

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

Институт химии и инженерной экологии

Кафедра «Рациональное природопользование и ресурсосбережение»

18.04.01 Химическая технология

(код и наименование направления подготовки)

Экобиотехнология

(направленность (профиль))

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

на тему:

**Совершенствование установки получения
бутадиенальфаметилстирольных каучуков
на примере предприятия ООО «СИБУР Тольятти»**

Студент

С.А. Рачков

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Научный
руководитель

М.В. Кравцова

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель программы

д.т.н., доцент, С.В. Афанасьев

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

(личная подпись)

« ____ » _____ 2017г.

Допустить к защите

Заведующий кафедрой
«РПиР»

к.п.н., доцент, М.В. Кравцова

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

(личная подпись)

« ____ » _____ 2017г.

Тольятти 2017

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
ГЛАВА 1. АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩЕГО ПРОИЗВОДСТВА СИНТЕТИЧЕСКОГО БУТАДИЕНАЛЬФАМЕТИЛСТИРОЛЬНОГО КАУЧУКА НА ПРЕДПРИЯТИИ ООО «СИБУР-ТОЛЬЯТТИ».....	12
1.1 Общая характеристика производства.....	12
1.2 Выпуск каучука марки СКМС-30АРКМ-15 солевым методом.	13
1.2.1 Прием и усреднение латекса в емкостях № 1/1-9.....	13
1.2.2 Коагуляция латекса для агрегатов № 1,2	14
1.2.3 Формирование, промывка и транспортировка ленты каучука в многоходовую сушилку № 15/1,2.....	16
1.2.4 Сушка ленты каучука.....	18
1.2.5 Брикетирование и упаковка каучука.....	20
1.3. Выпуск синтетического бутадиенальфаметилстирольного каучука бессолевым методом.....	24
1.3.1 Описание технологической схемы бессолевого коагуляции латекса	24
1.3.2 Коагуляция латекса, промывка и обезвоживание каучука для агрегатов № 5, 6.....	25
1.3.3 Сушка каучука в сушилке С-1/5,6.....	28
1.3.4 Брикетирование каучука на агрегатах № 5,6.....	30
1.3.5. Упаковка каучука.....	30
1.4. Выпуск каучука марки БСК-1502.....	32
1.4.1 Прием и усреднение латекса в емкостях № 101/1-6.....	32
1.4.2 Выделение, сушка, брикетирование и упаковка каучука марки БСК-1502 на агрегатах № 1,2 и № 5,6.....	33
1.5 Переработка каучука.....	33
1.6 Материальный баланс производства синтетических бутадиенальфаметилстирольных каучуков.....	36

1.6.1 Нормы расхода основных видов сырья, материалов и энергоресурсов.....	36
1.6.2 Материальный баланс получения 1 тонны каучука СКМС-30АРКМ-15.....	39
1.6.3 Материальный баланс получения 1 тонны каучука БСК-1502	43
1.7 Производственные сточные воды, поступающие на очистные сооружения.....	47
1.7.1 Количества образующихся стоков на установке производства синтетического бутадиенальфаметилстирольного каучука.....	47
1.7.2 Количество отходов образующихся в результате очистки стока в цехе водоочистке.....	50
1.8 Существующие способы улавливания полимеров в сточных водах	54
1.8.1 Общие данные об объекте исследования.....	54
1.8.2 Патентный поиск.....	55
ГЛАВА 2. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УСТАНОВКИ ВЫДЕЛЕНИЯ СИНТЕТИЧЕСКОГО БУТАДИЕНАЛЬФАМЕТИЛСТИРОЛЬНОГО КАУЧУКА.....	57
2.1 Анализ существующих проблем при производстве синтетического бутадиенальфаметилстирольного каучука.....	57
2.2. Предлагаемое техническое решение для снижения количества полимеров в сточных водах.....	58
2.3 Расчет параметров узлов предложенной схемы.....	61
2.3.1 Расчет барабанных фильтров.....	61
2.3.2 Расчет флотатора.....	63
2.3.3 Методика проведения опыта.....	63
2.3.4 Результаты исследования	66
2.3.5 Расчет объема флотатора.....	74
2.4 Опытные промышленные испытания узла механической очистки сточных вод.....	75

2.4.1 Описание проведения работ.....	76
2.4.2 Опытные промышленные испытания узла физико-химической очистки сточных вод.....	78
2.4.2.1 Описание опытно-промышленной установки.....	78
2.4.2.2. Описание проведенных работ.....	81
2.4.2.3 Проведения испытаний блока физико-химической очистки.....	82
2.4.3 Опытные промышленные испытания узла обезвоживания флотошлама.....	84
2.4.3.1 Описание опытно-промышленной установки.....	84
2.4.3.2 Описание проведенных работ.....	85
ГЛАВА 3. ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЛУЧАЕМОЙ ПРОДУКЦИИ И СЫРЬЯ.....	91
3.1 Характеристика получаемой продукции.....	91
3.2 Характеристика очищенного стока.....	97
3.3 Эффект от реализации технологического решения.....	99
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	101
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	104
<i>Приложение 1 - Патентный поиск</i>	<i>111</i>
<i>Приложение 2 - Схема шнекового обезвоживателя</i>	<i>116</i>
<i>Приложение 3 – Схема усреднения латекса в цехе E-2.</i>	<i>117</i>
<i>Приложение 4 – Схема солевой коагуляции латекса</i>	<i>118</i>
<i>Приложение 5 – Схема упаковки латекса</i>	<i>119</i>
<i>Приложение 6 – Спецификация упаковки латекса</i>	<i>120</i>
<i>Приложение 7 – Схема бессолевой коагуляции латекса</i>	<i>121</i>
<i>Приложение 8 – Схема усреднения латекса в цехе E-12.....</i>	<i>122</i>
<i>Приложение 9 - Схема гидравлической установки.....</i>	<i>123</i>

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в России одной из актуальных проблем загрязнения окружающей среды является увеличение количества отходов полимера, в результате наращивания мощностей нефтехимических предприятий. На производствах полимеров методом коагуляции и полимеризации, в результате промывки продукции отделения ее от воды, отжиму и сушке, происходит потеря части продукции вместе со сточными водами, образующимися в результате технологического процесса. Далее сточные воды загрязненные полимерами попадают на очистные сооружения, тем самым значительно увеличивая на них нагрузку. Производство бутадиенальфаметилстирольных каучуков эмульсионной полимеризации - крупнейшее в мировой структуре синтетических каучуков, их годовой объем выпуска более 4 млн. тонн в год, что составляет 32% мирового производства синтетических каучуков. В России бутадиен-стирольные (бутадиен-метилстирольные) каучуки эмульсионной полимеризации производят четыре промышленных предприятия и, в небольшом объеме, опытный завод ФГУП «НИИСК»: ОАО «Воронежсинтезкаучук» - 59,7 тыс. тонн в год, ООО «СИБУР-Тольятти» - 65,0 тыс. тонн в год, Стерлитамак - 59,5 тыс. тонн в год, ОАО «Омский каучук» - 81,8 тыс. тонн в год, ФГУП «НИИСК» - 0,02 тыс. тонн; это в основном каучук марки СКМС-10 РКП, периодически также марки СКС-30 АРПД и СКС-30 АКО, а так же на 9 основных предприятий производителей каучука по технологии полимеризации, так же на этих предприятиях широко развито производство латексов по подобной технологии, и за последние 10 лет их производство только наращивалось, а пуск основных производств синтетических каучуков приходился на 1970 года, что привело к накоплению большого количества трудноразлагаемых отходов, которые загрязняют окружающую среду токсичными составляющими отходов, попадающими в почвы и грунтовые воды в результате образования фильтрата, обладающего токсичными свойствами,

а так же вредными веществами, выделяющимися в результате пожаров на полигонах.

Таким образом, **актуальность** темы исследования обусловлена следующими факторами:

1. Динамикой роста отходов полимера на предприятии ООО «СИБУР-Тольятти»: по данным проекта нормативного образования отходов и лимитов на их размещения (ПНООиЛР) и фактическим данным на очистных сооружениях образуется до 450 тонн отходов полимера в год, а с учетом наращивания мощностей и увеличением износа оборудования, количество отходов полимера только возрастает, к тому же в результате присутствия полимеров в стоках на стадии биологической очистки дополнительно образуется до 5 тыс. тонн ила в год. В результате дорогостоящий продукт начинает приносить убытки за счет снижения качества очистки стоков (платы за негативное воздействия на окружающую среду, за хранение и размещение отходов на полигонах). Иловые карты практически полностью исчерпали свой ресурс, так же отсутствуют территории для создания новых полигонов. По данным технологического регламента по производству бутадиенальфаметилстирольного каучука потери каучука при производстве составляют 0,05% от всей выпускаемой продукции, но по фактическим данным за 2015 год на очистных сооружениях образовалось 400 тонн отходов полимера. Достигнутая мощность на 2014 год 65000, следовательно, в связи с износом оборудования вынос полимера сточными водами составляет ~ 0,5%, что фактически превышает проектные показатели в 10 раз.

2. Необходимостью сокращения объемов захоронения на полигонах по целому ряду причин: отсутствие земель под строительство новых полигонов возникновения экологических рисков в сфере утилизации отходов производства, потеря ценных компонентов.

3. Увеличением антропогенной нагрузки на окружающую среду за счет миграции загрязняющих веществ из отходов полимера.

4. Кумулятивным действием отходов полимера, что является непрогнозируемой угрозой будущему поколению.

5. Снижением качества очистки сточных вод, за счет присутствия в них полимеров. В настоящее время используется устаревшая технология очистки стоков на очистных сооружениях: для улавливания полимеров применяются полимер ловушки, после прохождения которых, в стоках остается достаточно большое содержание полимеров. После механической очистки стоки поступают на стадию биологической очистки. Полимеры, устойчивые к биохимическому окислению и оказывают вредное действие на работу биологических окислителей. При наличии полимеров в сточных водах эффективность биологической очистки резко снижается, падает производительность биологических окислителей (аэротенков), растет остаточное количество органических веществ в сточных водах, прошедших очистку из вторичных отстойников, выносится большое количество активного ила. Объясняется это тем, что полимеры сорбируются на развитой поверхности активного ила. В результате их накопления затрудняется осаждение активного ила, что приводит к большим его потерям со сточными водами. Вследствие этого, в аэротенках не удается поддерживать необходимую концентрацию активного ила, что резко снижает их окислительную мощность. В результате резко снижается качество очистки сточных вод на очистных сооружениях, и значительно увеличивается количество отходов образующихся в результате очистки сточных вод, такие как полимеры и активный ил.

6. Увеличением количества отходов образовавшихся в результате очистки сточных вод от полимеров, таких как активный ил.

7. Необходимостью снижения количества сырьевых ресурсов затрачиваемых на единицу выпускаемой продукции. На производство полимерной продукции затрачивается огромное количество энергетических и сырьевых ресурсов, например на производство 1 тонны каучука СКМС-30АРКМ-15 затрачивается 15 м³ воды, а на производство 1 тонны

каучука БСК-1502 до 10 м³, только на этапе получения каучуков без учета приготовления сырья для их производства. Так для подготовки воды для технологического процесса, на водозабор и водоотведения тратятся значительные количества энергоресурсов, вследствие чего, при создании замкнутого водооборотного цикла можно существенно снизить расходы на производство, а так же вредное воздействие на окружающую среду.

8. Потребностью использования наилучших доступных технологий, способствующих снижению накопления отходов. В настоящее время Правительство Российской Федерации определило приоритетное направление стратегического развития России: необходимость использования наилучших доступных технологий, способствующих снижению накопления отходов, являющимся с 2018 года обязательным для всех предприятий.

Проблема исследования заключается в увеличении антропогенной нагрузки на окружающую среду в результате стабильной динамики роста образования отходов полимера при производстве синтетического бутадиенальфаметилстирольного каучука и отсутствием эффективной технологии их снижения.

Цель исследования: повышение уровня рационального использования таких ресурсов как техническая вода и отходов полимера в процессе производства синтетического бутадиенальфаметилстирольного каучука для снижения нагрузок на очистные сооружения и получения вторичных ресурсов.

Объект исследования: существующая установка производства синтетических бутадиенальфаметилстирольных каучуков на предприятии ООО «СИБУР-Тольятти».

Предмет исследования: отходы полимера образованные в результате производства бутадиенальфаметилстирольных каучуков и их негативное влияние на процесс биологической очистки сточных вод и на окружающую среду в результате их захоронения.

Для достижения поставленной цели потребовалось решить следующие **задачи:**

1. Провести анализ работы существующего производства синтетического бутадиенальфаметилстирольного каучука на предприятии ООО «СИБУР-Тольятти», с целью определения уровня рационального использования водного ресурса (технологической воды) и отходов полимера.
2. Разработать технологическое решение для снижения количества образования отходов полимера, и возврата части стока в оборотную систему предприятия ООО «СИБУР Тольятти».

Теоретико-методологическую основу исследования составили технологический регламент производства синтетических бутадиенальфаметилметилстирольных каучуков в установке Е-2; проект нормативов образования отходов и лимитов на их размещения ООО «СИБУР Тольятти» и результаты работы специалистов практиков в области обращения с отходами.

В магистерской диссертации используются следующие **методы исследования:**

- 1) аналитический (анализ литературы по теме исследования, проведение патентного поиска);
- 2) наблюдение и обобщение эмпирического материала (изучение методов утилизации отходов производства полимеров, мониторинг и статистические исследования количества и качества образования, проведения эксперимента).

Научная новизна исследования заключается в предложении повышения эффективности использования водных ресурсов и отходов полимера в процессе производства синтетического бутадиенальфаметилстирольного каучука за счет внедрения технологического решения, которое включает на этапе механической очистки использования барабанных решеток для улавливания крошки каучука размером до 0,2 мм и на этапе физико-химической очистки

использования реагентов для удаления суспензии в виде несоагулированного латекса.

Теоретическая значимость исследования состоит в детализированном анализе образцов отходов полимера на производстве синтетического бутадиенальфаметилстирольного каучука предприятия ООО «СИБУР Тольятти», который включает расчеты количества образования отходов полимера и количество образующихся стоков с последующим их рациональным использованием.

Практическая значимость исследования заключается в проведении опытно-промышленных испытаний узлов механической очистки, физико-химической очистки, обезвоживания флотошлама, которые подтверждают эффективность внедрения технологического решения на производство синтетического бутадиенальфаметилстирольного каучука на предприятие ООО «СИБУР Тольятти».

Апробация работы проводилась путем создания опытной модели на предприятии ООО «СИБУР Тольятти». В результате опытно-промышленных испытаний была продемонстрирована стабильная работа барабанной решетки. В период проведения опытно-промышленных испытаний оборудование работало штатно и не требовало дополнительного обслуживания. Результаты исследования были представлены на конференциях и конкурсах разного уровня, в том числе: в конкурсе «Умник 2015», который проводит Фонд содействия инновациям с проектом «Разработка локальной системы очистки сточных вод от полимера в виде несоагулированного латекса» (грант), успешно защитился при переходе на второй этап. На международном форуме молодых ученых «YOUNG ELPIT–2015» с проектом «Совершенствование системы очистки сточных вод на примере предприятия АО «Тольяттисинтез» (диплом второй степени).

На защиту выносятся: Технологическое решение, направленное на оптимизацию производства полимерных материалов.

Структура магистерской диссертации: обусловлена логикой и последовательностью изложения результатов решения задач исследования. Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения, списка использованных источников, включающего 78 наименований. Объем работы составляет 120 страниц машинописного текста, содержит 52 рисунков, 23 таблиц.

ГЛАВА 1. АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩЕГО ПРОИЗВОДСТВА СИНТЕТИЧЕСКОГО БУТАДИЕНАЛЬФАМЕТИЛСТИРОЛЬНОГО КАУЧУКА НА ПРЕДПРИЯТИИ ООО «СИБУР-ТОЛЬЯТТИ»

1.1 Общая характеристика производства

Производство каучука СКМС-30АРКМ-15 введено в эксплуатацию в 1961 г на предприятии ООО «СИБУР Тольятти». Проектная мощность производства – 55 тыс. т/год. Достигнутая мощность на момент составления регламента (2014 год) ~ 65 тыс. т/год.

Установка выделения бутадиенальфаметилстирольного каучука, методом солевой, бессолевой и комбинированной коагуляции каскадного типа, которая включает в себя следующие стадии:

- прием и усреднение латекса;
- коагуляция латекса;
- промывка и обезвоживание каучука;
- сушка каучука;
- брикетирование и упаковка каучука.

Вспомогательные стадии процесса:

- прием концентрированной серной кислоты, приготовление и подача раствора серной кислоты;
- приготовление и циркуляция серума;
- прием, подогрев и подача умягченной воды;
- прием, хранение и подача раствора антиоксиданта ВС-1 в масле на смешение с латексом;
- приготовление, хранение и подача эмульсии антиоксиданта;
- приготовление, хранение и подача раствора коагулянта;
- прием, приготовление, хранение и подача антиадгезива;
- гидравлическая установка;
- переработка каучука;
- подача отработанного воздуха из сушильных агрегатов;

- сбор и откачка парового конденсата;
- нейтрализация кислых стоков.

В результате совместной полимеризации бутадиена и альфаметилстерола получается латекс, представляющий собой взвесь мельчайших частиц (глобул) каучука в водной среде (серуме). Для выделения каучука из латекса требуется его коагуляция.

Сущность процесса коагуляции заключается в следующем: каждая глобула несет в себе отрицательный заряд. Под влиянием одноименных зарядов частицы отталкиваются одна от другой. Чтобы заставить глобулы соединиться, их необходимо нейтрализовать. Это происходит, когда к латексу добавляют электролит.

Принципиальная схема непрерывного выделения каучука из латекса предполагает следующие узлы: приготовление растворов; коагуляция латекса; промывка крошки каучука; отжим и сушка каучука.

1.2 Выпуск каучука марки СКМС-30АРКМ-15 солевым методом

1.2.1 Прием и усреднение латекса в емкостях № 1/1 - 9

Схема приема и усреднения латекса в емкостях № 1/1 - 9 представлена в *Приложении 3*.

Дегазированный латекс СКМС-30АРК по одному из 3-х трубопроводов принимается в емкость № 1/1-9 отделения Е-2 из установки Е-1. Количество поступающего латекса определяется по изменению уровня в емкости № 1/1-9. Уровень в емкости № 1/1-9 выдерживается в пределах $20 \div 80$ % по шкале прибора поз. 510/1-9. При достижении в емкости № 1/1-9 уровня латекса 60 м^3 (20% по шкале прибора поз. 510/1-9) необходимо включить мешалку на емкости. При достижении в заполняемой емкости № 1/1-9 уровня латекса 80% по шкале прибора поз. 510/1-9, прием его переводится в другую емкость. При достижении уровня в емкости 100 м^3 необходимо включить циркуляцию латекса насосами № 58а, № 58/1-6 по схеме: емкость № 1/1, 2 - насос № 58а - емкость № 1/1, 2; емкость № 1/3-5 - насос № 58/1, 2 -

емкость № 1/3-5; емкость № 1/6,7 - насос № 58/3,4 - емкость № 1/6, 7; емкость № 1/8, 9 - насос № 58/5,6 - емкость № 1/8, 9.

Технологической схемой предусмотрена возможность циркуляции латекса по схеме: емкость 1/6-9 → насос 58/3-6 → емкость №1/6-9. Таким образом, происходит усреднение латекса в емкости № 1/1-9. Перемешивание и циркуляция латекса в заполненной емкости продолжаются не менее 3-х ч, при необходимости время циркуляции может увеличиваться в 1,5÷2,0 раза от первоначального, затем отбирается проба на паспортный анализ и циркуляция латекса прекращается. При получении удовлетворительного результата анализа перемешивание латекса прекращается не менее чем за 0,5 ч до начала сработки из емкости № 1/1-9.

Латекс из емкости № 1/1-9 насосом № 2/1-4 по одному из двух трубопроводов через фильтр № 3/1,2,4-6 подается на узел смешения с раствором антиоксиданта ВС-1 в масле. Во избежание забивки коагулюмом трубопроводов и насосов № 2/1-4 подача латекса из емкостей № 1/1-9 на узел смешения производится до уровня не менее 60 м³ (20 % по шкале прибора поз. 510/1-9). Электродвигатели насосов № 2/2, 3 управляются частотными преобразователями, обеспечивающими плавный пуск насоса и автоматическое поддержание заданного давления в линии нагнетания изменением числа оборотов электродвигателя.

