улучшению качественных характеристик продукта. В частности, повышению качество сушки и промывки каучука, устойчивость каучука к воздействию тепла и кислорода.

В 2008 году на предприятии ввели в работу комбинированный метод коагуляции с применением «Реагента ЭПАМ», но проблема с крошкой каучука и налипанием ее на вал аппарата, что приводит к неэффективному использованию рабочего объема аппарата и частому останову, и залипанию внутренних конструкций также остаётся. Температурный режим коагуляции оказывает значительное влияние на структуру частиц полимера, изменяя их форму. Снижение температуры коагуляции до 20-40°C приводит к уменьшению липкости крошки каучука и ее прилипаемости к металлическим поверхностям. Данные представлены в таблице 1.1.

Табл.1.1

Влияние температуры коагуляции на полноту выделения полимера из латекса, хим. состав и свойства α -метилстирольных каучуков

Номер опыта	1	2	3	4	5	6
Марка каучука	СКС-30АРК	СКМС-30АРК	СКМС-30АРКМ-15	СКМС-30АРК	СКС-30АРК	СКС-30АРК
Температура коагуляции, °С	20	30	40	60	15	40
рН коагуляции, °С	2,0	2,5	2,8	2,0	2,5	2,5
рН промывной воды	6,3	7,8	8,0	8,0	7,8	7,8
Полнота выделения полимера, мас.%	100	100	100	98	86	98
Массовая доля органических кислот, %	5,85	5,8	6,0	5,7	5,8	5,8
Массовая доля мыл органических кислот, %	отс	отс	отс	0,10	0,12	отс.
Потеря массы при сушке, %	0,21	0,16	0,40	0,60	0,50	0,40
Массовая доля золы, %	0,031	0,029	0,025	0,035	0,028	0,028
Термостабильность (ИСП), %	89	88	96	90	80	89
Липкость, г/см ²	75,9	74,5	63,5	87,1	65,6	85,6
Прилипаемость, г/см ²	16,25	17,0	13,4	26,25	16,0	28,15

Из данных таблицы следует, что проведение процесса выделения каучука из латекса по заявляемому способу с дозированием всего количества коагулянта-полиэлектролита в серум при температуре коагуляции в интервале 20-40°C (примеры 1-3) позволяет существенно повысить технологичность процесса и достичь 100%-ной полноты выделения каучука за счет значительного снижения липкости образующейся крошки каучука и ее прилипаемости по сравнению с известными способами, по которым коагуляция проводится при стандартной температуре 55-65°C (примеры 4) введении всего количества или большей части коагулянта-электролита непосредственно в латекс и одновременном смешении латекса, коагулянта-полиэлектролита и кислоты (пример 6). При этом свойства каучука сохраняют соответствие уровню нормативно-технической документации. При понижении температуры коагуляции ниже 20°C (пример 5) снижается полнота выделения каучука из-за образования очень мелкой крошки каучука.

1.3 Свойства сырья, вспомогательных материалов и готовой продукции.

1. Латекс СКМС-30АРК для каучука марки БСК-1500 и БСК-1502 (Технологический регламент ТР-Е - 1-9 -01- 08).

Предел допустимой концентрации в воздухе: α -метилстирол- 5 мг/ м³ ,
бутадиен - 100 мг/ м³.

Массовая доля α -метилстирола, % масс:

- при работе прямоточного отгонного агрегата – 0.3

- при работе противоточной колонны – 0.2

Вязкость латекса для каучука БСК -1502 - 40- 65.

Имеет щелочную среду и может содержать до 0.3 % свободного альфаметилстирола. При длительном воздействии может вызвать раздражение кожи, экземное заболевание. Пары альфаметилстирола раздражают слизистые оболочки, при попадании на кожу вызывают жжение, трещины. При длительном воздействии вызывают изменение состава крови, увеличение печени. Альфаметилстирол обладает общетоксичными действиями. Бутадиен обладает наркотическим действием.

2. Стабилизатор ВС- 30а ТУ38.40367-87

Внешний вид: вязкая жидкость от светло- желтого до светло-коричневого цвета без механических примесей.

Массовая доля ВС-30А не менее 90%

Температура вспышки, определяемая в открытом тигле не ниже 116°C.

3. Серная кислота техническая контактная.

ГОСТ 2184 -77 с изм. 1,2,4 улучшенная 1 сорт

Массовая доля железа не более 0,015%

Массовая доля моногидрата, 92,5 – 94,0 %

Токсическая опасность – 2 класс.

Раздражает и прижигает слизистые верхних дыхательных путей. При попадании на кожу вызывает тяжелые ожоги. Попадание в глаза вызывают потерю зрения.

4. Натрий едкий (ж) – при попадании на кожу и слизистые оболочки, особенно в глаза, вызывает химические ожоги. При длительном воздействии может вызвать язвы и экземы. Токсическая опасность–2 класс.

5. Соль поваренная NaCl (ж) – раздражающие действие на кожу. При длительном воздействии появляются глубоки язвы. Возможны поражения слизистых оболочек.

6. Раствор хлористого натрия (технологический регламент ТР-Е-4-23-08)

Плотность, г/ см³ не менее 1,17

Массовая доля суммы ионов кальция и магния, мгэкв/л, не более 1,5

7. Концентрация раствора серной кислоты, % масс 1,0-2,0

8. Серум

Для агрегатов № 1- 4 (из емкости №8/1,2):

Массовая доля хлористого натрия, % 4,0-7,0

9. Воздух КИПиА (отделение Д-7 цеха Д-7-Е-8) ПрФ 08-09-ОМК

Качество соответствует не ниже 1 класса по ГОСТ 17433-80 (по техническим требованиям и эксплуатации пневмосистем)

10. Точка россы, °С, не более минус 40 °С

2. Давление, кг/ см³, не менее 5,5

11. Пар 13 атм. ПрФ 08-09- ОМК

1. Температура, °С, не ниже 255

2. Давление, кг/ см³, не ниже 9,0

3. Жесткость общая, мкг экв/кг отс

4. РН 8.5-9.5

12. вода умягченная (отделение Е-3 цеха Д-7-Е-8) И-23-09-ОМК

1. Жесткость, общая, мг экв/л, не более 0,07

2. Массовая доля взвешенных веществ, мг/л, не более 15

3. Прозрачность, см, не менее 20

4. Температура, °С, не менее 10

5. Давление, кг/ см³ не ниже 4

13. Каучук синтетический БСК-1502 получается совместной полимеризацией бутадиена с α - метилстиролом при низкой температуре с применением в качестве эмульгатора смеси мыл диспропорционированной канифоли и синтетически жирных кислот.

Каучук БСК – 1502 – при повышенной температуре обладает запахом остаточного мономера – альфаметилстирола. Токсическая опасность - 4 класс.

Каучук БСК-1502

T самовоспл. - 389°C

T воспламен. -239°C

Каучук синтетический марки БСК- 1502 содержит –не окрашивающий антиоксидант. Каучук марки БСК предназначен для поставки на экспорт и внутри страны для изготовления изделий шинной, резинотехнической промышленности.

В технической документации продукт обозначается: «Каучук синтетический БСК по ТУ 2294-023-48158319-2001». Наименование показателя и норма для каучука показано в таблице 1.2.

табл.1.2

Наименование и норма каучука

Наименование показателя	Норма для каучука БСК-1502
Вязкость по Муни МБ 1+4 (100°C)	45-57
Разброс вязкости внутри партии	8
Потеря массы при сушке, % не более	0,5
Массовая доля антиоксиданта, %	
BC -1	-
BC -30A	1,0-2,0
Массовая доля незаполимеризованного винильного мономера, % не более	0,1

Примечания:

1.Для шинной промышленности для всех марок каучука БСК вязкость по Муни должна соответствовать 45-54.

2. При поставке продукции в партии каучука допускается наличие брикетов, отличающихся по вязкости по Муни на 2 ед. от верхнего и нижнего значений вязкости при соответствии однородности и среднего значения вязкости по Муни требованиям настоящих ТУ.

Кроме того, ГОСТом предусмотрено:

1. Каучук не должен содержать посторонних включений, выключений структурированного и влажного полимера.

2. Каучук должен быть однородным – показатель вязкости по Муни каждого брикета поставляемой партии каучука, в том числе и предназначенного для экспорта, в пределах одной партии не должен отличаться на 6 единиц для каучука первого сорта.

Каучук выпускается в виде брикетов.

2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Предлагаемое техническое решение

Предлагается проведение комбинированной коагуляции 200кг хлористого натрия и 30 кг ЭПАМ. При температуре 20 - 40 °С

2.2 Описание установки коагуляции

Основным условием нормальной работы узла коагуляции латекса является получение крошки каучука необходимой для формирования равномерной, пористой, сохнущей ленты каучука на агрегатах 1-4.

Дегазированный латекс поступает из в аппараты № 2, 3, где должно быть постоянное перемешивание скоагулированной массы мешалкой. Контроль за величиной крошки каучука в аппаратах и в приемном ящике ЛОМ №25. В приемном ящике ЛОМ №25 крошка каучука должна быть мелкая, однородная. Серум, поступающий в 1-й поддон ЛОМ должен быть прозрачным. При уменьшении интенсивности перемешивания в аппаратах №2, 3 происходит увеличение размеров крошки каучука и комкование ее, что приводит к нарушению процессов формирования и сушки ленты каучука и к выводу из строя мешалок.

Перевод эмульгатора (смесь мыл канифоли и синтетических жирных кислот) в свободные органические (смоляные и жирные) кислоты проводится в процессе коагуляции в три стадии:

- в аппарате №2
- в аппарате №3
- на узле ФСК (формирование синтетического каучука).

Процесс коагуляции проводится в слабощелочной среде, с постепенным снижением рН по мере поступления скоагулированной массы на формирование ленты на сите ЛОМ №25 (узел ФСК).

Расход латекса (латексно-масляной эмульсии) на каскад коагуляции выдерживается автоматически регуляторами регулирующие клапаны установлены на линиях латекса в эжектор №1. При переключении на сработку латекса из другой емкости №1 своевременно производить изменение расхода латекса в зависимости от его сухого остатка, а именно:

-если сухой остаток в латексе из включаемой в сработку емкости уменьшился, то необходимо увеличить подачу латекса (латексно-масляной эмульсии), сохранив при этом нагрузку на каскад прежней и наоборот.