Латексо-масляная эмульсия (далее по тексту ЛМЭ) насосом № 125/1-3 подается на узел коагуляции: в эжектор № 80а/1, 2 (для агрегатов № 1,2) или в эжектор Л-1а/5, 6 (для агрегатов № 5, 6). Технологической схемой предусмотрена возможность освобождения фильтров № 3/1,2,4-6 от латекса насосом № 58а в резервную емкость № 1/1-9.

1.2.2 Коагуляция латекса для агрегатов № 1,2

Схема коагуляции латекса для агрегатов № 1, 2 представлена в *Приложении 4*.

Коагуляция латекса для агрегатов № 1,2 проводится солевым или комбинированным методами.

ЛМЭ от насоса № 125/1-3 подается в эжектор 80а/1, 2. Расход ЛМЭ в эжектор 80а/1,2 выдерживается автоматически в пределах $8,0 \div 15,0$ т/ч регулятором поз. 814/1, 2, клапан которого установлен на линии ЛМЭ в эжектор 80а/1, 2. Расход ЛМЭ в эжектор 80а/1, 2 выдерживается в заданных пределах в зависимости от требуемой нагрузки на агрегат. Одновременно с подачей ЛМЭ в эжектор 80а/1,2 подается раствор хлористого натрия из отделения Е-4 установки Е-1 для флокуляции (агломерирования) латекса. Расход раствора хлористого натрия выдерживается в зависимости от требуемого содержания хлористого натрия в серуме в пределах $4 \div 7$ % масс., необходимого для полной флокуляции латекса. При взаимодействии раствора хлористого натрия с латексом происходит флокуляция - укрупнение полимерно-мономерных частиц [6]. Для маслонаполненного каучука в момент укрупнения полимерно-мономерных частиц происходит введение масла в каучук. Частично агломерированный латекс (флокулят) из эжектора 80а/1, 2 поступает в нижнюю часть аппарата № 81/1, 2. С противоположной стороны в нижнюю часть аппарата № 81/1,2 насосом № 89/1-4 подается серум из емкости № 88/1, предварительно смешанный с $1,0 \div 2,0$ %-ным раствором серной кислоты, поступающим от насоса № 86а/1-3. Непрерывное смешение серума с раствором серной кислоты происходит в трубопроводе перед входом в аппарат № 81/1, 2. Расход серума в аппарат № 81/1, 2 выдерживается автоматически в пределах $15 \div 40$ м³/ч регулятором поз. 815/1, 2, клапан которого установлен на линии серума в аппарат № 81/1, 2.

В аппарате № 81/1, 2 при постоянном перемешивании агломерированного латекса с подкисленным серумом происходит частичная коагуляция латекса, перевод части связанных органических кислот (эмульгаторов) в свободные кислоты. Показатель рН среды в аппарате № 81/1, 2 выдерживается в пределах $7,8 \div 8,5$ ед., регистрируется прибором поз. 911/1, 2. Частично скоагулированная масса из верхней части аппарата

№ 81/1, 2 непрерывно отводится по переливному трубопроводу в аппарат № 82/1, 2.

В нижнюю часть аппарата № 82/1, 2 подается серум от насоса № 89/1-4, предварительно смешанный с раствором серной кислоты. Непрерывное смешение серума с раствором серной кислоты происходит в трубопроводе перед входом в аппарат № 82/1, 2. Расход серума в аппарат № 82/1, 2 выдерживается автоматически в пределах $15 \div 40 \text{ м}^3/\text{ч}$ регулятором поз. 816/1,2, клапан которого установлен на линии серума в аппарат № 82/1, 2. Расход раствора серной кислоты в аппарат № 82/1, 2 выдерживается автоматически регулятором поз. 812/1, 2, клапан которого установлен на линии раствора серной кислоты в аппарат № 82/1,2.

В аппарате № 82/1, 2 при постоянном перемешивании происходит дальнейшая коагуляция латекса, перевод связанных органических кислот в свободные смоляные и жирные кислоты и окончательно формируется крошка каучука. Показатель pH среды в аппарате № 82/1, 2 выдерживается в пределах $6,8 \div 8,0$ ед., регистрируется прибором поз. 912/1, 2. Предусмотрена коррекция расхода раствора серной кислоты поз. 811/1, 2, 812/1, 2 от показателя pH среды в аппаратах № 81/1, 2, 82/1, 2 поз. 911/1, 2, 912/1, 2 (каскадное регулирование).

При комбинированной коагуляции латекса на агрегатах № 1, 2 технологической схемой предусмотрена возможность подачи $1,5 \div 2,0$ %-ного раствора коагулянта из отделения Е-12 в линию серума в аппарат № 81/1, 2. Расход раствора коагулянта в аппарат № 81/1, 2 выдерживается автоматически регулятором поз. 8217/1, 2, клапан которого установлен на линии раствора реагента в линию серума в аппарат № 81/1, 2.

1.2.3 Формирование, промывка и транспортировка ленты каучука в многоходовую сушилку № 15/1,2

Схема формирования, промывки и транспортировке ленты каучука в многоходовую сушилку №15/1, 2 представлена в *Приложении 5*.

Из верхней части аппарата № 82/1, 2 скоагулированная масса с температурой в пределах $50\div 70$ °С непрерывно выводится по переливному трубопроводу в приемный ящик ЛОМ № 13/1, 2, затем равномерным потоком переливается на приемный стол ЛОМ № 13/1, 2 и далее на движущееся полиэфирное сито. Температура в приемном ящике ЛОМ измеряется термометром. Поток скоагулированной массы равномерным слоем растекается по всей ширине полиэфирного сита. По краям полиэфирного сита растекание массы ограничено резиновыми ограничительными ремнями. Скорость движения ленты ЛОМ № 13/1, 2 выдерживается в пределах $2,0\div 8,0$ м/мин вариатором скорости. В первой части ЛОМ № 13/1, 2 происходит фильтрация крошки каучука от серума. Серум по переливному патрубку поступает в поддон первой части ЛОМ № 13/1, 2, собирается в общий коллектор и далее в емкость № 88/1. Крошка каучука равномерным слоем остается на сите, происходит формирование ленты каучука. Во второй части ЛОМ № 13/1, 2 производится промывка ленты каучука.

В первый промывной лоток через лимитную шайбу подается $1,0\div 2,0$ %-ный раствор серной кислоты от насоса № 86а/1-3 и происходит окончательный перевод связанных органических кислот в свободные смоляные и жирные кислоты. После промывки раствором серной кислоты, лента каучука попадает в зону промывки горячей умягченной водой с температурой в пределах $50\div 60$ °С, поступающей из трубного пространства теплообменников № 85/1-3, Т-1. Во время промывки горячей водой из ленты каучука вымываются хлористый натрий и остатки серной кислоты. Расход горячей умягченной воды, подаваемой на промывку ленты каучука, выдерживается автоматически в пределах $10\div 25$ м³/ч регулятором поз. 508/1, 2, клапан которого установлен на линии горячей воды на ЛОМ № 13/1, 2.

На последние промывные лотки подается холодная умягченная вода с температурой в пределах $10\div 35$ °С для окончательной промывки, охлаждения и уменьшения прилипания ленты каучука к ситам. Расход

холодной умягченной воды, подаваемой на промывку ленты каучука, выдерживается автоматически в пределах $5 \div 15 \text{ м}^3/\text{ч}$ регулятором поз. 509/1, 2, клапан которого установлен на линии холодной воды на ЛОМ № 13/1, 2.

После промывки лента каучука выравнивается и уплотняется системой прижимных валков, после чего поступает на вакуумный барабан. На вакуумном барабане из ленты каучука удаляется влага за счет вакуума в пределах $0,07 \div 0,34 \text{ –кгс/см}^2$ создаваемого насосом № 97/7-10. Вакуум в линии всасывания насосов № 97/7-10 регистрируется прибором поз. 606.

После насосов № 97/7-10 вода сливается в ХЗК, а отработанные газы стравливаются в атмосферу. Для очистки от налипшей крошки каучука на внутреннюю сторону полиэфирного сита после вакуумного барабана насосом № 96/1-4 подается обратная вода через перфорированную трубу. Для стабилизации работы насосов № 96/3, 4 предусмотрены шунтовые линии между трубопроводами нагнетания и всаса насосов № 96/3, 4. Вода после промывки ленты каучука сливается в поддоны второй и третьей частей ЛОМ № 13/1,2 и далее в ХЗК.

Для удаления влаги при отрыве ленты каучука от полиэфирного сита (на границе сектора) и предотвращения подсоса воздуха на вакуум-барабан лента каучука прижимается к вакуумному барабану прижимным валком. После вакуумного барабана лента каучука отделяется от сита и поступает в пресс-валяцы через передаточный валок. Пресс-валяцы предназначены для дополнительного отжима влаги из ленты каучука и нанесения рифов на нижней стороне ленты для увеличения поверхности сушки. Отжатая от влаги лента каучука с влажностью не более 35 % масс. после пресс-вальцев поступает на транспортер № 14/1, 2, которым подается в многоходовую сушилку № 15/1, 2, вода сливается в общий коллектор ХЗК.

1.2.4 Сушка ленты каучука

Схема сушки ленты каучука представлена в *Приложении 5*.

Сформированная и отжатая влажная лента каучука с ЛОМ № 13/1, 2 по промежуточному транспортеру № 14/1, 2 поступает на первый транспортер первой зоны сушилки № 15/1, 2. Транспортеры сушилки вращаются навстречу друг другу и смещены таким образом, что лента каучука свободно сходит с одного транспортера на другой. Проходя последовательно через 17 транспортеров трёх зон сушки, лента каучука обдувается горячим воздухом, который нагнетается осевыми циркуляционными вентиляторами через калориферы нагревательных камер сушилки.

Воздух для сушки ленты каучука забирается из помещения производственного здания вентиляторами № 9, 10, 11, 12 третьей зоны сушилки через нижние боковые окна четвертой зоны. Проходя в сушилке вдоль ленты, по одну и другую стороны, воздух охлаждает ленту на транспортерах четвертой зоны и поступает через проемы вдоль торцевых остекленных дверок в нагревательные камеры вентиляторов третьей зоны сушилки. Вентиляторами третьей зоны воздух направляется на калориферы, нагревается и подается в камеру сушки третьей зоны, обдувая и высушивая ленту каучука с двух сторон.

Часть воздуха вдоль торцевых дверок забирается крайними вентиляторами № 5, 6, 19, 20 и подается на калориферы второй зоны сушилки, а другая часть воздуха циркулирует в третьей зоне. Воздух из третьей зоны подается на калориферы нагревательных камер крайних вентиляторов второй зоны, где нагревается до более высокой температуры и через рассекатели поступает на ленту каучука, движущуюся по транспортерам. С противоположной стороны таким же образом через рассекатели движется другой поток воздуха.

Средними вентиляторами № 7, 8, 17, 18 воздух забирается из камеры сушки и циркулирует во второй зоне. Часть воздуха крайними вентиляторами также циркулирует во второй зоне, а другая часть поступает в первую зону сушки, где крайними вентиляторами № 1, 2, 15, 16 нагнетается

на калориферы первой зоны для нагрева и подачи на ленту каучука. Движение воздуха в первой зоне сушилki аналогично движению воздуха во второй зоне.

При движении горячего воздуха между транспортерами во всех зонах происходит сушка ленты каучука. На более влажную ленту подается более нагретый воздух. Высушенная лента каучука поступает в четвертую зону, где на транспортерах № 18, 19 лента охлаждается холодным воздухом.

Лента каучука после сушки и охлаждения подается на следующие стадии (дробление, брикетирование, упаковку). Подача пара в калориферы всех трех зон сушилki производится двумя потоками (на входе и выходе сушилki). Конденсат из калориферов каждой зоны сушилki отводится через конденсатоотводчики в общий коллектор, а затем подается в теплообменник № 85/1-3 или сливается в емкость № 75. При завышении давления в линии конденсата $\geq 9,5$ кгс/см² срабатывает ППК. Сброс пароконденсатной смеси после ППК производится в емкость № 75. Насыщенный влагой воздух удаляется из сушилki крайними вентиляторами № 1, 2, 15, 16 первой зоны через окна, расположенные в верхней части камер нагнетания и далее вентилятором № 22/1, 2 отводится из сушилki и через влагосмолоотстойник № 23 вентилятором № 24 направляется в установку Д-6.

1.2.5 Брикетирование и упаковка каучука

Схема брикетирования и упаковки каучука представлена в *Приложении 5*.

Лента каучука из многоходовой сушилki № 15/1, 2 транспортером № 19а равномерно направляется на подающий валок под дисковый нож режущего устройства № 98, которым разрезается вдоль на две части. Правая часть ленты поступает непосредственно в приемную воронку разрывной машины № 99/1, левая часть через промежуточный (подающий) валок поступает в воронку левой разрывной машины № 99/2.

Лента каучука из приемной воронки продвигается между вращающимися ножами и неподвижной гребенкой. Размельченная крошка каучука по бункеру сыпается в ковши элеватора № 100, которым подается в бункер № 100а дозирочного транспортера № 101 и далее в бункер автоматических весов № 102. Для исключения прилипания крошки каучука ковши элеватора № 100 смачиваются антиадгезивом. При достижении массы навески крошки каучука в бункере весов № 102 30 ± 1 кг каучук из бункера сыпается в камеру прессования гидравлического брикетировочного пресса № 103. Перед загрузкой крошки каучука в камеру пресса стенки камеры смачиваются антиадгезивом для уменьшения трения и исключения прилипания крошки к стенкам камеры пресса.

В брикетировочном прессе № 103 давлением жидкости, создаваемым гидравлической установкой, происходит прессование крошки каучука в брикеты размером 650x350x160мм. Готовый брикет с температурой не более 75 °С затворной тележкой выталкивается на автоматическую передаточную станцию №104, которая подает брикет в автомат упаковки №105. Брикет каучука с агрегата №1 через ленточный конвейер №105/1 поступает на транспортер №107/1, рольганг №109г, на поворотный рольганг №109в, наклонный транспортер №109д, роликовый транспортер №109/1 с пробоотборником №109е и далее на автомат упаковки брикетов каучука №110 в полиэтиленовую пленку.

Пневматический пробоотборник имеет блокирующее устройство, которое не позволяет включить пробоотборник при работающем приводе транспортеров № 109/1, 109д. Технологической схемой предусмотрена возможность транспортировки брикетов каучука с агрегата № 2 в двух направлениях.

1 направление: брикет каучука с агрегата № 2 через наклонный рольганг №107а/2 поступает на поворотную платформу 140/1, транспортер №107/2, поворотный рольганг №109а, транспортер №108/1,3, транспортер №107/1, рольганг №109г, поворотный рольганг №109в, наклонный

транспортёр №109д, роликовый транспортёр №109/1 с пробоотборником №109е и далее на автомат упаковки брикетов каучука в полиэтиленовую пленку №110.

Брикет каучука, поступая в автомат упаковки № 110, сматывает с рулонов полиэтиленовую пленку, захватывая, протягивает ее за собой и покрывается ею сверху и снизу, далее поступает в зону склеивания, замыкает концевой выключатель, и транспортёр автомата упаковки останавливается. Верхняя и нижняя рамы автомата упаковки под действием пневмоцилиндров прижимаются друг к другу, после полного смыкания рам начинается цикл склеивания. Склеивание верхнего и нижнего слоев пленки вокруг брикета происходит методом теплового нагрева. Одновременно со склеиванием полиэтиленовой пленки происходит ее обрезание нагретой проволокой. По окончании цикла склеивания рамы разжимаются, включается конвейер автомата упаковки. Брикет, упакованный в полиэтиленовую пленку, покидает зону склеивания, автомат приводится в исходное положение.

Упакованный в полиэтиленовую пленку брикет каучука подается на наклонный рольганг №110а. Затем брикет каучука через наклонный рольганг №110б поступает на ленточный транспортёр №111/1, откуда через рольганг №111г поступает на транспортёр №112а/1. На транспортёре №112а/1 установлен металлодетектор №106/1.

При наличии в каучуке металлических включений массой ≥ 3 грамм выдается звуковой сигнал по месту, срабатывает блокировка: автоматически останавливается электродвигатели транспортёров №111/1, №112а/1. Брикет каучука, не содержащий металлических включений через рольганг №112б/1, транспортёры №112/1, №145/1 и рольганг №145а/1 подается в первую секцию склада Е-6.

2 направление: брикет каучука с агрегата № 2 через наклонный рольганг №107а/2 поступает на поворотную платформу 140/1, транспортёр

№141 и далее на автомат упаковки брикетов каучука в полиэтиленовую пленку №107е/1.

Процесс упаковки брикета каучука в полиэтиленовую пленку автоматом упаковки № 107/е аналогичен описанному выше процессу упаковки автоматом № 110.

Автомат упаковки № 110, 107е/1 имеет блокирующее устройство, которое отключает автомат упаковки при попытке открыть ограждение (дверцы) во время работы и не позволяет включить автомат упаковки при открытом ограждении. Одновременно с остановом автомата упаковки № 110, №107е/1 останавливается роликовый транспортер автомата упаковки. Для экстренного отключения автомата упаковки имеется трос, который натягивается по боковым сторонам автоматов упаковки № 110, 107е/1. Трос соединен с концевым выключателем и при работе автомата упаковки должен находиться в натянутом состоянии. На пневмоцилиндры пробоотборника и автомата упаковки подается воздух технологический с давлением не менее 4,0 кгс/см². Давление воздуха технологического регистрируется прибором поз. 613.

Упакованный в полиэтиленовую пленку брикет каучука по наклонному рольгангу №142а, через поворотный рольганг №142б, транспортируется на поворотный рольганг №142в, затем брикет каучука поступает на наклонный рольганг №143а, №144, наклонным рольгангом №144а брикеты каучука подаются на транспортеры №112/2 и №112а/2.

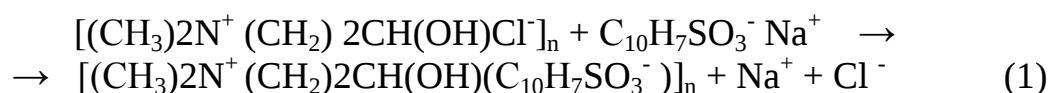
На транспортере №112а/2 установлен металлодетектор №106/2. При наличии в каучуке металлических включений массой ≥ 3 грамм выдается звуковой сигнал по месту, срабатывает блокировка: автоматически останавливается электродвигатели транспортеров № 112а/2 и 112/2. Брикет каучука, не содержащий металлических включений по наклонному рольгангу №112в/2, транспортерам №112б/2, №145/2 и рольгангу №145а/2 поступают в первую секцию склада Е-6.

1.3 Выпуск синтетического бутадиенальфаметилстирольного каучука бессолевым методом

1.3.1 Описание технологической схемы бессолевой коагуляции латекса

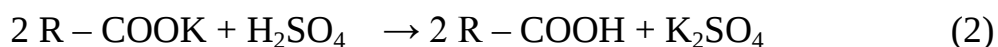
Механизм бессолевого выделения полиаминными электролитами описывается четырьмя реакциями (1-4):

1. Взаимодействием сульфогруппы лейканола или алкилсульфонатов в кислой среде с реагентом «ЭПАМ» с образованием нерастворимого комплекса [4]

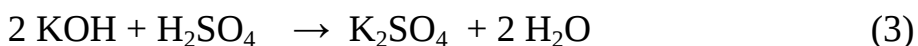


Образующаяся соль аммония нерастворима в воде и почти полностью остается в каучуке.

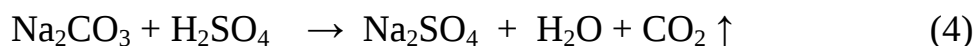
2. Реакция взаимодействия кислот эмульгатора (дегидроабетиновой, олеиновой, пальмитиновой) с серной кислотой



3. Нейтрализация избыточной щелочности серной кислотой



4. Взаимодействие кислоты с содой



При бессолевом выделении латекс характеризуется показателями по сухому остатку, вязкости по Муни, содержанием антиоксиданта и остаточного мономера, содержанием лейканола – главным критерием расхода коагулянта, содержанием эмульгатора, который косвенно характеризуется поверхностным натяжением (δ). Прямое определение эмульгатора можно проводить кондуктометрическим титрованием, показателем pH латекса, который характеризует количество свободной щелочи, и на которую расходуется серная кислота [1].

Взаимодействие реагента дополняется образованием мостиковых связей (рис 1), когда макроионы полиэлектролита закрепляются отдельными участками цепи одновременно на двух и более латексных частицах [7].