Расходы раствора хлористого натрия на коагуляцию выдерживается автоматически регуляторами, регулирующие клапаны установлены на линиях в эжекторы №1. При переключении в цехе Е-4 на сработку раствора хлористого натрия из другого бака скорректировать расход его. Концентрация хлористого натрия в серуме должна быть такой, чтобы содержание его обеспечило полноту коагуляции латекса. Меньшее содержание соли в серуме приводит к неполной коагуляции, расслоению масла, которое в виде мелких комков высаживается на стенках аппарата № 2 и на ленте каучука, что приводит к неравномерному распределению масла в каучуке.

Контролировать концентрацию соли в серуме по результатам анализов, выполненных в лаборатории цеха Е-1 (не реже 1 раза в неделю), ареометром не мене 3-х раз в смену.

Контроль осуществляется по приборам общего расхода и давление раствора хлористого натрия на вводе в отделение.

При давлении раствора хлористого натрия $\leq 3,5$ кгс/ см³ срабатывает световая сигнализация. Если давление недостаточное, т.е. раствора хлористого натрия поступает меньше, то процесс коагуляции нарушается. При давлении раствора серной кислоты $\leq 1,5$ кгс/ см³ срабатывает звуковая

и световая сигнализация. Температура серума в приемном ящике ЛОМ № 25 ежечасно замеряется спиртовым термометром.

Расходы серума в аппараты № 2, 3 выдерживаются автоматически регуляторами регулирующие клапаны установлены на линиях серума в аппараты №2, 3, рН среды в аппаратах № 2, 3 регистрируются на приборах.

Расходы раствора серной кислоты в аппараты № 2, 3 выдерживается автоматически регулятором, регулирующие клапаны установлены на линиях раствора серной кислоты в аппараты № 2 и 3 соответственно.

2.3 Аналитический контроль

Аналитический контроль представлен в таблицах 2.1 и 2.2

табл.2.1

Контролируемые показатели

Наименование стадий процесса, анализируемый продукт	Метод отбора Пробы (место установк и анализатора)	Контролируемые показатели	Методы контроля (методика анализа ГОСТ или ТУ)	Норма	Частота контроля	Кто контролирует
Серум	Из приемного ящика ЛОМ № 25	Массовая доля хлористого натрия	Меркурометрический (методика №57) Ареометром	4-7%	1раз в неделю 3 раза в смену	Лаборатория цеха Е-1 Аппаратчик коагуляции

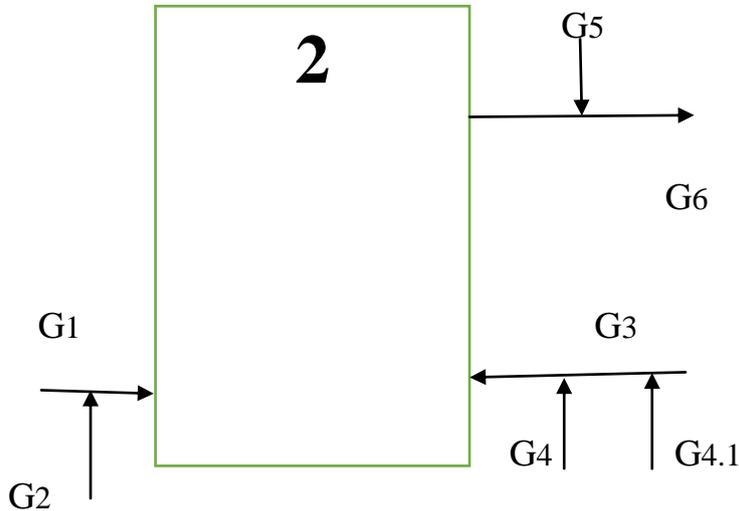
табл.2.2

Наименование стадий процесса и их допустимые пределы

№ п/п	Наименование стадий процесса, показатели режима	Ед. изм.	Допустимые пределы технологического процесса	Требуемый класс точности изм. приборов	Способы и средства измерения
1	Расход латекса (ЛМЭ) в эжектор №1	м ³ /час	8-16	1	Регулирование регистрация
2	Расход хлористого натрия в эжектор №1	м ³ /час	1,3-3,0	1	Регулирование регистрация
3	Расход серума в аппарате №2, 3	м ³ /час	15-35	1	Регулирование регистрация
4	рН среды в аппарате №2, 3		7,8-8,5	1	Регулирование регистрация
5	Температура серума в приемном ящике ЛОМ №25	°С	55-65	1	Регулирование регистрация
6	Перемешивание мешалкой в аппарате №2, 3		непрерывно		визуально

3. РАСЧЕТНАЯ ЧАСТЬ

3.1 Материальный расчет и материальный баланс установки.



G1 - латексная эмульсия;

G2 -раствор NaCl;

G3-серум;

G4- раствор H₂SO₄;

G4.1- эпам;

G5- частично скоагулированный латекс с серумом;

G6- серум;

Материальный баланс

$$G1 + G2 + G4 + G4.1 = G5 + G6$$

Основные данные к материальному балансу установки коагуляции:

1. Производительность агрегата 16 т/год каучука;
2. Производительность одного агрегата 2493 кг/ч каучука;
3. Содержание сухого остатка 19% масс;
4. Расход H₂SO₄ – 12 кг/1т каучука;
5. Расход NaCl – 200 кг/1т каучука;

6. Подача серума - 30 кг/ч;

7. Эпам – 30 кг/ч;

8. Содержание эмульгатора в каучуке 5,8 % масс.

1. Определим количество латекса, идущего на процесс коагуляции, зная содержание сухого остатка:

$$F(\text{латекса}) = 16 * 19 * 100 / 10 = 3040 \text{ кг/ч};$$

2. Содержание антиоксиданта ВС – 30А в каучуке 1,25% масс:

$$x = 19 * 1,25 / 100 = 0,237 \% \text{ масс};$$

$$F(\text{антиоксиданта}) = 3040 * 0,237 / 10 = 7,2 \text{ кг/ч};$$

3. Содержание эмульгатора в каучуке 5,5 %масс:

$$x = 19 * 5,5 / 100 = 1,05 \% \text{ масс};$$

Расход эмульгатора, кг/час;

$$F(\text{эмульгатора}) = 3040 * 1,05 / 100 = 31,92 \text{ кг/ч};$$

4. Рассчитаем количество сополимера, содержащегося в латексной эмульсии:

$$19 - (0,237 + 1,05) = 17,7 \% \text{ масс};$$

$$F(\text{сополимера}) = 3040 * 17,7 / 100 = 538,4 \text{ кг/ч};$$

5. Сухого остатка в латексной эмульсии содержится 19%масс., остальное водная фаза. Количество водной фазы составляет:

$$100 - 19 = 81 \%$$

$$F(\text{водная фаза}) = 3040 * 81 / 100 = 2462,4 \text{ кг/ч};$$

Табл.3.1

Количество веществ в латексной эмульсии

№	компонент	кг/ч	%
1	сополимер	538,4	17,7
2	ВС- 30А	7,2	0,24
3	эмульгатор	31,92	1,05
4	вода	2462,4	81
	итог	3040	100

6. Рассчитаем количество раствора NaCl, подаваемого на коагуляцию. На 1т каучука расходуется 200 кг соли.

$$200\text{кг} - 0,2 \text{ т}$$

$$2 \text{ т/ч} - 2000 \text{ кг/ч}$$

На коагуляцию подается 20 % -ный раствор NaCl;

$$F(\text{раствор NaCl}) = 2000 * 100 / 20 = 10000 \text{ кг/ч};$$

Табл.3.2

Количество раствора NaCl;

№	компонент	кг/ч	%
1	NaCl	2000	20
2	вода	8000	80
	Итого:	10000	100

7. Рассчитаем количество раствора H₂SO₄, подаваемого на коагуляцию. На 1т каучука расходуется 12 кг кислоты; а на 3,04 тонны каучука 36,5 кг/ч. Принимаю, что вся масса кислоты поступает в аппарат коагуляции. Отсюда количество 1,8 % раствора H₂SO₄ составит

$$F(\text{H}_2\text{SO}_4) = 36.5 * 100 / 1.8 = 2027,7 \text{ кг/ч};$$

Табл.3.3

Количество раствора H₂SO₄

№	компонент	кг/ч	%
1	H ₂ SO ₄	36,5	1,8
2	вода	1991,2	98,2
	Итого:	2027,7	100

8. Рассчитаем количество серума, подаваемого на коагуляцию.

По данным к материальному балансу во 2 аппарат подается $30 \text{ м}^3 / \text{ч}$.
 Зная плотность серума ($1,034 \text{ т/ м}^3$) пересчитаем в кг/ч:
 $F(\text{серум в 2 ап.}) = 30 * 1,034 * 1000 = 31020 \text{ кг/ч}$;
 Количество и состав смеси поступающей во 2 аппарат:
 Сополимер +эмульгатор + H_2SO_4 + NaCl +антиоксидант BC-30A + серум +
 вода = $46117,62 \text{ кг/ч}$.

Вода вступает с латексом, NaCl , H_2SO_4 :

$$2462,4 + 8000 + 1991,2 = 12453,6 \text{ кг/ч}$$

Процентный состав смеси, поступающей во 2 аппарата:

% содержания сополимера:

$$45145 - 100\%$$

$$538,4 - x \quad x = 1,19 \%$$

% содержание эмульгатора:

$$45145 - 100\%$$

$$31,92 - x \quad x = 0,07\%$$

% содержание антиоксиданта BC- 30A:

$$45145 - 100\%$$

$$7,2 - x \quad x = 0,01\%$$

% содержание NaCl :

$$45145 - 100\%$$

$$2000 - x \quad x = 22,1\%$$

% содержание серума:

$$45145 - 100\%$$

$$31020 - x \quad x = 68,1\%$$

% содержания H_2SO_4 :

$$45145 - 100\%$$

$$36,5 - x \quad x = 2,33\%$$

% содержания эпама:

$$45145 - 100\%$$

$$30 - x \quad x = 0,006\%$$

% содержание воды:

45145 – 100%

2453,6 – x x=5,45%

Занесем полученные данные в таблицу 3.4

Табл.3.4

Процентный состав смеси

№ п/п	Название компонента	кг/ч	%, масс
1	Сополимер	538,4	1,19
2	Эмульгатор	31,92	0,07
3	Антиоксидант ВС-30А	7,2	0,01
4	NaCl	2000	22,1
5	Серум	31020	68,7
6	H ₂ SO ₄	36,5	2,33
7	Водная фаза	2453,6	5,45
8	Эпам	30	0,006
	Итого:	46117,62	100

Сведем полученные данные в таблицу 3.5 материального баланса.