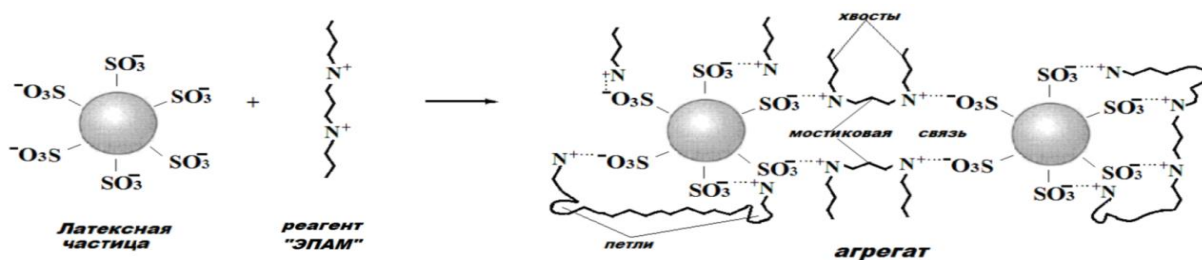


Рисунок 1 - Взаимодействие реагента ЭПАМ с латексом

1.3.2 Коагуляция латекса, промывка и обезвоживание каучука для агрегатов № 5, 6

Схема коагуляции латекса, промывки и обезвоживание каучука для агрегатов № 5, 6 представлена в *Приложении 7*.

Коагуляция латекса для агрегатов № 5, 6 проводится бессолевым методом. ЛМЭ от насоса № 125/1-3 подается в эжектор Л-1а/5, 6. Расход ЛМЭ в эжектор Л-1а/5, 6 выдерживается автоматически в пределах 10÷25 т/ч регулятором поз. 301/5, 6, клапан которого установлен на линии ЛМЭ в эжектор Л-1а/5, 6. Расход ЛМЭ в эжектор Л-1а/5, 6 выдерживается в зависимости от требуемой нагрузки на агрегат.

С противоположной стороны в емкость Л-1/5, 6 подается серум от насоса Н-1/1, 2, предварительно смешанный с 1,0÷2,0 %-ным раствором серной кислоты, поступающим от насоса № 86а/1-3, и с 1,5÷2,0 %-ным раствором коагулянта, поступающего из отделения Е-12. Непрерывное смешение серума с раствором серной кислоты и раствором коагулянта происходит в трубопроводе перед входом в емкость Л-1/5,6. Расход серума в емкость Л-1/5, 6 выдерживается автоматически в пределах 20÷80 м³/ч регулятором поз. 303/5, 6, клапан которого установлен на линии серума в емкость Л-1/5, 6. Расход раствора коагулянта выдерживается автоматически регулятором поз. 8208, клапан которого установлен на линии раствора коагулянта на узел коагуляции. Технологической схемой предусмотрена возможность подачи раствора коагулянта в эжектор Л-1а/5, 6.

В емкости Л-1/5, 6 при температуре в пределах 45÷60 °С и постоянном перемешивании латекса с подкисленным серумом происходит коагуляция

латекса, перевод части связанных органических кислот (эмульгаторов) в свободные кислоты. Температура в емкости Л-1/5, 6 выдерживается автоматически регулятором поз. 107/5, 6, клапан которого установлен на линии острого пара в емкость Е-1/5, 6. Расход пара в емкость Е-1/5, 6 регистрируется прибором поз. 310/5, 6. Скорость вращения мешалки емкости Л-1/5, 6 регулируется частотным преобразователем.

Показатель рН среды в емкости Л-1/5, 6 выдерживается автоматически в пределах $4,8 \div 5,2$ ед. регулятором поз. 501/5, 6, клапан которого установлен на линии раствора серной кислоты в емкость Л-1/5, 6.

Скоагулированная масса из верхней части емкости Л-1/5, 6 в потоке серума по переливному трубопроводу непрерывно выводится в емкость Л-2/5, 6. В емкости Л-2/5, 6 происходит окончательная коагуляция латекса, перевод связанных органических кислот в свободные смоляные и жирные кислоты, окончательно формируется крошка каучука. Из верхней части емкости Л-2/5, 6 скоагулированная масса каучука в потоке серума по переливному трубопроводу непрерывно поступает в емкость Л-4/5, 6, где промывается умягченной водой с температурой в пределах $45 \div 60$ °С, поступающей из трубного пространства теплообменников 85/1-3, Т-1.

Расход умягченной воды в емкость Л-4/5, 6 выдерживается автоматически в пределах $3,0 \div 5,0$ м³/т каучука регулятором поз. 304/5, 6, клапан которого установлен на линии умягченной воды в емкость Л-4/5, 6. Технологической схемой предусмотрена подача в емкость Л-4/5, 6 крошки каучука в потоке горячей умягченной воды насосом 38/1-4 из емкости № 37/1, 2. Показатель рН среды в емкости Л-4/5, 6 выдерживается автоматически в пределах $6,0 \div 8,0$ ед. регулятором поз. 504/5, 6, клапан которого установлен на линии раствора натровой щелочи в емкость Л-4/5, 6 из емкости № 91/1, 2.

Крошка каучука в потоке промывной воды из емкости Л-4/5, 6 по течке поступает в концентратор Л-5/5, 6. Для более эффективной промывки крошки каучука в течку из емкости Л-4/5, 6 в концентратор Л-5/5, 6 подается

горячая умягченная вода из теплообменников 85/1-3, Т-1. В концентраторе Л-5/5, 6 крошка каучука отделяется от промывной воды. Уровень в концентраторе Л-5/5,6 выдерживается вручную заслонкой, установленной в гидрозатворе концентрата Л-5/5, 6 и контролируется визуально через смотровой люк.

Серум из концентрата Л-5/5, 6 поступает в емкость Е-1/5, 6, далее насосом Н-1/1, 2 подается в емкость Л-1/1, 2. Уровень в емкости Е-1/5, 6 выдерживается автоматически в пределах 20÷80 % регулятором поз. 401/5, 6, клапан которого установлен на линии подачи избытка серума в линию всасывания насоса № 150/1, 2. Для предупреждения застоев и комкования крошки каучука, а так же предотвращения слипания крошки каучука при останове мешалки в емкости Л-1/5, 6, Л-2/5, 6, Л-4/5, 6, концентрат Л-5/5, 6, предусмотрена подача технологического воздуха. Удаление загрязненного воздуха из концентрата Л-5/5, 6 осуществляется отходящей от крышек концентраторов вытяжными системами В-2, 3, 4.

Из концентрата Л-5/5, 6 крошка каучука скребковым механизмом через распределительное устройство подается на шнековый транспортер Г-1/1, 2, который через загрузочную воронку подает крошку каучука на шнек-вал отжимной машины М-1/1, 2. Набором шнековых втулок каучук перемещается к выгрузному устройству, при этом происходит отжим влаги, которая через щели фильтр-корпуса поступает в поддон отжимной машины М-1/1, 2 и далее через гидрозатвор ПН-1 сливается в ХЗК. Отжим влаги улучшается за счет перемешивания крошки каучука скребками, установленными между шнеками и фильтр-корпусом. На выходе из фильерной доски отжимной машины М-1/1, 2 крошка каучука измельчается ножом. Насыщенный влагой воздух из отжимной машины М-1/1,2 вытяжным вентилятором В-3 выводится из помещения цеха. Имеется возможность работы параллельно двух отжимных машин М-1/1, 2.

Крошка каучука с влажностью не более 10 % масс. из отжимной машины М-1/1, 2 по течке поступает в молотковую дробилку М-2/1, 2,

где дополнительно измельчается и воздуходувкой В-1/1, 2 по пневмотранспортеру Г-4/1, 2 подается в приемный бункер сушиллки С-1/5, 6.

1.3.3 Сушка каучука в сушиллке С-1/5, 6

Схема сушки каучука в сушиллке С-1/5, 6 представлена в *Приложении 4*.

Крошка каучука по пневмотранспортеру Г-4/1, 2 подается в приемный бункер сушиллки С-1/5, 6, где специальным устройством равномерно распределяется по всей ширине первого верхнего конвейера (яруса). Крошка каучука, пройдя две температурные зоны, с первого конвейера поступает на второй нижний конвейер. На выходе с верхнего конвейера крошка каучука подвергается рыхлению и дроблению специальными рыхлителями и разрывными устройствами. Прилипшая к перфорированным пластинам конвейеров крошка каучука снимается скребковым механизмом. Нижним конвейером крошка каучука транспортируется через три температурные зоны нагрева и зону охлаждения к центральному выходному отверстию.

Сушка крошки каучука в сушиллке С-1/5, 6 осуществляется циркулирующим нагретым воздухом с постоянной подпиткой свежим воздухом. Циркуляционными вентиляторами нижнего ряда № 7-17 воздух, находящийся над верхней ветвью конвейера через калориферы нижнего ряда подается в распределительную камеру, из которой поступает под верхнюю (рабочую) ветвь конвейера, где смешивается со свежим воздухом, поднимается вверх, проходит через крошку каучука, высушивает ее и вновь поступает на повторный цикл. Часть подогретого воздуха из 3-ей и 4-ой зоны нижнего ряда из-под верхней ветви конвейера по переходному воздуховоду поступает во 2-ую и 1-ую зону верхнего ряда (в пространство над верхней ветвью конвейера), где смешивается с циркулирующим воздухом верхнего ряда. Циркуляционными вентиляторами № 1-3, № 4-6 1-ой и 2-ой зон через калориферы верхнего ряда осуществляется циркуляция нагретого воздуха в 1-ой и 2-ой зонах сушиллки С-1/5,6. Из пятой зоны сушиллки С-1/5,6 крошка

каучука поступает в зону охлаждения, где обдувается холодным воздухом, забираемым из помещения установки последним по ходу циркуляционным вентилятором № 18. Основная масса влаги удаляется из крошки каучука в первой зоне сушилki С-1/5,6, воздух там более насыщен влагой. В пятой зоне сушилki С-1/5,6 происходит досушивание крошки каучука (капиллярная сушка). Последняя зона является очень ответственной, так как крошка каучука почти высохла и легко может термопластицироваться, если допустить завышение температуры или увеличить время пребывания крошки каучука в сушилке С-1/5,6. Время пребывания крошки каучука, в сушилке С-1/5,6 при режимной температуре не более 1,0 ч. Общий расход пара в калориферы сушилki С-1/5,6 регистрируется прибором поз. 308/5,6. Температуры в 1-5-ой зонах сушилki С-1/5,6 выдерживаются регуляторами поз. 101/5,6, 102/5,6, 103/5,6, 104/5,6, 105/5,6 соответственно, клапаны которых установлены на линиях пара в калориферы соответствующих зон сушилki С-1/5,6. Давление пара, подаваемого в калориферы сушилki С-1/5,6, выдерживается автоматически регулятором поз. 230/5,6, клапан которого установлен на линии пара в калориферы сушилki С-1/5,6.

Конденсат из калориферов сушилki С-1/5,6 через конденсатоотводчики поступает в теплообменник № 85/1-3 для подогрева умягченной воды или в емкость № 75. Насыщенный влагой воздух из 1-ой, 2-ой и 5-ой зон сушилki С-1/5,6 вытяжными вентиляторами № 22б, № 22в, № 22г подается в собирающий коллектор сушилki С-1/5,6 и далее вместе с потоком отработанного воздуха из сушилок № 15/1,2 через влагосмолоотстойник № 23 вентилятором № 24 направляется в установку Д-6. Для предотвращения прилипания крошки каучука к перфорированным пластинам конвейеров, последние непрерывно опудриваются тонким слоем талька путем осаждения его в осадительной камере. Транспортировка талька производится воздухом, подаваемым в бачки Е-2.

1.3.4 Брикетирование каучука на агрегатах № 5,6

Схема брикетирования каучука на агрегатах №5,6 представлена в *Приложении 4*.

Высушенная крошка каучука после охлаждения центрирующим шнековым транспортером подается к центральному выходному отверстию, через которое поступает на подающий шнековый транспортер Г-3/5, 6. Шнековым транспортером Г-3/1, 2 крошка каучука подается в загрузочный бункер ковшового элеватора Г-2/1, 2, которым транспортируется через распределительное устройство А-1/1, 2 на дозировочный транспортер А-2/1, 2.

Через загрузочную воронку А-3 крошка каучука поступает на циферблатные дозировочные весы А-4/1, 2. Весы оснащены тремя тензодатчиками. При достижении массы навески крошки каучука 30 ± 1 кг автоматически открывается заслонка загрузочной воронки, и крошка каучука сыпается в пресс-форму пресса А-5/1,2. Перед загрузкой крошки каучука в камеру пресса А-5/1,2 стенки камеры смачиваются антиадгезивом для уменьшения трения и исключения прилипания крошки к стенкам камеры пресса. Антиадгезив заливается в прямоугольную емкость, смонтированную над выходным торцом пресса и из нее поступает на два впрыскивающих пневматических эжекторных устройства.

В прессе А-5/1, 2 производится автоматическое прессование крошки каучука в брикеты размером 650x350x180 мм за счет давления масла, создаваемого насосами Н-1, Н-2 гидравлической станции А-6/1, 2.

1.3.5 Упаковка каучука

Схема упаковки каучука представлена в *Приложении 5*.

Брикет каучука с агрегатов №5, 6 из пресса А-5/1, 2 с температурой не более 75 °С по роликовому конвейеру А-7/5, 6 поступает на ленточный транспортер А-8, далее наклонным ленточным конвейером А-9/5, 6 поднимается на роликовый конвейер с пневматическим пробоотборником

А-10/5, 6, взвешивается на тензометрических ленточных весах А-11/5, 6 и далее через ленточный конвейер А-13/5, 6 поступает на автомат упаковки А-14/5, 6 в полиэтиленовую пленку. Пневматический пробоотборник имеет блокирующее устройство, которое не позволяет включить пробоотборник при работающем приводе транспортеров А-9/5, 6, А-10/5, 6.

Брикет каучука, поступая в автомат упаковки А-14/5,6, сматывает с рулонов полиэтиленовую пленку, захватывая, протягивает ее за собой и покрывается ею сверху и снизу, далее поступает в зону склеивания, замыкает концевой выключатель, и транспортер автомата упаковки останавливается. Верхняя и нижняя рамы автомата упаковки под действием пневмоцилиндров прижимаются друг к другу, после полного смыкания рам начинается цикл склеивания. Склеивание верхнего и нижнего слоев пленки вокруг брикета происходит методом теплового нагрева. Одновременно со склеиванием полиэтиленовой пленки происходит ее обрезание нагретой проволокой. По окончании цикла склеивания рамы разжимаются, включается конвейер автомата упаковки. Брикет, упакованный в полиэтиленовую пленку, покидает зону склеивания, автомат приводится в исходное положение.

Автомат упаковки А-14/5, 6 имеет блокирующее устройство, которое отключает автомат упаковки при попытке открыть ограждение (дверцы) во время работы и не позволяет включить автомат упаковки при открытом ограждении. Одновременно с остановом автомата упаковки А-14/5,6 останавливается роликовый транспортер автомата упаковки. Для экстренного отключения автомата упаковки имеется трос, который натягивается по боковым сторонам автомата упаковки А-14/5, 6. Трос соединен с концевым выключателем и при работе автомата упаковки должен находиться в натянутом состоянии.

На пневмоцилиндры пробоотборника и автомата упаковки подается воздух технологический с давлением не менее 4,0 кгс/см². Упакованный в полиэтиленовую пленку брикет каучука (на агрегате №5 через поворотный

транспортёр А-14а/5) по роликовому конвейеру А-15/5, 6 и наклонному рольгангу А-17а/5 (на агрегате №6 через роликовый конвейер А-16/6) поступают по поворотному рольгангу А-17/5,6 на наклонный рольганг А-18/5, 6 и далее через поворотный рольганг А-19/5, 6 на наклонный рольганг А-20/5, 6, затем брикет каучука транспортируется по наклонному рольгангу А-21/5, 6, ленточному конвейеру А-22/5, поворотному рольгангу А-23/5 брикеты каучука поступают на роликовый транспортёр с переключающим устройством А-24/5, которым подаются на ленточный транспортёр №112а/1 или №112/2. Далее транспортировка брикета каучука на склад Е-6.

Транспортеры и конвейеры: А-13/5, 6, А-14а/5, А-16/5, 6 имеют блокирующие устройства (тросы, соединенные с концевыми выключателями) для отключения электродвигателей транспортеров и конвейеров в экстренных ситуациях.

1.4 Выпуск каучука марки БСК-1502

1.4.1 Прием и усреднение латекса в емкостях № 101/1-6

Схема приема и усреднения латекса в емкостях № 101/1-6 представлена в *Приложении 8*.

Дегазированный латекс СКМС-30АРК по одному из 3-х трубопроводов принимается в емкость №101/1-6 отделения Е-12 из установки Е-1. Количество поступающего латекса определяется по изменению уровня в емкости № 101/1-6. Уровень в емкости №101/1-6 регистрируется прибором поз. 5030/1-6. При достижении уровня латекса в емкости №101/1-6 $80 \div 100 \text{ м}^3$ по шкале прибора необходимо включить в работу мешалку. Емкость № 101/1-4,6 заполняется латексом до уровня не более 260 м^3 , емкость № 101/5 - не более 490 м^3 при непрерывном перемешивании латекса мешалкой. После заполнения емкости № 101/1-6, латексом включается циркуляция его насосом №2/1-4. Таким образом, происходит усреднение латекса в емкости № 101/1-6. Перемешивание и циркуляция латекса

в емкости № 101/1-4,6 продолжается не менее 4-х ч, в емкости № 101/5 не менее 5-ти ч, при необходимости время циркуляции может увеличиваться в 1,5÷2,0 раза от первоначального, затем отбирается проба на паспортный анализ и циркуляция латекса прекращается.

После получения удовлетворительного результата паспортного анализа латекса из емкости № 101/1-6, в нее закачивается расчетное количество эмульсии антиоксиданта (ВС-30а или Вингстей-Т). После этого перемешивание и циркуляция латекса в емкости №101/1,4-6 продолжаются не менее 3-х ч, в емкости № 101/5 - не менее 4-х ч. По окончании усреднения и перемешивания латекса повторно отбирается его проба на паспортный анализ. При получении удовлетворительного результата паспортного анализа перемешивание латекса прекращается не менее чем за 0,5 ч до начала сработки латекса из емкости № 101/1-6.

Латекс из емкости № 101/1-6 насосом № 3/1-4 через фильтр № 4/1,2 подается на узел коагуляции в отделении Е-2. Во избежание забивки коагулюмом трубопроводов и насосов, необходимо сбрасывать латекс из емкостей № 101/1-4,6 до уровня не менее 30 м³ по шкале прибора 5030/1,4-6, а из емкости № 101/5 до уровня не менее 50 м³ по шкале прибора 5030/5.

1.4.2 Выделение, сушка, брикетирование и упаковка каучука марки БСК-1502 на агрегатах № 1,2 и № 5,6

Технологический процесс производства каучука марки БСК-1502 на агрегатах № 1,2 и № 5,6 аналогичен технологии производства каучука марки СКМС-30АРКМ-15, только при этом в линию всаса насоса № 125/1-3 не подается раствор антиоксиданта ВС-1 в масле.

1.5 Переработка каучука

Схема переработки каучука представлена в *Приложении 9*.

Каучук, подлежащий переработке на червячных агрегатах, не должен иметь включений пластика, металлических и других посторонних предметов.

Его можно разделить на: полученный при пусках, остановках агрегатов в виде ленты, крошки (технологический сброс); после отбора проб по плану аналитического контроля; визуально забракованные брикеты по размерам, весу, включениям влажного полимера; не соответствующий требованиям и нормам ГОСТ 11138-78 с изм. № 1-6, ТУ 2294-044-48158319-2010 с изм. № 3, ТУ 2294-023-48158319-2010 с изм. № 4, 5.

Каучук, подлежащий переработке, складировается на отметке 4,8 м производственного корпуса около червячных машин № 31, № 32 в зоне кольца орошения. Узел, предназначенный для переработки каучука, не соответствующего НД (далее узел переработки каучука), состоит из двух систем:

- 1 система: червячная машина № 31, емкость № 37/1, насосы № 38/1, 2;
 - 2 система: червячная машина № 32, емкость № 37/2, насосы № 38/3,4,
- которые работают параллельно или индивидуально.

Количество перерабатываемого каучука определяется производительностью червячного агрегата. Каучук, перед подачей на червячные агрегаты, разрезается пластинчатым пневматическим ножом на куски массой не более 10 кг. Отрезанные куски каучука соскальзывают по наклонному лотку на ленточный транспортер №112/3, проходят через металлодетектор №106/3.