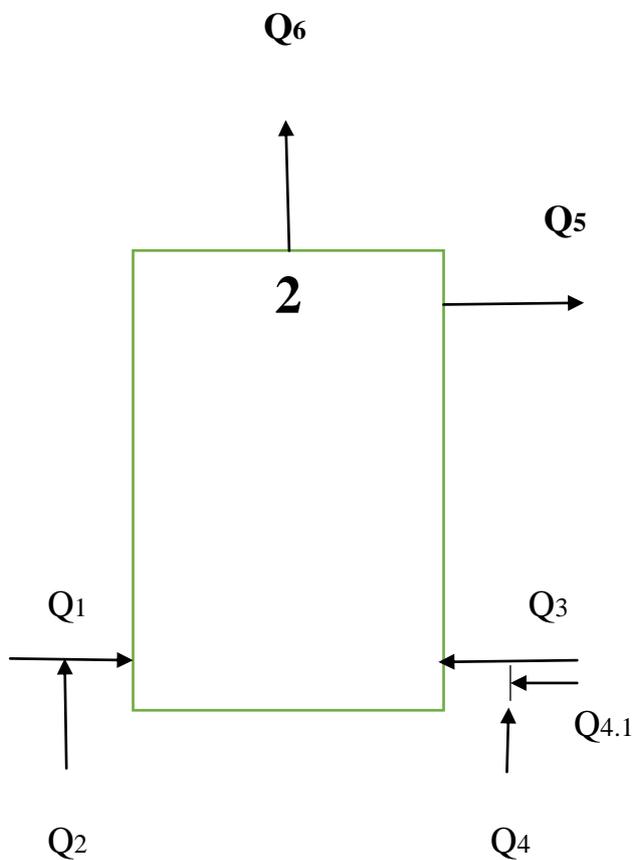
Табл. 3.5

Материальный баланс

№ п/п	Компонент	Приход, кг/ч	компонент	Расход, кг/ч
	1	2	3	4

№ п/п	1	2	3	4
1	Эпам	30	Скоагулированная	33664,02
2	Сополимер	538,4	масса	
3	Эмульгатор	31,92	вода	12453,6
4	Антиоксидант ВС-30А	7,2		
5	Водная фаза	2453,6		
6	Р -р NaCl	2000		
7	Р -р H ₂ SO ₄	36,5		
8	Серум	31020		
	Итого:	46177,62		46177,62

3.2 Тепловой расчет и тепловой баланс установки.



Q_1 – латексная эмульсия;

Q_2 – раствор NaCl;

Q_3 – серум;

Q_4 – раствор H_2SO_4 ;

$Q_{4.1}$ – эпам;

Q_5 – скоагулированный латекс;

Q_6 – потери в окружающую среду;

Количество теплоты каждого компонента находим по формуле:

$$Q = G * i,$$

где: G – количество смеси, кг/ч;

i – энтальпия.

$i = C * t$, где C - удельная теплоемкость (Дж/кг °С).

$$C_{\text{латекса}} = 2933 \text{ Дж/кг } ^\circ\text{C} \quad t = 60^\circ\text{C}$$

$$C_{\text{реагента «Эпам»}} = 1200 \text{ Дж/кг } ^\circ\text{C} \quad t = 20^\circ\text{C}$$

$$C_{\text{кислоты}} = 4148,5 \text{ Дж/кг } ^\circ\text{C} \quad t = 62^\circ\text{C}$$

$$C_{\text{серума}} = 3980,5 \text{ Дж/кг } ^\circ\text{C} \quad t = 16^\circ\text{C}$$

$$C_{\text{NaCl}} = 3687,2 \text{ Дж/кг } ^\circ\text{C} \quad t = 20^\circ\text{C}.$$

Количество компонентов, поступающих на процесс коагуляции, берем из материального баланса:

$$G(\text{латекса}) = 3040 \text{ кг/ч};$$

$$G(\text{реагента «Эпам»}) = 30 \text{ кг/ч};$$

$$G(H_2SO_4) = 1055 \text{ кг/ч};$$

$$G(\text{серума}) = 31020 \text{ кг/ч};$$

$$G(NaCl) = 10000 \text{ кг/ч}.$$

Определим энтальпию латекса:

$$i = 2933 * 60 = 175980 \text{ Дж/кг};$$

Определим энтальпию реагента «Эпам»:

$$i = 1200 * 20 = 24000 \text{ Дж/кг};$$

Определим энтальпию серума:

$$i = 3981 * 62 = 24822 \text{ Дж/кг};$$

Определим энтальпию H_2SO_4 :

$$i = 4148 * 16 = 66368 \text{ Дж/кг};$$

Определим энтальпию NaCl :

$$i = 3687 * 18 = 66366 \text{ Дж/кг}.$$

Находим количество теплоты вошедшую с латексом:

$$Q_1(\text{латекса}) = 3040 * 175980 / 3600 = 148605,3 \text{ Вт};$$

$$Q_2(\text{NaCl}) = 2000 * 66366 / 3600 = 36870 \text{ Вт};$$

Определим количество теплоты входящей смеси:

$$Q_1 + Q_2 = 148605,3 + 36870 = 185475,3 \text{ Вт};$$

Определим количество теплоты с серумом:

$$Q_3 = 246822 * 31020 / 3600 = 2126782,9 \text{ Вт};$$

$$Q_{4.1} = 30 * 24000 / 3600 = 200 \text{ Вт};$$

Находим количество теплоты H_2SO_4 :

$$Q_4 = 2027,7 * 66368 / 3600 = 37381,7 \text{ Вт};$$

Определим количество теплоты смеси:

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_{4.1} = 148605,3 + 36870 + 2126782,9 + 37381,7 = \\ = 2686275,2 \text{ Вт}.$$

Определим потери в окружающую среду, принимаем в процентах:

$$2686275,2 - 100\%$$

$$x - 6\%$$

$$x = 161176,5\%$$

Занесем полученные данные в таблицу 3.6. теплового баланса.

Табл.3.6

Тепловой баланс

Приход	Количества тепла, Вт	Расход	Количества тепла, Вт
1	2	3	4

1	2	3	4
Q ₁ - латекса	148605,3	Q ₆ – скоагулированная масса	2525098,7
Q _{4.1} – эпам	200	Q ₆ -потери в окружающую среду	161176,5
Q ₂ – NaCl	36870		
Q ₃ – серум	2126782,9		
Q ₄ – H ₂ SO ₄	373817		
Q _{4.1} – эпам	200		
Итого	2686275,2		2686275,2

3.3 Теплотехнический и конструктивный расчет основного аппарата

Расчет основного аппарата сводится к определению емкости цилиндрического коагулятора.

1. Найдем реакционный объем каждого продукта, поступающего аппарат, так как количество аппаратов 2 шт., то:

Из практических данных:

$$\rho \text{ (латекса)} = 963 \text{ кг/ м}^3;$$

$$\rho \text{ (р -р NaCl)} = 875 \text{ кг/ м}^3;$$

$$\rho \text{ (р-р H}_2\text{SO}_4) = 1004 \text{ кг/ м}^3;$$

$$\rho \text{ (серум)} = 1,034 \text{ кг/ м}^3;$$

$$\rho \text{ (эпам)} = 1150 \text{ кг/ м}^3;$$

$$V = G / \rho * 2$$

$$V \text{ (латекса)} = 16000 / 963 * 2 = 8.3 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$V \text{ (р -р NaCl)} = 2000 / 875 * 2 = 1.14 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$V \text{ (р-р H}_2\text{SO}_4) = 36.5 / 1004 * 2 = 0.018 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$V \text{ (серум)} = 21020 / 1034 * 2 = 15 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$V \text{ (эпам)} = 60 / 1150 * 2 = 0.026 \text{ м}^3/\text{ч};$$

Полученные данные занесем в таблицу 3.7

Табл. 3.7

Реакционный объём каждого продукта, поступающего в аппарат

№	Компонент	V, м ³ /ч
1	латекс	8,30
2	NaCl	1,14
3	H ₂ SO ₄	0,018
4	серум	15
5	эпам	0,026
	Итого	24,48

2. Определим объём аппарата:

$$V_{\text{ап}} = V_{\text{см}} * t / 60 * b$$

где: $V_{\text{см}}$ – объём смеси, поступающий в аппарат, м³/ч;

t – время пребывания смеси в аппарате, 16 минут (практические данные)

b – коэффициент заполнения аппарата (0,6 – 0,8)

$$V_{\text{ап}} = 24,48 * 16 / 60 * 0,7 = 9,32 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$V = \pi D^2 / 4 * 1,39 D$$

$$V = 0,785 * 1,39 * D^2 = 1,09 * D^2$$

$$9,32 = 1,09 * D^2$$

$$D^2 = 8,55 = 2,03 \text{ м}$$

Принимаю $D = 2200$ мм, тогда $H = 139 * D = 2400$ мм.

3. Рассчитаем толщину стенки аппарата по ГОСТ 52857.1-2007.

$$S_p = P * D / (2 [\sigma] \varphi - P) ;$$

Где: P – давление;

D – внутренний диаметр;

σ – 156 мПа – допускаемое напряжение;

φ – коэффициент прочности сварного шва;

$$S_p = 0.1 * 2200 / (2 * 156 * 1.0 - 0.1) = 0,7$$

$$S \geq S_p + C$$

$$C = C_1 + C_2$$

$$S \geq 0.7 + 2 + 0.3 = 3 \text{ мм}$$

Принимаем толщину стенки 3мм.