При обнаружении металлодетектором №106/3 в каучуке металлических включений массой ≥ 3 грамм выдается звуковой сигнал по месту, срабатывает блокировка: автоматически останавливается транспортер №112/3. Куски каучука, не содержащие металлических включений, поступают на приемный стол, затем вручную подаются в загрузочное устройство корпуса червячной машины №31, №32.

В червячной машине №31, №32 каучук захватывается червячными втулками, насаженными на вал, разрезается неподвижными, регулируемые ножами корпуса. Одновременно каучук транспортируется к фильерной плите, продавливается через конусные отверстия фильеры и измельчается ножами гранулирующего устройства. Гранулирующее устройство имеет собственный привод и вращается независимо от червячного вала. Нагрузка на электродвигатель червячного вала машин № 31, 32 в пределах 0÷20 А регистрируется индикатором поз. 937/1, 2. Крошка каучука по течке поступает в емкость № 37/1, 2, заполненную горячей умягченной водой. Уровень в емкости № 37/1, 2 выдерживается в пределах 50÷60 % по шкале прибора поз. 537/1, 2. Горячая умягченная вода с температурой в пределах 45÷60 °С подается в емкость № 37/1, 2 из теплообменника № 85/1-3, Т-1. Расход воды в емкость № 37/1, 2 в пределах 10÷20 м³/ч выдерживается автоматически регулятором поз. 831/1,2, клапан которого установлен на линии умягченной воды в емкость № 37/1, 2.

Пульпа каучука из емкости № 37/1, 2 насосами № 38/1-4 подается в емкость Л-4/5, 6 в основной поток для усреднения и далее по технологической схеме отжима и сушки каучука на агрегатах № 5, 6. При выпуске каучука марки СКМС-30АРКМ-15 количество перерабатываемого каучука марки БСК-1502 не должно превышать 10 % от нагрузки на агрегаты № 5, 6 по расчетному сухому остатку в латексе. Данное ограничение установлено с целью исключения отклонений от норм ГОСТ 11138-78 с изм. № 1-6, ТУ 2294-044-48158319-2010 с изм. № 3, значений показателя «Массовая доля масла» в готовом каучуке.

1.6 Материальный баланс производства синтетических бутадиенальфаметилстирольных каучуков

1.6.1 Нормы расхода основных видов сырья, материалов и энергоресурсов

Нормы расхода даны на 1 т каучука.

Таблица 1- Удельные нормы расхода сырья и материалов

№ п/п	Наименование сырья, материалов	Единица измерения	Норма расхода				Примечан ия
			Утвержденные на 2015 год	Достигнутые на момент составления регламента (2014 г.)	Утвержденные на 2015 год	Достигнутые на момент составления регламента (2014 г.)	
1	2	3	4	5	6	7	8
2	Антиоксидант ВС-1(100%)	кг	2,5	2,518	-	-	
3	Натр едкий технический (100 %) - при солевой коагуляции - при бессолевой коагуляции	то же	- 1,0	- 0,763	10,0 3,0	9,000 0,555	
4	Кислота серная (100 %) - при солевой коагуляции - при бессолевой коагуляции	-//-	- 12,0	- 11,808	22,0 14,4	23,650 14,613	
5	Раствор солевой (100 %): - при солевой коагуляции - при малосолевой коагуляции	-//-	256 50		300 220	295,817 0	
	<u>или</u> Реагент ЭПАМ (100 %): - при бессолевой коагуляции - при малосолевой коагуляции	-//-	2,3 2,2	2,366 0	2,5 0,5	2,752 0	
	<u>или</u> Коагулянт (флокулянт) АПК-46	-//-	2,8	0	-	-	

Продолжение Таблицы 1.

1	2	3	4	5	6	7	8
6	СЖК (100 %)	-//-	-	-	0,7	0,650	
7	Калия гидрат окиси (100%)	-//-	-	-	0,18	0,187	
8	Антиоксидант Вингстей-Т	-//-	-	-	11,6	11,760	
	<u>или</u> Стабилизатор ВС-30А	-//-	-	-	13,0	12,350	
9	Антиадгезив АПНМ	-//-	0,66	0,814	0,65	0,784	
	<u>или</u> Масло касторовое техническое <u>и</u>	-//-	0,32	0,577	0,32	0,488	
	Флотореагент – оксаль марки «Оксанол»	-//-	0,23	0,418	0,23	0,385	
10	Мел природный обогащенный	-//-	0,28	0	0,55	0,394	
11	Тальк молотый	-//-	0,33	0,417	0,33	0,502	
12	Экстракт остаточной селективной очистки ПН-6 (масло ПН-6к)	-//-	158	159,443	-	-	

Таблица 2 - Удельные нормы расхода энергоресурсов

№ п/п	Наименование энергоресурсов	Единица измерения	Объем выпуска продукции в тоннах	Норма расхода				Примечан ия
				Утвержденная на 2015 год		Достигнутая на момент составления регламента (2014 г.)		
				зима*	лето**	зима*	лето**	
1.	Электроэнергия	кВтч/т	до 3500	263		252,269		Расходные нормы на энергоресу рсы даны с учетом установок Е-1, Е-2
			3501-6000	255		-		
			6001-7200	252		-		
			7201-8000	234		-		
2.	Пар	Гкал	до 3000	3,4	2,53	2,748	2,435	
			3001-6000	2,79	2,41	-	-	
			6001-7200	2,55	2,38	-	-	
			7201-8000	2,43	2,20	-	-	
3.	Вода оборотная	м ³ /т		107		107		
4.	Вода умягченная	м ³ /т		15		8,886		
5.	Воздух технологический	м ³ /т		134		185,348		
6.	Холод***	Гкал/т		0,54	0,57	0,437	0,592	
7.	Азот	м ³ /т		28		28,974		
8.	Очистка стоков	м ³ /т		35		36,417		

*зима – с 01.10. по 31.03.

** лето – с 01.04 по 30.09.

***для параметра «холод» - зима – с 01.10. по 30.04., лето – с 01.05. по 30.09.

1.6.2 Материальный баланс получения 1 тонны каучука СКМС-30АРКМ-15

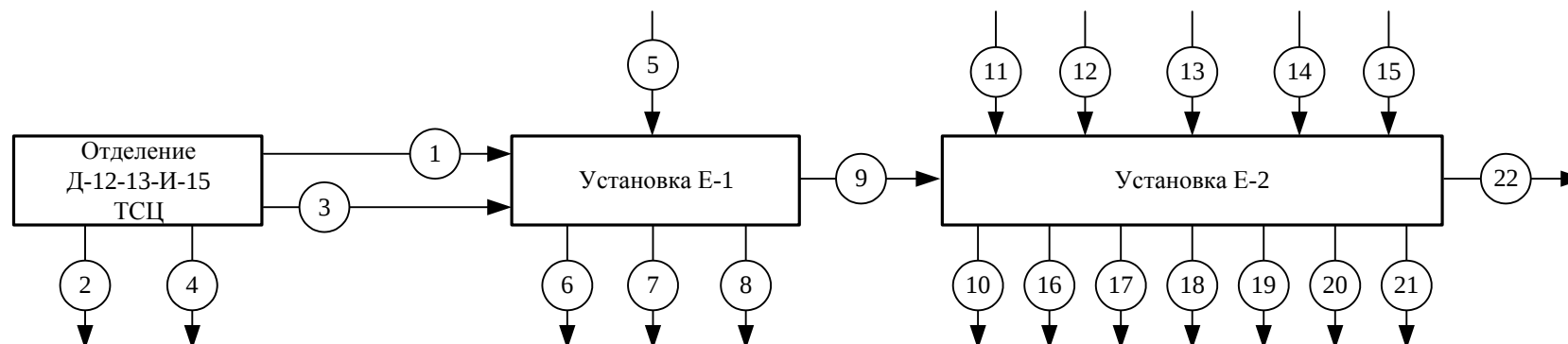


Рисунок 2 - Материальный баланс получения 1 тонны каучука СКМС-30АРКМ-15

- | | |
|---|--|
| 1. Бутадиен из отделения Д-12-13-И-15 ТСЦ | 12. Антиоксидант ВС-1 |
| 2. Потери бутадиена в отделении Д-12-13-И-15 ТСЦ | 13. Реагент «ЭПАМ» |
| 3. Альфаметилстирол из отделения Д-12-13-И-15 ТСЦ | 14. Кислота серная |
| 4. Потери альфаметилстирола в отделении Д-12-13-И-15 ТСЦ | 15. Едкий натр |
| 5. Наполнители на стадии сополимеризации | 16. Наполнители в ХЗК |
| 6. Потери бутадиена на стадиях отмывки, отгонки и компримирования | 17. Реагент «ЭПАМ» в ХЗК |
| 7. Потери альфаметилстирола на стадиях отмывки, отгонки и дистилляции | 18. Сульфаты и вода, образующиеся при коагуляции латекса и нейтрализации кислых стоков |
| 8. Коагулом из аппаратов полимеризации и отгонки | 19. Крошка каучука в ХЗК |
| 9. Латекс СКМС-30АРК на установку Е-2 | 20. Альфаметилстирол из сушилок на печи Д-6 |
| 10. Коагулом из емкостей №1/1-9 | 21. Отходы каучука |
| 11. Масло ПН-6к | 22. Каучук СКМС-30АРКМ-15 на склад |

Таблица 3 - Материальный баланс получения 1 тонны каучука СКМС-30АРКМ-15

Балансовые потоки Ед. изм.	1		2		3		4		5		6		7		8	
	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%
<i>Компоненты:</i>																
1. Бутадиен	612,5	100	0,5	100							4,0	100			0,93	71,25
2. α-метилстирол					173,5	100	0,2	100					0,5	100	0,26	20,25
3. Наполнители									72,59	100					0,11	8,5
4. H ₂ SO ₄																
5. NaOH																
6. K ₂ SO ₄																
7. Na ₂ SO ₄																
8. H ₂ O																
9. NaCl (солевой раствор)																
Итого:	612,5	100	0,5	100	173,5	100	0,2	100	72,59	100	4,0	100	0,5	100	1,3	100

Продолжение таблицы 3

Балансовые потоки Ед. изм.	9		10		11		12		13		14		15	
	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%
<i>Компоненты:</i>														
1. Бутадиен	607,07	71,25	0,57	71,25										
2. α-метилстирол	172,54	20,25	0,16	20,25										
3. Наполнители	72,48	8,5	0,07	8,5	158,0	100	2,5	100						
4. H₂SO₄											12,0	100		
5. NaOH													1,0	100
6. K₂SO₄														
7. Na₂SO₄														
8. H₂O														
9. NaCl (солевой раствор)									2,3	100				
Итого:	852,09	100	0,8	100	158,0	100	2,5	100	2,3	100	12,0	100	1,0	100

Продолжение таблицы 3

Балансовые потоки Ед. изм.	16		17		18		19		20		21		22	
	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%
<i>Компоненты:</i>														
1. Бутадиен							0,12	60,60			0,067	60,64	606,4	60,6
2. α-метилстирол							0,03	17,22	0,5	100	0,019	17,18	171,8	17,2
3. Наполнители	5,3	100					0,05	22,18			0,024	22,18	221,8	22,2
4. H ₂ SO ₄														
5. NaOH														
6. K ₂ SO ₄					13,3	56,84								
7. Na ₂ SO ₄					1,8	27,23								
8. H ₂ O					3,6	15,93								
9. NaCl (солевой раствор)			2,3	100										
Итого:	5,3	100	2,3	100	18,7	100	0,2	100	0,5	100	0,11	100	1000	100

1.6.3 Материальный баланс получения 1 тонны каучука БСК-1502

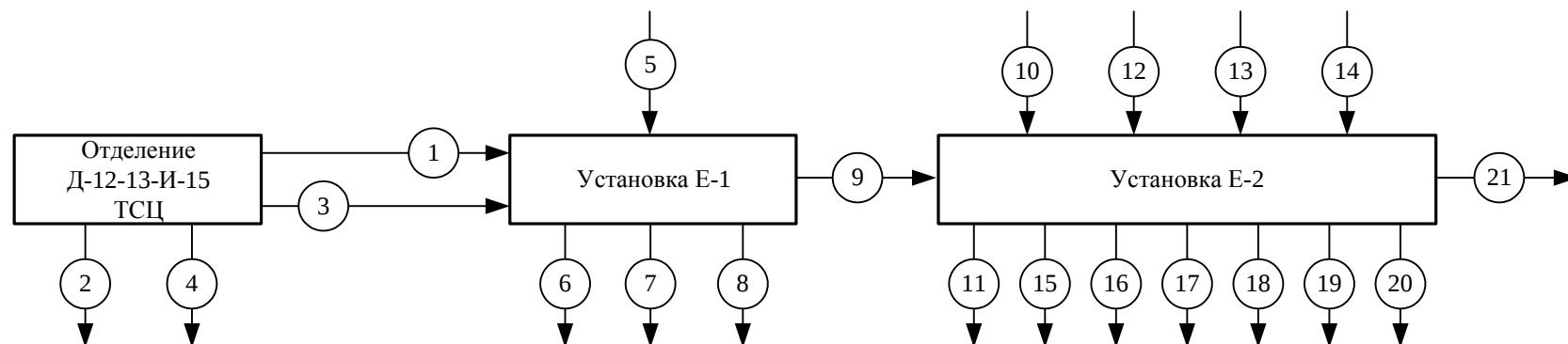


Рисунок 3 - Материальный баланс получения 1 тонны каучука БСК-1502

- | | |
|---|--|
| 1. Бутадиен из отделения Д-12-13-И-15 ТСЦ | 11. Коагулум из емкостей №101/1-6 |
| 2. Потери бутадиена в отделении Д-12-13-И-15 ТСЦ | 12. Хлористый натрий (солевой раствор) |
| 3. Альфаметилстирол из отделения Д-12-13-И-15 ТСЦ | 13. Кислота серная |
| 4. Потери альфаметилстирола в отделении Д-12-13-И-15 ТСЦ | 14. Едкий натр |
| 5. Наполнители на стадии сополимеризации | 15. Наполнители в ХЗК |
| 6. Потери бутадиена на стадиях отмывки, отгонки и компримирования | 16. Хлористый натрий (солевой раствор) в ХЗК |
| 7. Потери альфаметилстирола на стадиях отмывки, отгонки и дистилляции | 17. Сульфаты и вода, образующиеся при коагуляции латекса и нейтрализации кислых стоков |
| 8. Коагулум из аппаратов полимеризации и отгонки | 18. Крошка каучука в ХЗК |
| 9. Латекс СКМС-30АРК на установку Е-2 | 19. Альфаметилстирол из сушилок на печи Д-6 |
| 10. Стабилизатор ВС-30а или антиоксидант Вингстей Т | 20. Отходы каучука |
| | 21. Каучук БСК-1502 на склад |

Таблица 4 - Материальный баланс получения 1 тонны каучука БСК-1502

Балансовые потоки Ед. изм.	1		2		3		4		5		6		7	
	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%
<i>Компоненты:</i>														
Бутадиен	730,5	100	0,5	100							4,0	100		
α -метилстирол					215	100	0,2	100					0,5	100
Наполнители									76,81	100				
H ₂ SO ₄														
NaOH														
K ₂ SO ₄														
Na ₂ SO ₄														
H ₂ O														
NaCl (солевой раствор)														
Итого:	730,5	100	0,4	100	215	100	0,1	100	76,81	100	4,0	100	0,5	100

Продолжение таблицы 4

Балансовые потоки Ед. изм.	8		9		10		11		12		13		14	
	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%
<u>Компоненты:</u>														
Бутадиен	0,93	71,38	725,07	71,38			0,56	70,48						
α -метилстирол	0,27	21,07	214,03	21,07			0,17	20,80						
Наполнители	0,10	7,55	76,71	7,55	13,0	100	0,07	8,72						
H ₂ SO ₄											22,0	100		
NaOH													10,0	100
K ₂ SO ₄														
Na ₂ SO ₄														
H ₂ O														
NaCl (солевой раствор)									300	100				
Итого:	1,3	100	1015,81	100	13,0	100	0,8	100	300	100	22,0	100	10,0	100

Продолжение таблицы 4

Балансовые потоки Ед. изм.	15		16		17		18		19		20		21	
	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%
<i>Компоненты:</i>														
Бутадиен							0,145	72,39			0,145	72,39	724,2	72,4
α -метилстирол							0,043	21,37	0,5	100	0,043	21,36	213,3	21,3
Наполнители	7,49	100					0,012	6,24			0,012	6,25	62,5	6,3
H ₂ SO ₄														
NaOH														
K ₂ SO ₄					21,98	38,14								
Na ₂ SO ₄					26,18	45,44								
H ₂ O					9,46	16,42								
NaCl (солевой раствор)			294	100										
Итого:	7,49	100	294	100	57,62	100	0,2	100	0,5	100	0,2	100	1000	100

Примечание: 6 кг NaCl входит в 1 тн каучука в составе наполнителей, как зола в каучуке

1.7 Производственные сточные воды, поступающие на очистные сооружения

1.7.1 Количества образующихся стоков на установке производства синтетического бутадиенальфаметилстирольного каучука

По данным технологического регламента на производстве синтетического бутадиенальфаметилстирольного каучука постоянно образуется следующее количество стоков

Таблица 5 - Количество образующихся стоков в результате производства бутадиенальфаметилстирольного каучука

Наименование сбрасываемых сточных вод	Место сбрасывания	Кол-во стоков, м3/час	Периодичность сброса
1	2	3	4
1. Сточные воды из отделения Е-2, в том числе:	Насосом № 150 в насосную № 130 или 54а или в колодец № 6а ХЗК	190	Постоянно
Промывная вода из 2,3 частей ЛОМ № 13 (после промывки ленты каучука)	То же	59	Постоянно
Избыток серума из емкости № 88/1	-//-	56	Постоянно
Оборотная вода из переливного кармана емкости № 88/1	-//-	8	Постоянно
Избыток серума из емкости Е-1	Насосом № 150 в насосную № 130 или 54а или в колодец № 6а ХЗК	23	Постоянно
Отжимная вода из гидрозатвора ПН-1	То же	4	Постоянно
Обратная оборотная вода из теплообменника охлаждения масла отжимной машины М-1/1,2	-//-	5	Постоянно
Обратная оборотная вода из теплообменника охлаждения масла маслостанции А-6	-//-	5	Постоянно
Вода от сальников насосов № 2, № 58, № 58а, 125, Н-1	-//-	3,75	Постоянно
Раствор натровой щелочи на нейтрализацию стоков	-//-	0,25	Постоянно

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4
Промывная вода из влагосмолоотстойника № 23	В колодец № 4 ХЗК	15	Постоянно
Промывная вода от вакуум насосов № 97/7÷10	В колодец № 5 ХЗК	10	Постоянно
2. Сточные воды из отделения Е-12, в том числе:	Колодец № 3 ХЗК	3	Постоянно
Вода от сальников насосов № 2,3	То же	3	Постоянно

В результате в цех водоочистки и водоотведения предприятия ООО «СИБУР-Тольятти» поступает до 3,5 млн м³ стоков в год, что составляет 6% от всех поступающих стоков на очистку, 29% от всех стоков предприятия ООО «СИБУР Тольятти», 10% от всех стоков предприятий абонентов. Учитывая столь значительные объемы поступающих стоков с одного производства предприятия, и активным строительством на территории индустриального парка ООО «СИБУР Тольятти» новых производств, а следовательно и потенциальных абонентов существующих очистных сооружений, есть необходимость снижения сбросов сточных вод от производства синтетических бутадиенальфаметилстирольных каучуков.

Принципиальная схема образования стоков на производстве бутадиенальфаметилстирольных каучуков описана на (рис 4).

Принципиальная схема формирования стоков по установке Е-2

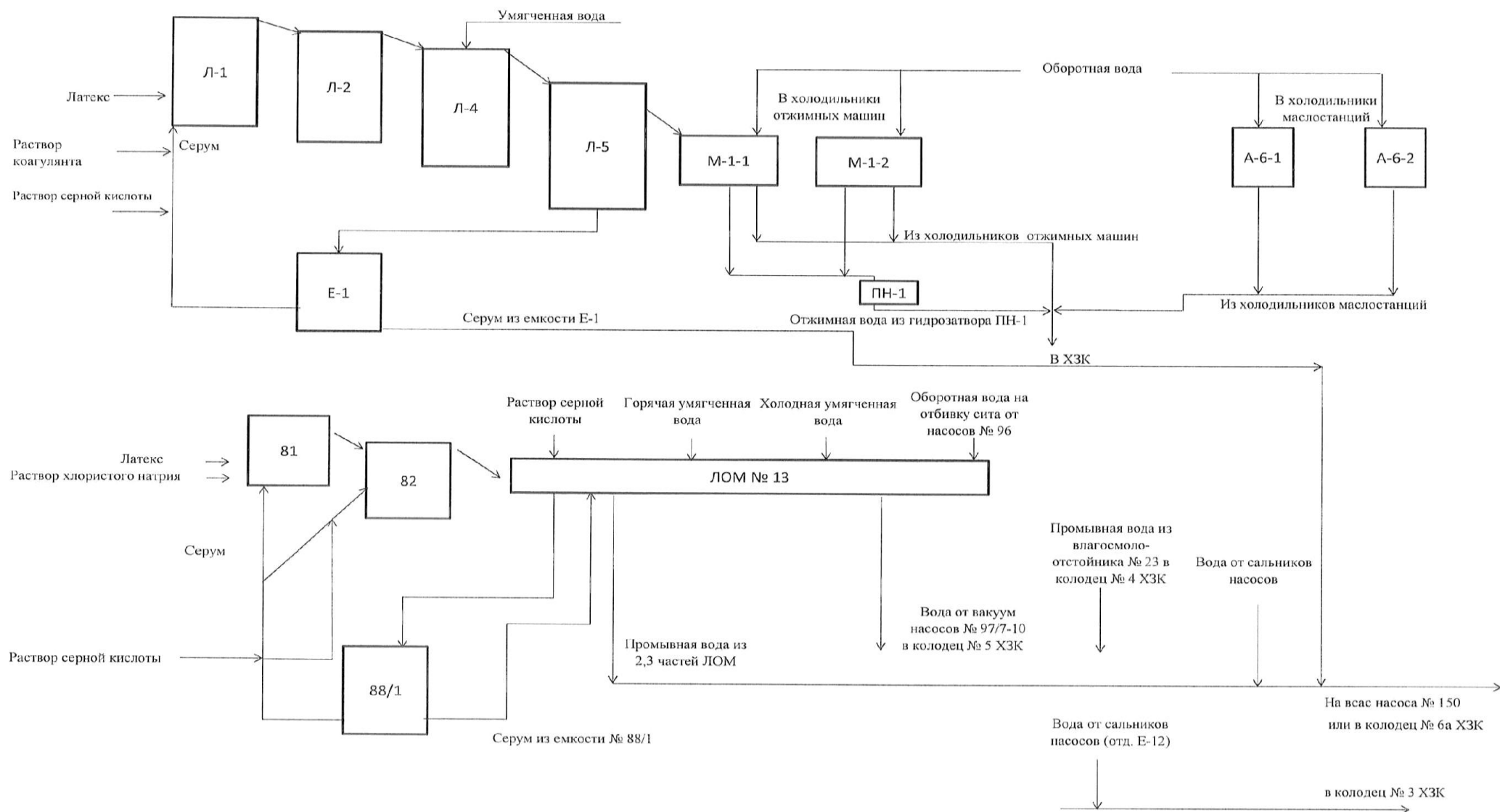


Рисунок 4 - Принципиальная схема формирования стоков установки производства
бутадиенальфаметилстирольных каучуков

1.7.2 Количество отходов образующихся в результате очистки стока в цехе водоочистке

По данным проекта нормативного образования отходов и лимитов на их размещения, материального баланса, данных анализов сточных вод, и данным о фактическом образовании отходов производства можно произвести расчет образования отходов полимера в результате водоочистки сточных вод поступающих с производства синтетического бутадиенальфаметилстирольного каучука.

По известной концентрации взвешенных веществ в поступающих сточных водах (по данным анализов лаборатории предприятия) и степени извлечения взвешенных примесей в процессе механической очистки можно определить, общее нормативное количество шлама механической очистки (песколовки, полимер-ловушки, первичные отстойники) сточных вод. Общее нормативное количество шлама механической очистки сточных вод (в расчете на сухое вещество) рассчитаем по формуле (5), используемой на предприятии для расчета количества осадков, образующихся при механической очистке сточных вод [55]:

$$Q_0 = V_c \times C \times 0,9 / 1000, \quad (5)$$

где: Q_0 – количество осадка, образующегося при механической очистке, кг;

V_c – объем сточных вод (164100 м³/сут. согласно технологического регламента цеха водоснабжения и водоочистки), м³;

C – концентрация взвешенных веществ в сточных водах, мг/л (г/м³);

0,9 – степень удаления взвешенных частиц при механической очистке.

По данным предоставленным предприятием, средневзвешенная (по всем потокам поступающих сточных вод) концентрация взвешенных веществ в поступающих на механическую очистку сточных водах составила.

Таблица 6 - Концентрация взвешенных веществ в сточных водах

Год	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
С концентрация взвешенных веществ в сточных водах, мг/л;	92.2	98.1	106.3	117.5	126.4	133.7	137.4

В результате проведенной инвентаризации установлено, что отходов полимера образуется 6.1 %, песка – 2.0 % от общего количества осадков очистных сооружений. Оставшееся количество представляет собой шлам первичных отстойников и избыточный активный ил, которые технологически не разделяются и удаляются совместно.

Рассчитаем нормативные количества осадков очистных сооружений и их удельные нормативы образования. Удельные нормативы образования осадков очистных сооружений рассчитаем, исходя из проектной производительности ОС, равной $164100 \text{ м}^3/\text{сут} \times 365 = 59896500 \text{ м}^3/\text{год}$.

Прирост активного ила при работе биологических очистных сооружений рассчитывается согласно [6]:

$$P_i = 0,8C_{\text{сдр}} + K_g L_{\text{ен}}, \quad (6)$$

где: $C_{\text{сдр}}$ – концентрация взвешенных веществ в сточной воде, поступающей в аэротенк, мг/л;

$K_g = 0,3$ – коэффициент прироста;

$L_{\text{ен}}$ – БПК_{полн.} поступающей в аэротенк сточной воды, мг $\text{O}_2/\text{л}$.

Данные о концентрации взвешенных веществ в сточных водах, поступающих в аэротенк, и БПК_{полн.} взяты из результатов анализов сточных вод, выполненных в лаборатории предприятия результаты анализов по годам представлены в таблице 7.

Таблица 7- Концентрации взвешенных веществ в сточных водах, поступающих в аэротенк, и БПК_{полн}

Год	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
$C_{\text{сдр}}$	232	240	251	259	268	275	281
БПК _{полн}	153	160	168	176	181	185	188
$P_i \text{ мг/л(г/м}^3\text{)}$	231,5	240	251,2	260	268,7	275,5	281,2

Количество производимой продукции и возникающих в результате производства отходов представлено в таблице 8.

Динамика роста количества отходов в результате водоочистки, и выпускаемой продукции с 2010 по 2016 показана на (рис5-7).

Таблица 8 – Количество производимой продукции и возникающих в результате производства отходов

Год	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Кол-во производимой продукции (т/год)	50530	53808	58258	55196	59377	62806	64544
Q₀ - Общее годовое нормативное количество (в расчете на сухое вещество) шлама механической очистки сточных вод. (т/год.)	4970,211	5288,262	5730,298	6334,054	6813,825	7207,345	7406,801
Нормативное количество образующегося песка из песколовок (т/год.)	99,404	105,770	114,605	126,681	136,276	144,146	148,136
Нормативное количество образующихся отходов полимера из полимерловушек. (т/год.)	303,182	322,853	349,548	386,377	415,643	439,648	451,814
Нормативное количество шлама первичных отстойников (т/год.)	4567,625	4859,639	5266,145	5820,996	6261,906	6623,551	6806,851
Годовой прирост избыточного активного ила (в расчете на сухое вещество) (т/год)	13866	14375	15046	15573	16094	16501	16843
Общее нормативное количество (на сухое вещество) образующихся отходов (осадков) при механической и биологической очистке сточных вод (т/год).	18444	19235	20312	21394	22356	23125	23649



Рисунок 5 - Количество производимой продукции по годам



Рисунок 6 - Количество образующихся отходов полимера в цехе водоочистки и водоотведения



Рисунок 7 - Количество образовавшихся в цехе водоочистки отходов ила

Вывод: на основе расчетов можно определить, что из-за износа оборудования и наращивания мощностей, фактическое содержание отходов полимера в сточных водах в период с 2010 по 2016 года на предприятие ООО «СИБУР Тольятти» от 0,5% до 0,7% что более чем в 10 раз превышает данные производственного регламента. В связи с увеличенным количеством полимеров в стоках увеличивается и вынос ила в отстойники. Полимеры, устойчивые к биохимическому окислению и оказывают вредное действие на работу биологических окислителей. При наличии полимеров в сточных водах эффективность биологической очистки резко снижается, падает производительность биологических окислителей (аэротенков) растет остаточное количество органических веществ в сточных водах, прошедших очистку из вторичных отстойников выносятся большое количество активного ила. Объясняется это тем, что полимеры сорбируются на развитой поверхности активного ила. В результате их накопления затрудняется осаждение активного ила, что приводит к большим его потерям со сточными водами. Вследствие этого в аэротенках не удается поддерживать необходимую концентрацию активного ила, что резко снижает их окислительную мощность [66]. В результате резко снижается качество очистки сточных вод на очистных сооружениях, и значительно увеличивается количество отходов образующихся в результате очистки сточных вод, такие как полимеры и активный ил, что увеличивает антропогенную нагрузку на окружающую среду, вследствие сброса стоков с низким качеством очистки, и большому количеству отходов требующих захоронения на специализированных полигонах.

1.8 Существующие способы улавливания полимеров в сточных водах

1.8.1 Общие данные об объекте исследования

В процессе производства синтетических бутадиенстирольных каучуков часть готовой продукции и несоагулированного латекса, в процессе

отмывки, отделения продукции от воды, отжиме и сушки уходит вместе со сточными водами на очистные сооружения. В результате ценный продукт попадает на очистные сооружения, где в свою очередь частично задерживается на полимер ловушках увеличивая тем самым количества отходов образующихся в результате очистки сточных вод, далее сток попадает на биологическую очистку, где полимеры затрудняют работу микроорганизмов участвующих в очистке стока адсорбируясь на слое активного ила, что в свою очередь приводит к большему выносу ила во вторичные отстойники, и к меньшему качеству очистки стоков. Полимер ценный продукт и может быть повторно использован в технологическом процессе на его производство затрачивается большое количество ресурсов, но в результате ухода части продукции со стоком увеличивается нагрузка, как на очистные сооружения так и на полигоны твердых отходов. В связи с этим есть необходимость улавливания полимера в сточных водах на стадии его производства.

1.8.2 Патентный поиск

На основании патентного поиска представленного в *Приложении 1*, можно сделать вывод что, существующие способы улавливания полимеров не соответствуют поставленным целям, так как в большинстве случаев полимеры так же остаются отходами, либо не соответствуют по содержанию различных компонентов в конечном продукте. К тому же предложенные методы достаточно дорогостоящие, и мало эффективны, так как антропогенная нагрузка на окружающую среду вследствие улавливания полимеров в сточных водах существующими способами не снижается, а количество отходов только увеличивается. В связи с этим есть необходимость разработки установки по улавливанию полимеров в сточных водах, непосредственно на выходе стока из цеха.

Вывод по первой главе:

1) На основе расчетов можно определить, что из-за износа оборудования и наращивания мощностей, фактическое содержание отходов полимера в сточных водах в период с 2010 по 2016 года на предприятие ООО «СИБУР Тольятти» от 0,5% до 0,7% ,что более чем в 10 раз превышает данные производственного регламента.

2) При наличии полимеров в сточных водах эффективность биологической очистки резко снижается, падает производительность биологических окислителей (аэротенков) растет остаточное количество органических веществ в сточных водах, прошедших очистку из вторичных отстойников выносятся большое количество активного ила.

3) В результате резко значительно увеличивается количество отходов образующихся в результате очистки сточных вод, такие как полимеры и активный ил, что увеличивает антропогенную нагрузку на окружающую среду, вследствие сброса стоков с низким качеством очистки, и большому количеству отходов требующих захоронения на специализированных полигонах.

4) Существующие способы улавливания полимеров не соответствуют поставленным целям, так как в большинстве случаев полимеры так же остаются отходами, либо не соответствуют по содержанию различных компонентов в конечном продукте. К тому же предложенные методы достаточно дорогостоящие, и мало эффективны, так как антропогенная нагрузка на окружающую среду вследствие улавливания полимеров в сточных водах существующими способами не снижается, а количество отходов только увеличивается.

5) Наиболее подходящее технологическое решение оптимизации существующих установок, комплексное применение установок локальной системы очистки непосредственно на стадии производства продукции.

ГЛАВА 2. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УСТАНОВКИ ВЫДЕЛЕНИЯ СИНТЕТИЧЕСКОГО БУТАДИЕНАЛЬФАМЕТИЛСТИРОЛЬНОГО КАУЧУКА

2.1 Анализ существующих проблем при производстве синтетического бутадиенальфаметилстирольного каучука

На производство бутадиенальфаметилстирольных каучуков затрачивается большое количество сырьевых и энергетических ресурсов, в особенности для процесса коагуляции латекса затрачивается большое количество водных ресурсов, на данный момент на производстве не существует замкнутого водооборотного цикла, в результате чего за год расходуется порядка 3.5 млн. м³ водных ресурсов, которые в свою очередь значительно увеличивают нагрузку на очистные сооружения предприятия. К тому же в процессе производства каучуков на стадиях: отмывки; отделения от вод; отжиме и сушки происходят технологические потери товарной продукции, которая присутствует в стоках в двух агрегатных состояниях, твердой в виде крошки размером от 0,2 мм, и жидкой в виде суспензии нескоагулированной части латекса, в результате за год на очистных сооружениях образуется до 450 тонн полимеров и это только в твердом агрегатном состоянии. Так как полимер ловушки существующих очистных сооружений имеют достаточно низкий КПД [58], и в стоках остается значительная часть полимеров, падает и качество очистки стоков. В результате возрастает антропогенная нагрузка на окружающую среду вследствие сброса стоков с низким качеством очистки в прилегающие водоемы, и захоронения отходов в большем количестве на специализированных полигонах [46].

Полимер ценный продукт и его можно использовать повторно в технологическом процессе. Бутадиен-стирольные каучуки (БСК) относятся к каучукам общего назначения. Среди синтетических каучуков они занимают лидирующую позицию по объемам производства. БСК применяются

в наиболее материалоемких резиновых изделиях, таких как шины и конвейерные ленты. Примерно 75% от общего объема выпускаемых бутадиенальфаметилстирольных каучуков идет на производство шин [5].

В результате несовершенства существующих установок производства бутадиенальфаметилстирольных каучуков, значительные объемы ценного продукта поступают со сточными водами на очистные сооружения, где подвергаются утилизации на специализированных полигонах вследствие потери товарных качеств. В связи с этим есть необходимость разработки установки позволяющей: изъять полимер из сточных вод, как в виде крошки, так и в виде суспензии, а так же позволяющей провести водоподготовку до качества соответствующему требованиям технологического регламента для производства синтетического бутадиенальфаметилстирольного каучука. Установка должна быть компактна, для размещения в существующем производственном здании, автоматизирована и проста в обслуживании. Для рентабельности ее установки, она должна быть экономична: потреблять малое количество ресурсов, и электроэнергии.

Разработанное технологическое решение может позволить улавливать крошку каучука на стадии производства, т.е. увеличить доход от выпуска товарной продукции, а так же создать замкнутый водооборотный цикл, что существенно удешевит производство каучука. К тому же снизится нагрузка на цех водоочистки и водозабор, в результате чего появляется возможность привлечения дополнительных абонентов и снижения выплат за негативное воздействие на окружающую среду.

2.2 Предлагаемое техническое решение для снижения количества полимеров в сточных водах

Из материального баланса видно, что на производство одной тонны каучука уходит 17м^3 воды. На производстве три установки, их средняя суммарная производительность 10 т/ч. Следовательно, расход сточных вод $177\text{м}^3/\text{час}$. Потери крошки каучука на стадии промывки, сушки и отжима

составляют 1050г/т. Для извлечения крошки и ее возврата в товарную продукцию предлагается использовать две стадии очистки: механическая очистка, физико-химическая очистка. Структурная схема предлагаемого решения представлена на (рис 8), синим цветом обозначена существующая схема, зеленым предлагаемая.

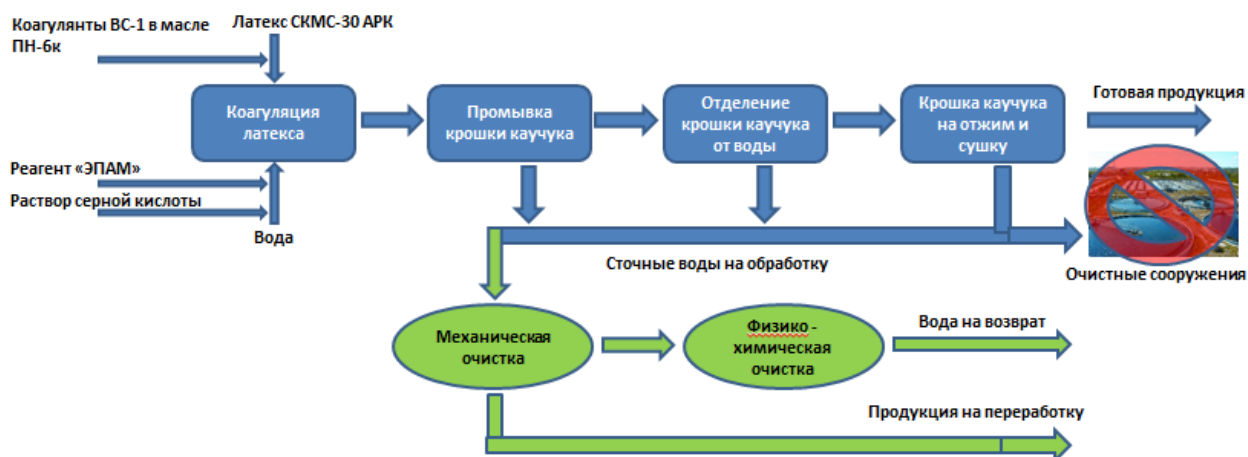


Рисунок 8 – Структурная схема предлагаемого технологического решения.

Узел механической очистки (МО) предназначен для отделения и возврата в технологический процесс крошки полимера размером до 0,2 мм, распределенной в объеме сточной воды, отходящей от 3-х линий выделения каучука. Механические барабанные решетки являются одним из лучших решений для предварительной очистки промышленных сточных вод. Данные устройства можно применять для очистки сточной воды, содержащей масла и нефтепродуктов. Диапазон прозоров барабанного сита 0,15 – 0,25 мм [36].

После узла механической очистки сточная вода поступает на узел физико-механической очистки (ФМО) где происходит удаление из стока крошки полимера размером менее 0,2 мм, а также загрязнений, находящихся в коллоидном состоянии. Узел физико-механической очистки представлен напорной флотацией [35].

Метод напорной флотации обеспечивает удаление загрязнений из воды с помощью микропузырьков воздуха, сорбирующих на поверхности частиц и поднимающих хлопья загрязнений на поверхность воды. Подача водовоздушной смеси и очищаемого стока, прошедшего предварительную

реагентную обработку (добавление флокулянта, или коагулянта и флокулянта) осуществляется в центральную часть флотатора. Приготовление водовоздушной смеси осуществляется в установке растворения воздуха. Хлопья полимера увлекаемые воздухом, поднимаются на поверхность и образуют устойчивый слой флотошлама. Сверху флотатора установлен спиральный сборник, который зачерпывает флотошлам и сбрасывает его в цилиндрическую трубу для вывода из флотатора. Флотошлам выводится из флотатора самотеком и собирается в соответствующую емкость, откуда шнековыми насосами перекачивается на узел обезвоживания. Очищенный на флотаторах сток самотеком поступает в приемную емкость очищенной воды.

Кроме высокой эффективности очистки, установки напорной флотации имеют дополнительные преимущества перед обычными методами: стабильность выходных параметров, компактность, простота автоматизации, низкое удельное потребление реагентов [23].

Для обезвоживания осадков сточных вод, поступающих с флотаторов предлагается использовать шнековый обезвоживатель.

Насос жидкого осадка подает осадок из трубопровода во флокуляционный реактор. В реакторе имеется датчик, который перекрывает подачу, если объем поступающего осадка превышает пропускную способность пресса.