Проверка на допустимое условное значение.

$$[p] = ((2 * (S_1 - c) * \sigma * \varphi) / (D + (S_1 - 1)))$$

$$[p] = ((2 * (10 - 1) * 174 * 1) / 2200 + (10 - 1)) = 1.14 \text{ МПа}$$

4. Рассчитаем толщину плоских днищ.

$$S_1 - c / D_p \leq 0.11 = 10 - 1 / 2200 = 0.004$$

Расчетная толщина днища

$$S_{1p} = k * k_0 * D \sqrt{\frac{p}{\varphi * (\sigma)}} = 0.3 * 1.268 * 2340 \sqrt{\frac{0.1}{1 * 174}} = 21.3 \text{ мм}$$

Принимаем толщину крышки 24 мм.

$$S_{1p} \geq S_{1p} + c,$$

где: c – прибавка на коррозию.

$$S_{1p} = 21,3 + 1 + 0,7 = 23 \text{ мм}$$

$$k_0 = \sqrt{\frac{1 - \sum \left(\frac{d}{D_p}\right)^2}{1 - \frac{\sum d}{p}}};$$

$$k_0 = \sqrt{\frac{1 - \left[\left(\frac{200}{2200}\right)^2 + \left(\frac{650}{2200}\right)^2 + \left(\frac{100}{2200}\right)^2\right]}{1 - \left[\frac{200 + 650 + 100}{2200}\right]}} = 1.38 \text{ мм}$$

$$S_{1p} = k * k_0 * D_p \sqrt{\frac{p}{\varphi * (\sigma)}};$$

$$k = 0.41$$

$$S_{1p} \geq S_{1p} + c,$$

Где c – прибавка на коррозию.

$$S_{1p} = 0,41 * 1,38 * 2200 * \sqrt{\frac{0,1}{1,0 * 156}} = 1244,76 * 0,025 = 31,1 \text{ мм}$$

$$S_{ip} \geq 31,1 + 2 + 0,9 = 34 \text{ мм}$$

Принимаем толщину нижней крышки – 34 мм.

5. Определим диаметр штуцеров:

$$d_{шт.} = \sqrt{\frac{4 * V_{сек}}{\pi * \omega}} ;$$

где: $V_{сек}$ – секундный расход, $\text{м}^3/\text{сек}$;

ω – скорость жидкости (0,5 – 2,0), $\text{м}/\text{сек}$.

а) определим диаметр штуцера для входа латекса с раствором соли:

$$d_{шт.} = \sqrt{\frac{4 * 9,44}{3600 * 3,14 * 0,5}} = 0,081 \text{ см}$$

Принимаем 100 мм.

б) определим диаметр штуцера для входа серума с раствором кислоты:

$$d_{шт.} = \sqrt{\frac{4 * 15,044}{3600 * 3,14 * 0,5}} = 0,103 \text{ м} = 103 \text{ мм};$$

Принимаем 200 мм.

в) определим диаметр штуцера для входа скоагулированной массы:

$$d_{шт.} = \sqrt{\frac{4 * 24,48}{3600 * 3,14 * 0,5}} = 0,131 \text{ м} = 131 \text{ мм};$$

Принимаем 200мм.

3.4 Расчет мешалки

1. Для определения режима перемешивания, необходимо знать критерий Рейнольдса для мешалки:

$$R_c = \frac{n * d^2 * \rho}{\mu} ;$$

где: n – число оборотов мешалки, $\text{об}/\text{с}$;

d – диаметр лопастей, м ;

ρ – плотность жидкостей равная 960 кг/ м³;

μ – вязкость жидкостей равная 0,02 Н*с/ м³;

Принимаю двухлопастную мешалку со следующей характеристикой:

$$\frac{H}{D} = 3100 / 2200 = 1.41$$

$$\frac{D}{d} = 3.14$$

$$\frac{b}{d} = 0.25$$

Откуда

$$d = 2200 / 3.14 = 700 \text{ мм.}$$

Примем 700 мм.

Ширина вала мешалки равна $b = 0.25 * 700 = 0.175 \text{ м}$

Примем 175 мм

Определим критерий Рейнольдса:

$$R_c = 180 * 0.7^2 * 960 / 0.02 * 60 = 70780,5$$

По графику зависимости коэффициента C от критерия Рейнольдса, находим значение коэффициента сопротивления $C = 3,0$. Однако коэффициент сопротивления точен только для мешалок геометрически подобных тел к которым относятся соответствующие опытные данные. При отклонении от этого условия расход энергии изменяется. Поэтому в случае отсутствия геометрического подобия, значение C следует умножать на соответствующий поправочный коэффициент:

$$f_d = \left(\frac{D}{\alpha * d} \right)^{1.1} = \left(\frac{2200}{3 * 700} \right)^{1.1} = 1,05$$

$$f_H = \left(\frac{H}{D} \right)^{0.6} = \left(\frac{3200}{2200} \right)^{0.6} = 1,25$$

$$f_b = \left(\frac{b}{\alpha + \beta} \right)^{0.3} = \left(\frac{175}{0.25 + 700} \right)^{0.3} = 1,0$$

Т.к. в аппарате находится гильза для РН- метра и сосуд с сильно шероховатыми стенками, то принимаем поправочный коэффициент:

$$f_{PH} = 1,1 \quad f_{ш} = 1,1$$

Тогда коэффициент сопротивления равен:

$$C = C * f_d * f_n * f_v * f_{PH} * f_{ш} = 1,05 * 1,25 * 1 * 1,1 * 1,1 = 4,67$$

2. Определим рабочую мощность мешалки:

$$N_{раб} = C * d^5 * n^3 * \rho,$$

где: C – коэффициент сопротивления;

d – диаметр мешалки;

n – число оборотов мешалки равное 3 об/с;

ρ – плотность равна 960 кг/ м³

$$N_{раб} = 4,76 * 0,7^5 * 3^3 * 963 = 2682,72 \text{ Вт} = 19802,3 \text{ кВт}$$

Принимаем КПД равный 0,9.