Необходимый флокулянт (раствор полиэлектrolита) непрерывно подготавливается в автоматической установке подготовки флокулянта.

Дозирование нужного количества флокулянта происходит при помощи насоса дозатора флокулянта, доза зависит от количества концентрации жидкого осадка.

В устройстве для впрыскивания и смешивания полимера в жидкий осадок вводится требуемое количество флокулянта. После этого в регулируемом смесителе осадок с флокулянтом подвергается интенсивному турбулентному перемешиванию, смеситель представляет собой конструкцию

с обратным клапаном снабженным рычагом с грузом, что позволяет регулировать интенсивность перемешивания в зависимости от свойств осадка.

Далее смесь флокулянта с осадком поступает во флокуляционный реактор, где подвергается непрерывному перемешиванию и образует хлопья [22]. Вместе с выделившейся водой эти хлопья самотеком поступают в шнековый пресс.

В результате непрерывной подачи шнеком вдоль конусообразного щелевого сита от входа до выгрузной шахты хлопья шлама прессуются, кантуются, отжимаемая вода отфильтровывается, обезвоженный осадок отправляется шнеком к зоне выгрузки, продавливается по краю пресс-конуса и выгружается через шахту сброса.

В ходе процесса обезвоживания фильтрующая корзина очищается изнутри щетками, закрепленными на краях витков шнека. Изнутри прозоры сита промываются из форсунок, расположенных на вращающемся вокруг фильтрующей корзины промывочном коробе.

Чтобы сократить расход промывной воды и поддерживать постоянное давление, магнитные клапана по очереди включают разные шпринклерные колодки.

С помощью регулирования числа оборотов шнека можно подобрать отвечающие требованиям к обезвоженному осадку время пребывания в шнековом прессе и время фильтрации [20].

2.3 Расчет параметров узлов предложенной схемы

2.3.1 Расчет барабанных фильтров

В аппаратах данного типа разделение суспензии на легкую (фугат) и тяжелую (осадок) фракции происходит через внешнюю фильтрующую поверхность, что обеспечивает простоту ухода за механизмом [9].

В связи с большим объемом фильтрата (сточных вод) в целях уменьшения габаритов барабанных фильтров и сохранения качества

их очистки, решено один блок локальной системы очистки установить на каждую установку получения бутадиенальфаметилстирольного каучука. Следовательно, объем фильтрата принимать: $Q=0,016 \text{ м}^3/\text{с}$ Плотность латекса следует принимать: $\rho=0,980 \text{ г/см}^3$ Максимальная высота слоя осадка на фильтре: $h_{ос}=0,002\text{м}$. Продолжительность всего цикла работы барабанного вакуум-фильтра может быть выражена через частоту вращения барабана (частоту вращения фильтра следует принимать 60 об/мин):

$$\tau_{ц} = \frac{1}{n}, \quad (7)$$

где $\tau_{ц}$ – время полного цикла работы фильтра, с;

n – частота вращения барабана, с^{-1} .

Следовательно, время полного цикла работы фильтра

$$\tau_{ц} = \frac{1}{1} = 1$$

$v_{фуд}$ – удельный объем фильтрата, который можно определить по формуле:

$$v_{фуд} = \frac{h_{ос}}{x_0} \quad (8)$$

где $h_{ос}$ – высота слоя осадка на фильтре, м;

x_0 – отношение объема осадка на фильтре к объему образующегося

Следовательно удельный объем фильтрата равен:

$$v_{фуд} = \frac{0,02}{0,001029} = 19,43$$

Необходимая площадь фильтрования определяется по формуле:

$$F = \frac{Q * \tau_{ц}}{v_{фуд} * K_{п}}, \quad (9)$$

где F – необходимая площадь фильтрования, м^2 ;

Q – заданная производительность по фильтрату, $\text{м}^3/\text{с}$;

$\tau_{ц}$ – время полного цикла работы фильтра, с;

$K_{п}$ – поправочный коэффициент, учитывающий необходимость увеличения поверхности фильтрования, вызванную увеличением сопротивления фильтровальной перегородки вследствие ее длительного использования ($K_{п}=0,8$).

Следовательно, необходимая площадь фильтрования равна:

$$F = \frac{60 \cdot 1}{19,43 \cdot 0,8} = 3,86$$

Размеры барабана находим по формуле площади цилиндра:

$$S = \pi dh, \quad (10)$$

где d - диаметр барабана, мм,

h – длина барабана, мм

Стандартные диаметры барабана равны: d=400; d=600; d=800; d=1200 мм. Исходя из всех расчетов длина барабана при диаметре $d = 600$ мм:

$$h = \frac{3,86}{3,14 \cdot 0,8} = 1,53$$

2.3.2 Расчет флотатора

Основным показателем, необходимым для расчета является оптимальное время флотации (для каждой ее операции). В каждом конкретном случае это время определяется путем проведения специальных опытов в лабораторных и полупромышленных условиях [64]. В рамках данной работы был проведен ряд экспериментов в лаборатории кафедры, по определению наиболее эффективных коагулянтов и флокулянтов, а так же определению их оптимальной дозы. Для проведения данных работ использовались методики: экспресс метод проведения пробной коагуляции (методика разработана компанией Аква-Аурат), лабораторные методики исследования эффективности действия флокулянтов (Д.В. Фролов).

2.3.3 Методика проведения опыта

Исходный сток для проведения исследования отбирался из следующих точек:

- точка сброса промывной воды с вибросита № 2;
- точка сброса промывной воды с вибросита № 3;
- пробоотборник из емкости № 35/1.

Объем пробы обрабатываемой сточной воды составил 500 мл, для каждого эксперимента. В ходе экспериментов использовали раствор

коагулянта с концентрацией 1% (по действующему веществу) и раствор флокулянта с концентрацией 0,1 % (по товарному продукту).

В ходе лабораторных исследований были проведены испытания следующих реагентов:

1. Коагулянты:

- № 8190 (органический) - производитель: «Nalco»;
- № 8103plus (органический) - производитель: «Nalco»;
- № 8172 (органический) - производитель: «Nalco»;
- № 77139 (органо-минеральный) - производитель: «Nalco»;
- № 71260 (органо-минеральный) - производитель: «Nalco»;
- № 8185 (органо-минеральный) - производитель: «Nalco»;
- № 8187 (органо-минеральный) - производитель: «Nalco»;
- Superfloc C 595 (органический) - производитель: «Кемира Эко»;
- Аква-аурат 30 ($\text{Al}(\text{OH})_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) - производитель: «Аурат»;
- Сульфат железа ($\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) - производитель: «Кемира Эко»;
- Сульфат алюминия ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$) - производитель: «Кемира Эко»;
- Хлорид железа ($\text{FeCl}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) - производитель: «Кемира Эко»;
- PAX-18 (производства фирмы Кемира, содержание основного вещества Al_2O_3 -18%);

2. Флокулянты:

- № 71651 (анионный) - производитель: «Nalco»;
- № 71661 (анионный) - производитель: «Nalco»;
- № 9901 (анионный) - производитель: «Nalco»;
- № 9601 pulv (анионный) - производитель: «Nalco»;
- № 8172 pulv (анионный) - производитель: «Nalco»;
- № 9913 (катионный) - производитель: «Nalco»;
- № 9916 (катионный) - производитель: «Nalco»;
- № 68531 (катионный) - производитель: «Nalco»;
- № 68528 (катионный) - производитель: «Nalco»;

- № 71687 (катионный) - производитель: «Nalco»;
- Magnafloc 155 (анионный) - производитель: «BASF»;
- Zetag 8125 (катионный) - производитель: «BASF»;
- Superfloc C498 (катионный) - производитель: «Кемира Эко»;
- Superfloc A120 (анионный) - производитель: «Кемира Эко»;

В процессе лабораторных исследований были использованы следующие материалы и оборудование:

- Мерные стаканы(100,150,200,500,1000 см³);
- Воронки стеклянные для фильтрования;
- Бумага фильтровальная лабораторная (красная и синяя лента);
- Дозирующие пипетки (объем- 1,2,5 см³);
- Делительные воронки(500,1000 см³);
- Мерные цилиндры (100,500,1000 см³);
- Мешалка электрическая;
- Весы лабораторные 2 класса точности, ГОСТ 24104-2001;
- рН-метр лабораторный;
- Палочки стеклянные.

Для достижения эффекта коагуляции и флокуляции в пробу вносили определенную дозу реагента при интенсивном перемешивании, далее в течение определенного времени (15 - 60 мин) проводили визуальное наблюдение до появления устойчивого хлопьеобразования и осаждения образовавшейся взвеси. Так же проверяли устойчивость к разрушению и скорость осаждения хлопьев. По визуальным оценкам (скорость срабатывания реагента, размер хлопьев, скорость осаждения, мутность надосадочной воды) выбирали наиболее эффективные реагенты и дозировки. Далее исходный сток обрабатывался подобранными дозировками наиболее эффективных реагентов, после чего надосадочная вода отбиралась для лабораторного анализа по следующим параметрам: взвешенные вещества, мг/л, ХПК (химическое потребление кислорода), мг О₂/л.

2.3.4 Результаты исследования

По результатам пробного отстаивания было выявлено, что без добавления реагентов система стабильна и разделения фаз с течением времени не происходит. Для дестабилизации коллоидной системы необходима реагентная обработка.

Оптимальную дозу реагента определяли в ходе пробной коагуляции, а затем флокуляции, которую проводили в мерных цилиндрах объемом 500 см³.

Визуально работу реагентов оценивали по следующим параметрам: время контакта; качество хлопьеобразования, скорость осаждения хлопьев; минимальная доза реагента, обеспечивающая наибольший эффект очистки.

Наиболее эффективной является схема последовательного ввода коагулянта и флокулянта, приводящая к интенсивному выпадению хлопьев каучука.

На (рис. 9) представлен внешний вид исходного стока обработанного коагулянтом и флокулянтом, в результате чего происходит выделение большого количества латекса, что свидетельствует о высокой эффективности реагентной обработки.



Рисунок 9 - Исходный сток, обработанный коагулянтом Superfloc C 595(70 мг/л) и флокулянтом № 68528 (1 мг/л).

После испытаний всех реагентов представленных в п.2.3.3 были выбраны наиболее эффективные пары коагулянт – флокулянт по визуально наблюдаемым параметрам, т.е. минимальное время срабатывания, максимальный размер и качество образываемых хлопьев, лучшее качество надосадочной воды и минимальные дозировки. Тип, марка и дозировка выбранных реагентов представлены в таблице 9.

Таблица 9 - Реагенты, показавшие наибольшую эффективность по визуально наблюдаемым параметрам

№ ступени	Реагент	Минимальная дозировка, мг/л	Максимальная дозировка, мг/л	Средняя дозировка, мг/л
1	Коагулянт - № 8190	90	150	120
	Флокулянт - № 68528	1	3	2
	Коагулянт - № 8103plus	90	150	120
	Флокулянт - № 68528	1	3	2
	Коагулянт - Superfloc C 595	50	100	75
	Флокулянт - № 68528	1	3	2
2	Коагулянт - Аква-Аурат 30	30	90	60
	Флокулянт - №9901	1	2	2

После подбора реагентов были проведены лабораторные анализы проб исходного стока после реагентной обработки, результаты качества стоков после реагентной обработки представлены в таблице 10.

Динамика зависимости качества стока от времени контактирования с реагентом представлена на (рис. 10 – 13).

Таблица 10 - Качество стоков после реагентной обработки

№ пробы	Исходный сток	Наименование реагентов	Дозировки реагентов, мг/л	Анализ проб надосадочной воды через 5 мин обработки		Анализ проб надосадочной воды через 15 мин обработки		Анализ проб надосадочной воды через 30 мин обработки	
				Взвешенные вещества, мг/л	ХПК, мг/л	Взвешенные вещества, мг/л	ХПК, мг/л	Взвешенные вещества, мг/л	ХПК, мг/л
2	Емкость № 35/1	Коагулянт - Superfloc C 595	50	4,6	452	3,4	445	3,1	436
		Флокулянт - № 68528	1						
3	Емкость № 35/1	Коагулянт - Superfloc C 595	100	2,8	445	2,3	434	2,0	428
		Флокулянт - № 68528	3						
4	Емкость № 35/1	Коагулянт - Superfloc C 595	75	9	448	7	437	6	431
		Флокулянт - № 68528	2						
5	Емкость № 35/1	Коагулянт - № 8103plus	140	6,8	447	5,6	441	5,2	437
		Флокулянт - №68528	6						
6	Емкость № 35/1	Коагулянт - № 8103plus	140	5,37	470	5,1	462	5,0	457
		Флокулянт - №68528	6						
7	Емкость № 35/1	Коагулянт - № 8190	100	79,8	746	74,8	740	74,1	732
		Флокулянт - №68528	6						
8	Емкость № 35/1	Коагулянт - № 8103plus	100	72,2	656	68,2	648	71,8	641
		Флокулянт - №68528	6						
9	Проба №2	Коагулянт - Аквааурат-30	30	6,89	436	5,84	432	5,8	428
		Флокулянт - № 9901	1,5						
10	Проба №3	Коагулянт - Аква-аурат-30	30	6,13	440	5,15	434	4,9	430
		Флокулянт - № 9901	1,5						
11	Емкость № 35/1	Коагулянт - № 8190	140	4,1	472	3,6	468	3,4	461
		Флокулянт - № 9913	6						
12	Проба №8	Коагулянт - Аквааурат-30	30	1,4	465	1,1	461	0,9	456
		Флокулянт - № 9901	1,5						
13	Емкость № 35/1	Коагулянт - № 8190	140	7	468	5,6	460	5,2	451
		Флокулянт - №68528	6						
1	Исходный сток с емкости № 35/1			7,8	1165	7,8	1165	7,8	1165

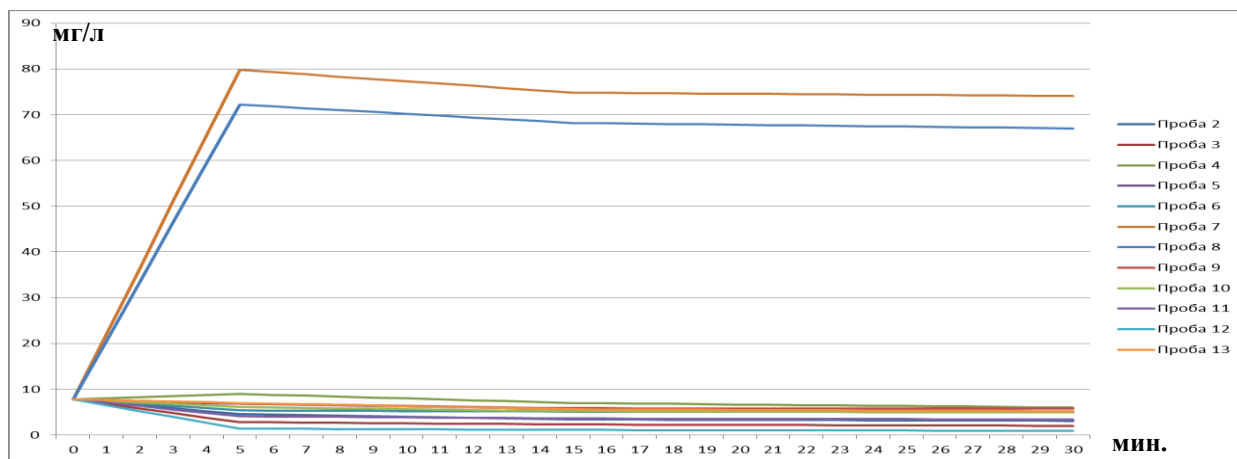


Рисунок 10 - Зависимость количества взвешенных веществ от времени обработки стока

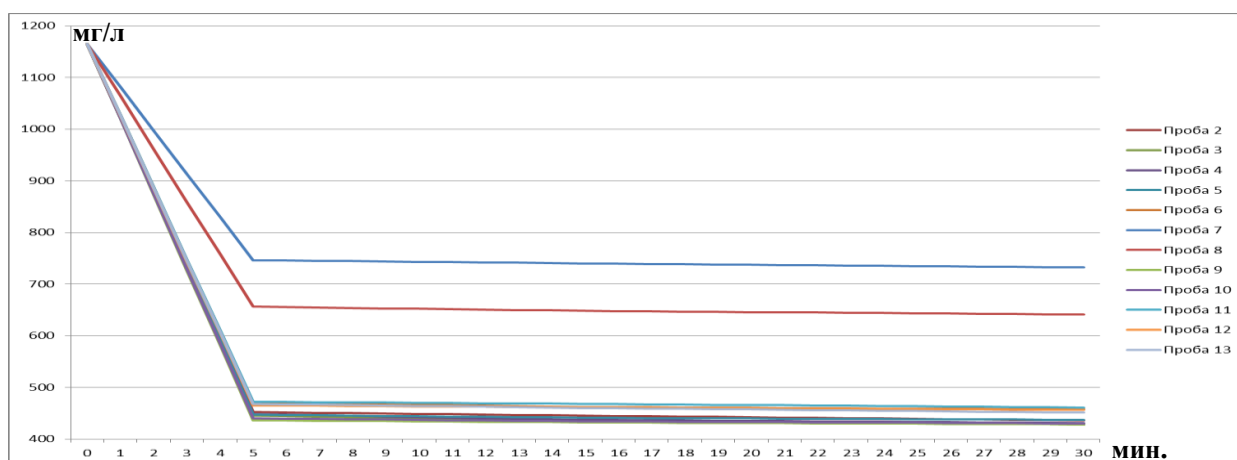


Рисунок 11 – Зависимость ХПК от времени обработки стока

По итогам всех данных полученных в ходе экспериментальных лабораторных испытаний, были выбраны наиболее эффективные реагенты для обработки исходного стока на узле физико-химической очистки (рис 12-13).

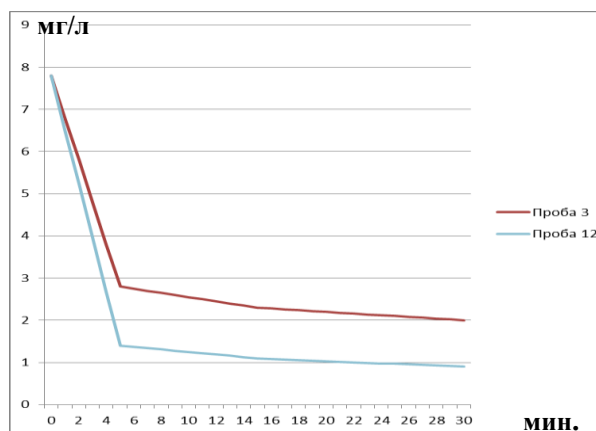


Рисунок 12 - Зависимость кол-ва взвешенных веществ от времени обработки стока

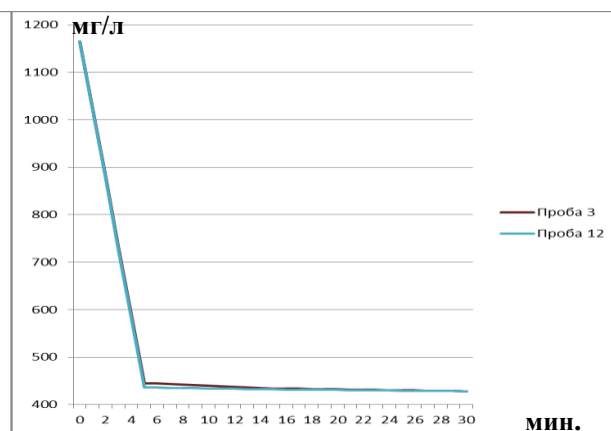


Рисунок 13 - Зависимость ХПК от времени обработки стока.

Тип, марка и дозировка выбранных реагентов представлены в таблице 11.

Таблица 11 - Реагенты, показавшие наибольшую эффективность в ходе экспериментальных лабораторных испытаний

№ Пробы	Реагент	Минимальная дозировка, мг/л	Максимальная дозировка, мг/л	Средняя дозировка, мг/л
3	Коагулянт - Superfloc C595	50	100	75
	Флокулянт - № 68528	1	3	2
12	Коагулянт - Аква-Аурат 30	30	90	60
	Флокулянт - №9901	1	2	2

Согласно таблицы 10, ожидаемая эффективность снижения ХПК во флотаторе может составлять около 67%, эффективность снижения количества взвешенных веществ может составлять около 82%.

На основе полученных данных составим математическое описание экспериментальных данных.

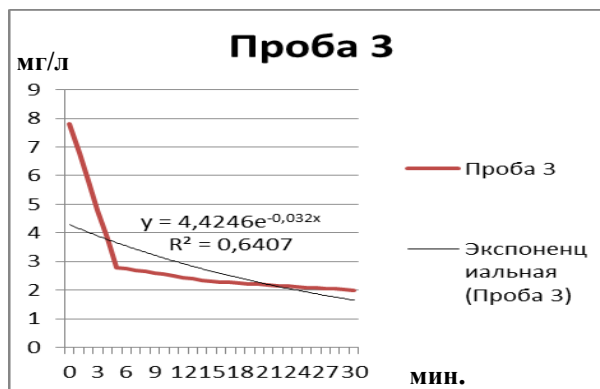


Рисунок 14 - Зависимость количества взвешенных веществ от времени обработки стока (экспоненциальное уравнение).



Рисунок 15 - Зависимость ХПК от времени обработки стока (экспоненциальное уравнение).

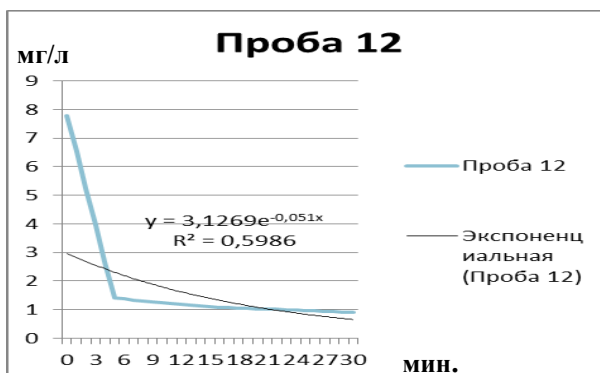


Рисунок 16 - Зависимость количества взвешенных веществ от времени обработки стока (экспоненциальное уравнение).

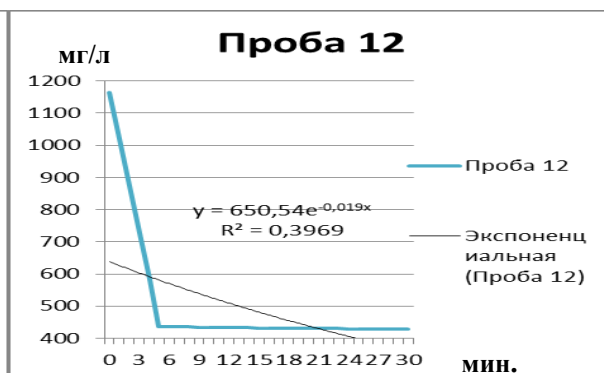


Рисунок 17 - Зависимость ХПК от времени обработки стока (экспоненциальное уравнение).

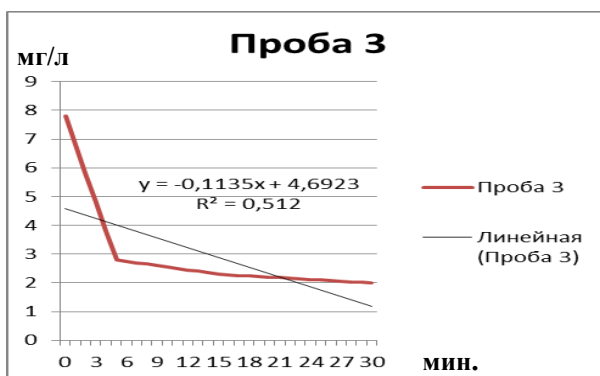


Рисунок 18 - Зависимость количества взвешенных веществ от времени обработки стока (линейное уравнение).

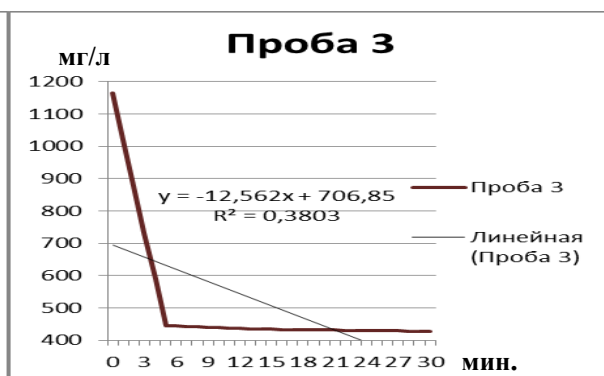


Рисунок 19 - Зависимость ХПК от времени обработки стока (линейное уравнение).

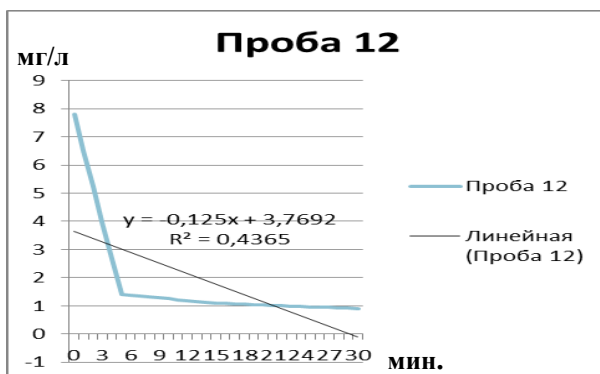


Рисунок 20 - Зависимость кол-ва взвешенных веществ от времени обработки стока (линейное уравнение)

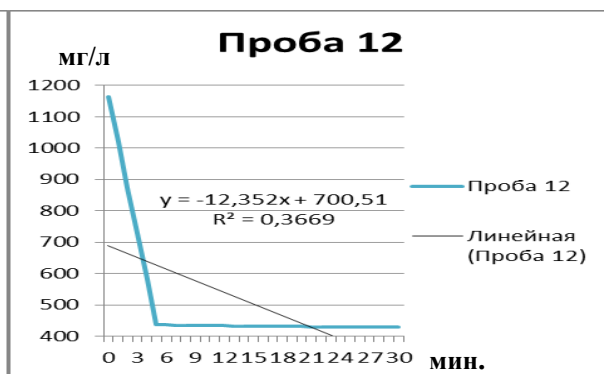


Рисунок 21 - Зависимость ХПК от времени обработки стока (линейное уравнение).

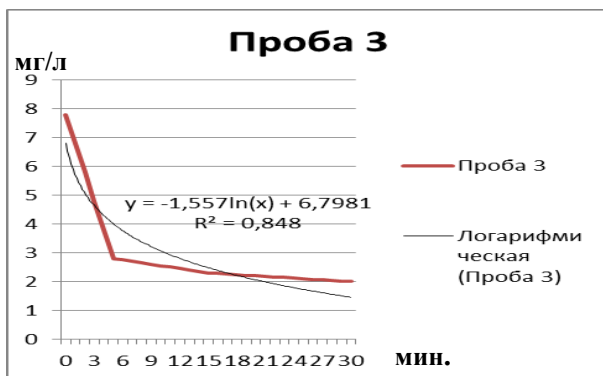


Рисунок 22 - Зависимость количества взвешенных веществ от времени обработки стока (логарифмическое уравнение).

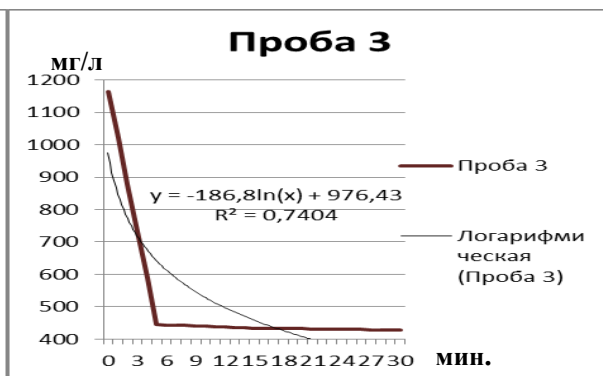


Рисунок 23 - Зависимость ХПК от времени обработки стока (логарифмическое уравнение).

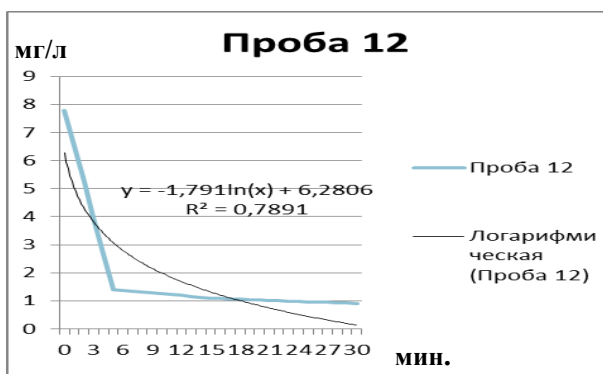


Рисунок 24 - Зависимость количества взвешенных веществ от времени обработки стока (логарифмическое уравнение).

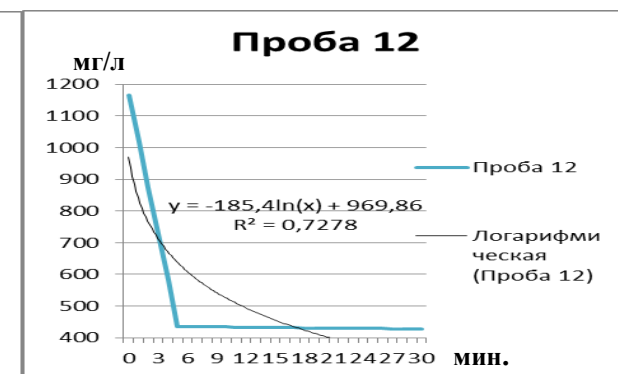


Рисунок 25 - Зависимость ХПК от времени обработки стока (логарифмическое уравнение).

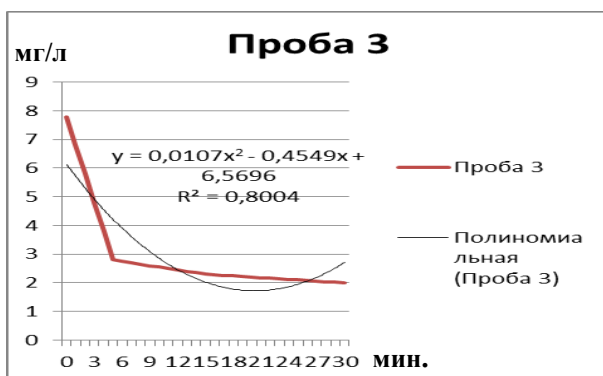


Рисунок 26 - Зависимость количества взвешенных веществ от времени обработки стока (полиномиальное уравнение).



Рисунок 27 - Зависимость ХПК от времени обработки стока (полиномиальное уравнение).

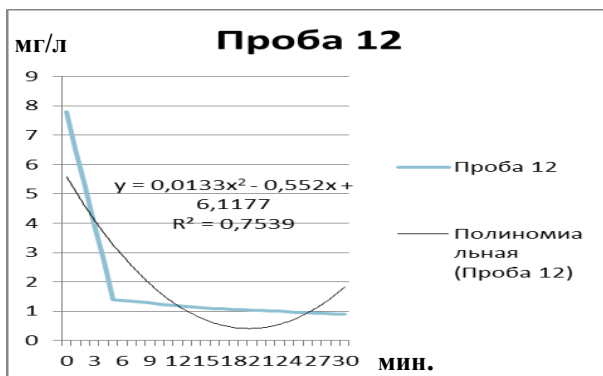


Рисунок 28 - Зависимость количества взвешенных веществ от времени обработки стока (полиномиальное уравнение).

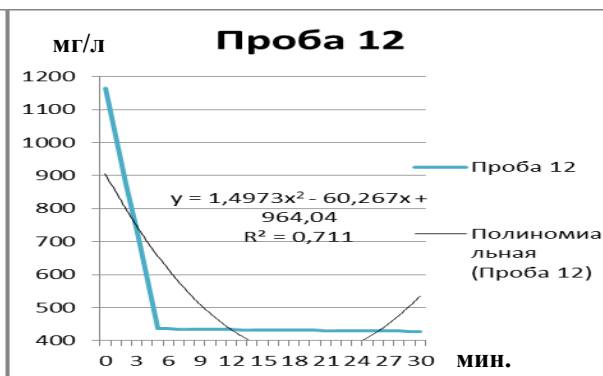


Рисунок 29 - Зависимость ХПК от времени обработки стока (полиномиальное уравнение).

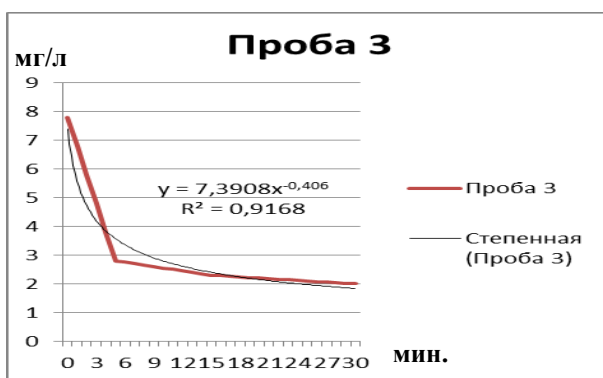


Рисунок 30 - Зависимость количества взвешенных веществ от времени обработки стока (степенное уравнение).

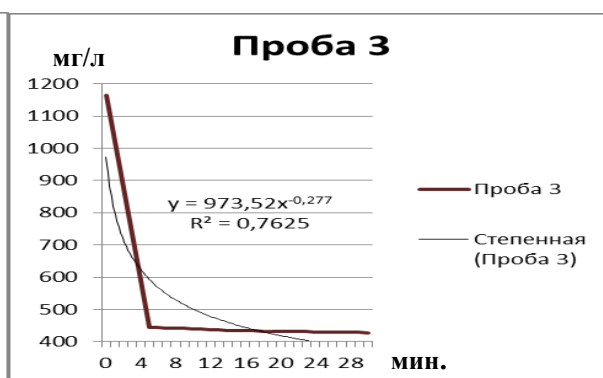


Рисунок 31 - Зависимость ХПК от времени обработки стока (степенное уравнение).

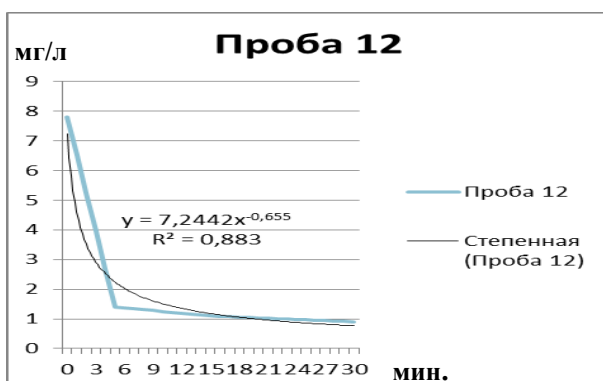


Рисунок 32 - Зависимость количества взвешенных веществ от времени обработки стока (степенное уравнение).

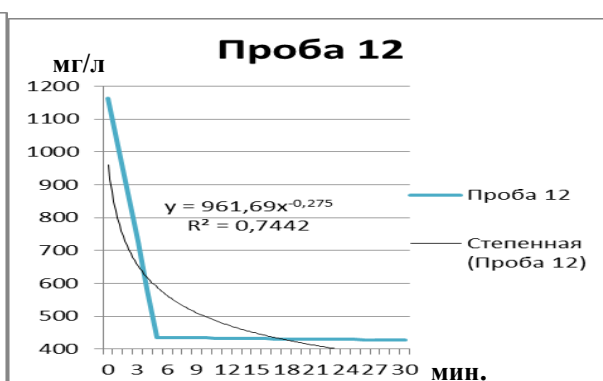


Рисунок 33 - Зависимость ХПК от времени обработки стока (степенное уравнение).

На основе полученных данных наиболее точное математическое описание процесса очистки сточных вод от полимера в виде несоагулированного латекса является степенное уравнения, описанные в таблице 12, так как коэффициент достоверности аппроксимации R^2 наиболее близок к нулю.

Таблица 12 – Уравнения описывающие процесс очистки сточных вод от полимера в виде несоагулированного латекса

№ Пробы	№ Диаграммы	Уравнение по взвешенным	№ Диаграммы	Уравнение по ХПК
3	20	$y = 7,3908x^{-0,406}$	21	$y = 973,52x^{-0,277}$
		$R^2 = 0,9168$		$R^2 = 0,7625$
12	22	$y = 7,2442x^{-0,655}$	23	$y = 961,69x^{-0,275}$
		$R^2 = 0,883$		$R^2 = 0,7442$

2.3.5 Расчет объема флотатора

Согласно таблицы 10 ожидаемая эффективность снижения ХПК на второй ступени очистки во флотаторе может составлять около 70%, оптимальное время флотации 300 секунд.

При исследовательской работе возникает необходимость определения числа необходимых флотаторов данного размера (по времени флотации и производительности общей); возможной производительности (по количеству флотаторов и их размерам); времени флотации (по количеству и размеру флотаторов и общей производительности). Основным показателем, необходимым для расчета является оптимальное время флотации (для каждой ее операции). В каждом конкретном случае это время определяется путем проведения специальных опытов в лабораторных и полупромышленных условиях [68].

Все определяемые параметры связаны общей формулой (11):

$$V_k = \frac{Wf * \tau}{n * K_{зан}}, \quad (11)$$

где Wf - объемный расход суспензии, поступающий на разделение м³/ч

V_k - геометрический объем камеры;

Кзап - коэффициент заполнения камеры суспензий

n – количество флотаторов

Следовательно, объем флотатора равен:

$$V_k = \frac{177 * 300}{3 * 0,96} = 5,12$$

2.4 Опытные промышленные испытания узла механической очистки сточных вод

При проведении опытно промышленных испытаний узла механической очистки была использована барабанная решетка Того TR-40/25 (рис. 34).

Принцип работы барабанной решетки (рис 35).

Поток очищаемой сточной воды подается в механическую барабанную решетку в верхнюю часть. В верхней части устройства имеется специальный слив, откуда сточная вода ламинарным потоком подается на фильтрующий барабан. Твердые частицы размером больше прозоров фильтрующего барабана остаются на его поверхности, а отфильтрованная вода проходит через барабан в специальный водосборник. При вращении фильтрующего барабана осевшие на его поверхности твердые частицы, снимаются специальным ножом и удаляются в контейнер для дальнейшей утилизации [10].



Рисунок 34 - Барабанная решетка Того, расположенная в цеху Е-2

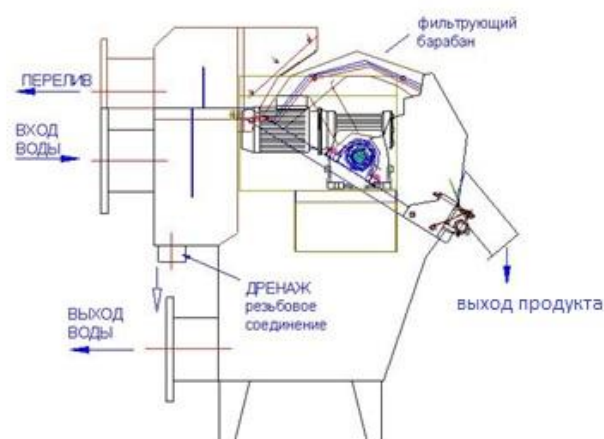


Рисунок 35 – Схема работы барабанной решетки

Устройство механической барабанной решетки:

- Основной элемент устройства – фильтрующий барабан с сеткой.
- Нож для съема отделенных твердых частиц.
- Механизм вращения фильтрующего барабана с возможностью регулировки скорости вращения.
- Приемный резервуар очищенной воды.
- Система промывки, установленная внутри фильтрующего барабана.

2.4.1 Описание проведения работ

Установка механической фильтрации – барабанная решетка была расположена на втором этаже, из которой через расходомер и шаровой кран производился забор исходного стока. Для возможности поддержания высоких расходов в системе, решетка была приподнята на высоту около 500 мм при помощи пластиковых поддонов. В результате были исключены резкие перегибы гибкого шланга, по которому фильтрат с решетки направлялся на первый этаж на установку флотации. На решетку сток подавался как под напором (когда включался насос в линии выделения каучука), так и самотеком (под действием высоты водного столба в емкости). Расход исходного стока составлял: 950-1000 л/час.

Ежедневно замерялось время работы, количество собранной каучуковой крошки, полученные данные представлены в таблице 13.

За все время работы не было зафиксировано ни одного случая забивки решетки каучуковой крошкой, поэтому систему промывки барабана для его очистки не задействовали.



Рисунок 36 - Внешний вид каучуковой крошки, отделяемый на узле механической фильтрации.