3. Определим мощность двигателя:

$$N_{дв} = \frac{N_{раб} * f}{1000 * 0,9};$$

где: f – 1.5 коэффициент запаса мощности;

$$N_{дв} = 19802,3 * 1,5 / 1000 * 0,9 = 33 \text{ кВт};$$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предложена оптимизация стадии выделения каучука из латекса.

Показано, что комбинированный способ выделения каучука является наиболее эффективным.

Предложено для улучшения процесса формирования крошки каучука снизить температуру коагуляции в интервале от 20 до 40°C

Достигнута полнота выделения каучука 100% за счет снижения прилипаемости и липкости при снижении температуры до 40°C.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Аверко-Антонович, Л.А. Химия и технология синтетического каучука/ Л. А. Аверко-Антонович, Ю. О. Аверко-Антонович, П. А. Кирпичников. – М. : Колос, 2008. – 224 с.
2. Аверко-Антонович, И. Ю. Синтетические латексы. Химико-технологические аспекты синтеза, модификации, применения/ И.Ю. Аверко-Антонович. – М. : Альфа-М, 2005. – 113 с.
3. ПО «Синтезкаучук» Исследование процесса сополимеризации дивинила с α -метилстиролом при пониженной дозировке канифольного эмульгатора// Е.М. Сире, О.А. Камаева, Т.Н. Обрубова; Отчет №751, ЦЗЛ. – Тольятти, 1991.
4. Башкатов, Т.В. Технология синтетических каучуков: учеб. пособие для техникумов/ Т.В. Башкатов, Я. Л. Жигалин. – Л. : Химия, 1987. – 360 с.
5. Фролов, Ю.Г. Курс коллоидной химии. Поверхностные явления и дисперсные системы/ Т.В. Фролов. – М. : Альянс, 2004. – 97 с.
6. Говарикер, В.Р. Полимеры: пер. с англ./ В.Р. Говарикер, Н.В.Висванатхан, Дж. Шридхар; под ред. В.А. Кабанова. – М. : Наука, 1990. – 129 с.
7. Патент №2179173 РФ. Способ получения каучуков// Конюшенко В.Д., Гусев А.В., Привалов В.А. и др. (РФ).
8. Патент №2092496 РФ. Способ получения полистирольного латекса// Чечик О.С., Васильев В.К., Кузнецов В.Л. и др. (РФ).
9. Патент №2087486 РФ. Способ суспензионной полимеризации стирола// Островская А.И., Силкин С.П., Янковский Н.А. и др. (РФ).
10. Патент № 2374266 РФ. Способ получения карбоксилированного бутадиен-стирольного латекса// Рыльков А.А., Корыстина Л.А. (РФ).

11. Ершова, Э. М. Уточнение условий получения бутадиен-метилстирольных каучуков с уменьшенной дозировкой эмульгатора// Э.М. Ершова, Э.Д. Лашкина, Ю.А. Комаров; Материалы конференции «Каучуки эмульсионной полимеризации общего назначения. Синтез, модификация, качество». – М. : ЦНИИТЭнефтехим, 1988. – 46 с.
12. Патент № 2120949 РФ. Способ получения (со)полимерного каучука полихлоропренового типа// Риве Н.П., Сотерей Ф. (РФ).
13. Патент № 2161162 РФ. Способ получения (со)полихлоропреновых латексов, клеящее вещество, добавка, (со)полихлоропреновый латекс// Риве Н.П. (РФ).
14. ООО «Тольяттикаучук» Технологический регламент «Получение латекса СКС-30АРК» ТР-Е-1-01-13.
15. ПО «Синтезкаучук» Исследование возможности получения латекса СКМС-30АРК (для каучука марки «БСК-1502» при применении дробной подачи эмульгатора) // С.А. Лебедева, Ю.Н. Орлов; Исследование и усовершенствование процессов, повышение эффективности производства и качества каучуков на основе диенов. – Тольятти, 2015.
16. Афанасьев, С. А. Релаксационный метод контроля технологических свойств эластомеров/ С.А. Афанасьев. – М. : ЦНИИТЭнефтехим, 1991. – 28 с.
17. Краткий справочник физико-химических величин. Под ред. К.П. Мищенко и А.А. Равделя, – Л. : Химия, 1974. – 200 с.
18. Рабинович, В.А. Краткий химический справочник. – М. : Химия, 1978. – 392 с.
19. Рейхсфельд, В.О. Реакционная аппаратура и машины заводов основного органического синтеза и синтетического каучука/ В.О. Рейхсфельд, В.С. Шеин, В.И. Ермаков. – Л. : Химия, 1975. – 392 с.

- 20.Иоффе, И.Л. Проектирование процессов и аппаратов химической технологии: Учебник для техникумов/ И.Л. Иоффе. – Л. : Химия, 1991. – 352 с.
- 21.Кирпичников, П.А. Альбом технологических схем основных производств промышленности синтетического каучука: учеб. пособие для вузов/ П.А. Кирпичников, В.В. Береснев, Л.М Попова. – Л. : Химия, 1986. – 22 с.
- 22.Учебно-методическое пособие по выполнению для студентов, обучающихся по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология органических веществ» / сост. О.С. Авдякова, И.В. Цветкова, В.Е. Стацюк. – Тольятти, 2016. – 48 с.