Таблица 13 - Количество собранного каучука на узле механической очистки

Дата	Период работы	Время работы, час	Расход исходного стока, л/час	Кол-во каучука, г	Эффективность, г/м ³
05.02.16	12.00-17.00	5	850	31,8	7,5
06.02.16	10.00-13.00	3	950	32,6	6,7
07.02.16	18.30-01.30	6	980	41,4	7,1
08.02.16	14.00-20.00	6	985	27,4	4,6
09.02.16	09.00-18.00	9	975	75,6	8,6
10.02.16	09.00-15.00	3	980	30,7	6,7

Так как емкость предназначена для частичной очистки сточных вод в существующей технологической схеме получения каучука за счет осаждения каучука, а так же всплытия каучуковой крошки (рис. 37), то с целью уточнения нагрузки на барабанную решетку при включении ее в технологическую схему очистки сточных вод минуя промежуточную емкость, был проведен эксперимент по улавливанию каучуковой крошки непосредственно после вибросита.



Рисунок 37 - Слой каучука на поверхности в емкости

Для замера количества каучуковой крошки в промывной воде с вибросита, промывную воду в количестве 100 л с каждого вибросита пропустили через плоскорамное сито с прозором ячейки 0,2 мм, после чего произвели замер массы отделенного каучука. Результаты эксперимента представлены в таблице 14.

Таблица 14 – Результаты эксперимента

№ линии производства	1		2	
№ вибросита	2	3	2	3
Кол-во каучуковой крошки собранной с 1 м ³ промывной воды, г /м ³	106,7	111,7	85,6	92,4

Полученные данные показывают, что при включении барабанной решетки в технологическую схему очистки стоков сразу после вибросита, нагрузку на них по каучуковой крошке необходимо принимать на уровне 100 г на 1 м³ обработанного стока.

2.4.2 Опытные промышленные испытания узла физико-химической очистки сточных вод

2.4.2.1 Описание опытной промышленной установки

Пилотная установка представляет собой набор технологического очистного оборудования. Установка предназначена для промышленного моделирования процессов очистки сточных вод и извлечения ценных компонентов. Установка является универсальным средством, по которому проходит оценка и моделирование процесса.



Рисунок 38 - Пилотная установка физико-химической очистки.

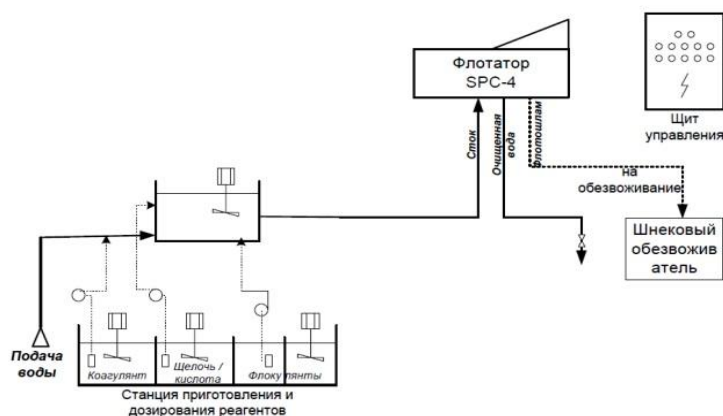


Рисунок 39 - Технологическая схема установки по очистке воды и уплотнению осадка

Пилотная установка включает в себя:

1. Коагуляционную камеру, выполненную в виде емкости объемом

200 литров с мешалкой (рис. 40).

2. Флотационную установку SPC-4 (рис. 41).



Рисунок 40 - Коагуляционная камера.



Рисунок 41 - Флотационная установка SPC-4.

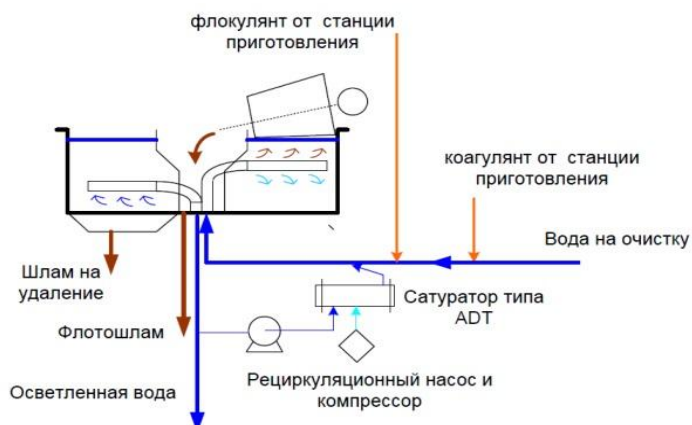


Рисунок 42 - Схема и принцип действия установки напорной флотации

Флотационная установка SPC предназначена для высокопроизводительной очистки методом напорной флотации природных и сточных вод различных производств, в том числе муниципального хозяйства, имеющих показатели по взвешенным веществам до 6000 мг/л.

Системы подвода очищаемой воды, отвода флотошлама и очищенной воды расположены в центральной вращающейся секции флотатора. Эта секция вместе со смонтированными на ней спиральным сборником шлама, распределительным каналом очищаемой воды, донным скребком для сбора осевшего шлама и трубами забора очищенной воды вращается

по кругу со скоростью синхронизированной со скоростью подачи очищаемой воды.

Очищаемая вода, обработанная при необходимости реагентами, подается в распределительную камеру, расположенную в центре флотатора. В эту же камеру подается осветленная рециркуляционная вода, прошедшая через узел растворения воздуха ADT. Образовавшиеся флоккулы равномерно распределяются по ширине ванны через распределительный канал. Сфлотированные частицы загрязнений собираются с поверхности спиральным сборником флотошлама. Несфлотированные частицы загрязнений оседают на дно и образуют осадок, который собирается донным скребком в приямок и выводится из установки. Время пребывания очищаемой воды в установке - 3-5 минут, что соответствует одному обороту распределительной системы. Глубина слоя воды - 500мм. Объем рециркуляционной воды: 10-25% от объема очищаемой воды.

1. Узел растворения воздуха с дополнительным оборудованием (насос, компрессор).



Рисунок 43 - Узел растворения воздуха ADT

Узел растворения воздуха рассчитан для растворения в воде воздуха под давлением. Под воздействием давления и вихревого движения в камере, воздух растворяется в воде. Для нормальной работы, в камере насыщения воздухом требуется минимальная величина перепада давления. Все лишние крупные пузырьки нерастворенного воздуха собираются вдоль центральной оси камеры. Этот воздух непрерывно удаляется во избежание заполнения им установки насыщения воздухом.

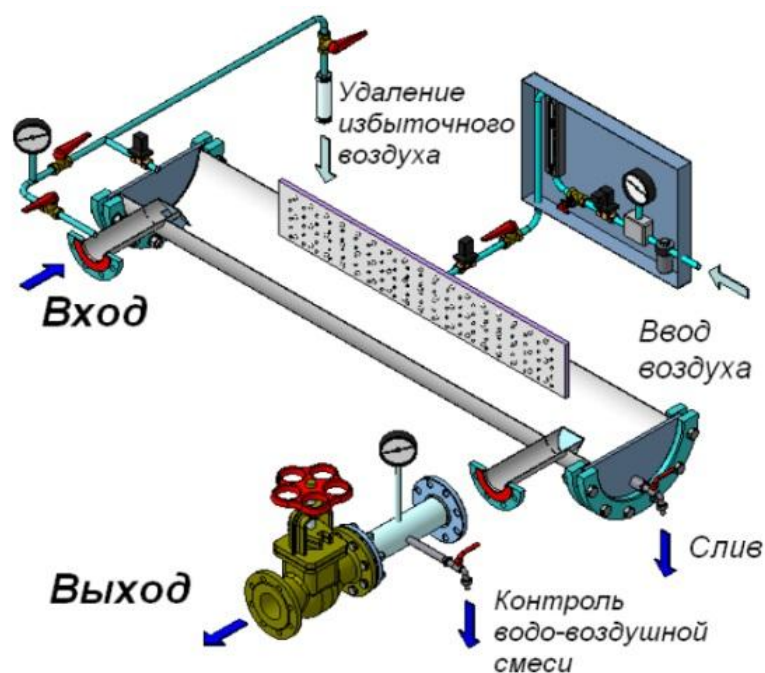


Рисунок 44 - Схема установки ADT

Воздух попадает в установку ADT через внутренние пластины диспергирования, смешивается с водой и растворяется в ней. Требуемое количество воздуха для установки зависит от потока воды, проходящего через камеру и количества воздуха. Добавляемый воздух по объему составляет лишь небольшой процент потребляемой воды. Количество воздуха точно измеряется ротаметром. Давление и количество сжатого воздуха, нагнетаемого в камеру, регулируется с помощью пневмопанели входящей в комплект ADT. Воздух должен быть очищен от масла и влаги. Минимальное манометрическое давление должно быть выше, чем давление внутри узла растворения воздуха [49].

2.4.2.2 Описание проведенных работ

С узла механической очистки (барабанной решетки) исходный сток самотеком поступал в камеру смешения по гибкому шлангу диаметром 50 мм. До камеры смешения на расстоянии 10 м была установлена точка ввода коагулянта, а в емкость смешения дозировался раствор флокулянта. Так же на этой линии была установлена задвижка с помощью которой поддерживался необходимый расход. Расход исходного стока поддерживался на уровне – 1000 л/час.

Флотатор работал в режиме рециркуляции (20% воды прошедшей через флотационную очистку направлялось в установку растворения воздуха).

Ежедневно перед запуском установки и далее с интервалом в 2 часа, а так же при смене режимов работы производства проводилась пробная реагентная обработка исходного стока для подтверждения работы подобранных реагентов и установления точных дозировок для конкретного стока.

Во время работы установки напорной флотации при каждой смене реагентов и далее каждые 4 часа проводилась проверка точности подачи насосов дозаторов.

2.4.2.3 Проведения испытаний блока физико-химической очистки

Для отработки процесса физико-химической очистки первой ступени на пилотный флотатор подавали сток из 35/1 емкости, предварительно обработанный на барабанном фильтре.

Так как ранее было установлено, что в 35/1 емкости частично происходит очистка стока, то с целью моделирования качества стока на линии производства искусственно создавался проскок серума, который поддерживался на протяжении всего времени работы установки.

Флотатор работал с рециркуляцией сатурированной воды, в количестве 20% от воды прошедшей через флотационную очистку.

При запуске установки были опробованы различные режимы работы, в том числе режимы работы без дозирования реагентов и при дозировании только одного реагента - флокулянта или коагулянта, что приводило к низкой эффективности – визуально качество фильтрата и исходного стока не изменялось, не происходило образование флотошлама.

В результате испытаний были определен наиболее эффективный режим работы – режим полной реагентной обработки (совместное использование двух реагентов – коагулянта и флокулянта).

Фотография проб исходной сточной (1) и очищенной воды (2) с применением реагентов представлены на (рис. 45).



Рисунок 45 - Фотография проб с узла физико-химической очистки (первая ступень), слева – исх. сток, справа – фильтрат

Данные опытно промышленных испытаний первой ступени флотационной очистки стока подтвердили, что наиболее эффективным оказалось дозирование пары реагентов коагулянт – флокулянт, тип которых был подобран на стадии лабораторных испытаний, а именно коагулянт Superfloc C 595 и катионный флокулянт Ф - № 68528 производства NALCO. В процессе опытно-промышленных испытаний были скорректированы дозы данных реагентов. Тип, марка и доза которых приведены в таблице 15.

Таблица 15 - Дозировки реагентов на узле физико-химической очистки (первая ступень)

Реагент	Минимальная дозировка, мг/л	Максимальная дозировка, мг/л	Средняя дозировка, мг/л
К - Superfloc C 595	50	90	70
Ф - № 68528	1	2	1,5

Качество исходного стока, а так же качество очистки контролировали в лабораториях СИБУР Тольятти и кафедры РПиР Данные анализов представлены в таблице 16.

Таблица 16 - Анализы проб с узла физико-химической очистки

Лаборатория	Параметр	Исходный сток	Фильтрат
СИБУР-Тольятти	ХПК, мг О ₂ /л	1386	452,2
	Взвешенные вещества, мг/л	18,2	1,4
	Сухой остаток, мг/л	1070	410
Лаборатория кафедры	ХПК, мг О ₂ /л	1156	432
	Взвешенные вещества, мг/л	10,8	2,2
	Сухой остаток, мг/л	1037	442

Полученные результаты показывают, что эффективность очистки на первой ступени может составлять 70 % по ХПК, и 80 % по взвешенным веществам, что подтверждает полученные ранее данные лабораторных испытаний.

Согласно предложенной технологической схемы очистки на первой ступени флотационной очистки обеспечивается удаление из стока скоагулированного латекса, который может быть возвращен в производственный процесс получения латекса в цехе Е-2. Поэтому на этом этапе опытно-промышленных испытаний необходимо было установить количество получаемого флотошлама.

В результате непрерывного сбора с поверхности флотатора флотошлама было установлено, что количества шлама составляет около 47,4-86,5 л на 1 м³ обработанного стока. Концентрация сухого вещества в флотошламе составила от 0,5 до 3%.



Рисунок 46 - Фотография флотошлама на поверхности установки при очистке воды после второго вибросита

2.4.3 Опытные промышленные испытания узла обезвоживания флотошлама

2.4.3.1 Описание опытно-промышленной установки

Шнековый пресс для обезвоживания осадка предназначен для обезвоживания осадков сточных вод, поступающих с флотаторов. Насос жидкого осадка подает осадок из трубопровода во флокуляционный реактор.

Дозирование нужного количества флокулянта происходит при помощи насоса-дозатора флокулянта, доза зависит от количества и концентрации жидкого осадка.

Далее смесь флокулянта с осадком поступает во флокуляционный реактор, где подвергается непрерывному перемешиванию и образует хлопья. Вместе с выделившейся водой эти хлопья самотеком перетекают в шнековый пресс.

В результате непрерывной подачи шнеком вдоль конусообразного щелевого сита от входа до выгрузной шахты хлопья шлама прессуются, кантуются, отжимаемая вода отфильтровывается, обезвоженный осадок проталкивается шнеком к зоне выгрузки, продавливаясь по краю пресс-конуса и выгружается через шахту сброса [54].

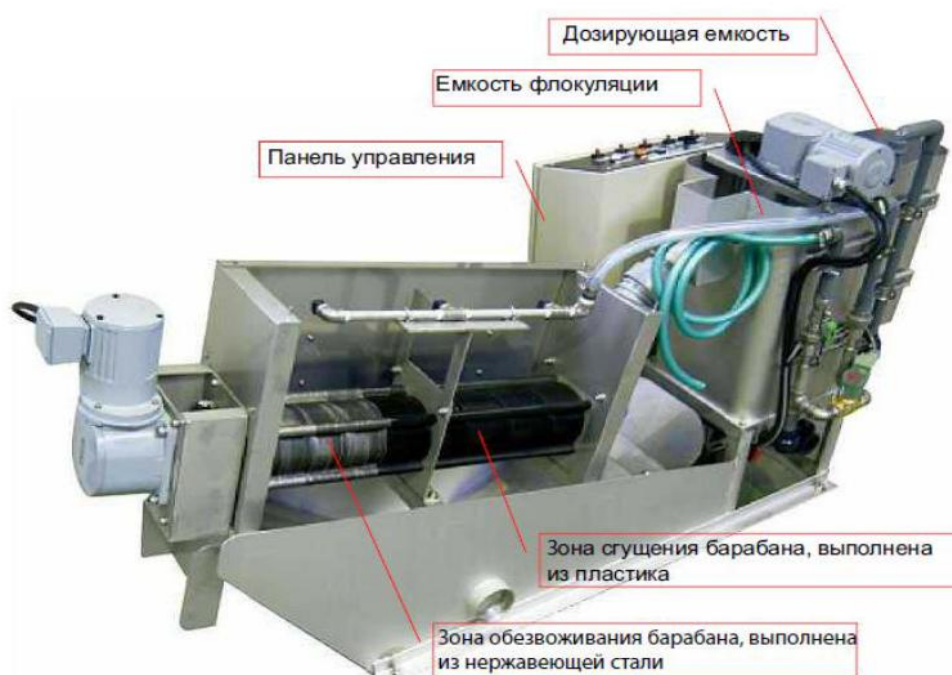


Рисунок 47 - Внешний вид шнекового пресса

Общая техническая информация:

- Максимальная пропускная способность: до 10 м³/ч;
- Снижение объема осадка на 80 - 90% от начального;
- Обезвоживание с 97 - 97,5 % (вход) до 75 % (выход) влажности.

Схема шнекового обезвоживания представлена в приложении 7.

2.4.3.2 Описание проведенных работ

Обработке на установке шнекового обезвоживания подвергался флотошлам с установки напорной флотации.

Для проверки эффективности работы проводились испытания по обезвоживанию флотошлама с первой и второй ступени узла физико-химической очистки.

Изначально проводились испытания без дозирования реагента, которые показали практически нулевую эффективность работы обезвоживателя. Шлам имел слишком мелкую структуру, что приводило его проскоку через щели между пластинами шнека.

Для эффективности работы обезвоживателя, далее в обрабатываемый шлам добавляли реагенты. Для этой цели был выбран катионный флокулянт № 68528, т.к. он эффективно работает за счет остаточного содержания в шламе анионного флокулянта № 9901 используемого на второй ступени физико-химической очистки.

Добавление флокулянта в флотошлам, перед его подачей на обезвоживание, приводило к образованию крупных хлопьев и обеспечивало эффективную работу обезвоживателя.

Эффект влияния флокулянта на образование хлопьев продемонстрирован на (рис. 48).



Рисунок 48 - Фотография проб с узла обезвоживания: исходный флотошлам (слева), обработанный флокулянтом флотошлам (справа)

Расход флокулянта Nalco 68528 зависит от качества флотошлама и во время опытно промышленных испытаний варьировался в пределах 5-10 мг/л по товарному продукту.

На (рис. 49) наглядно продемонстрирована эффективность обработки флотошлама на шнековом обезвоживателе.

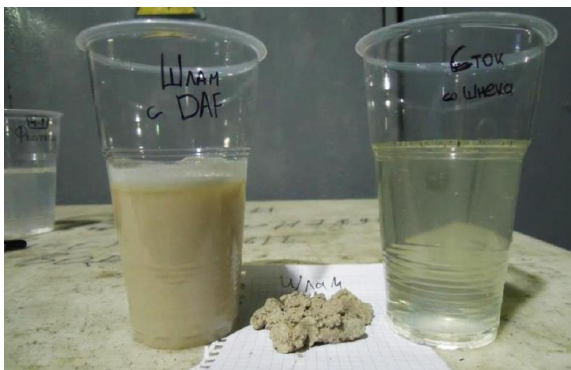


Рисунок 49 - Фотография проб с узла обезвоживания флотошлама: исходный флотошлам (слева), полученный обезвоженный флотошлам (в центре), фильтрат (справа)

Качество получаемого обезвоженного флотошлама (кека) и фильтрата, зависит от положения прижимной гайки. Чем меньше расстояние между шнеком и прижимной гайкой, тем меньше влажность получаемого кека, но хуже качество фильтрата. Так как происходит продавливание некоторого количества шлама через пластины шнека. В случае увеличения расстояния между шнеком и прижимной гайкой, увеличивается влажность кека, но при этом, качество фильтрата улучшается.



Рисунок 50 - Фотография кека полученного с установки шнекового обезвоживания, при оптимальном расположении прижимной гайки (расстояние между прижимной гайкой и выходом со шнека – 8 мм)



Рисунок 51 - Фотография кека полученного с установки шнекового обезвоживания, при минимальном расположении прижимной гайки (расстояние между прижимной гайкой и выходом со шнека – 4 мм)

Во время опытно-промышленных испытаний было проведено несколько экспериментов по обработке флотошлама в шнековом обезвоживателе при разном расстоянии между прижимной гайкой и выходом со шнека. Результаты представлены в таблице 17.

Таблица 17 - Характеристики кека полученного на узле обезвоживания

Расстояние между прижимной гайкой и выходом со шнека, мм.	12	8	4
Масса кека, г	33,80	23,25	35,8
Масса сух. в-ва, г	3,85	3,90	9,98
Влажность, %	88,6	83,2	72,1

Согласно полученным данным, оптимальным можно считать работу шнекового обезвоживателя при расстоянии между прижимной гайкой и выходом со шнека 8 мм. При этом влажность кека составляет 83,2%.

В зависимости от условий на узле обезвоживания было получено от 7,8 до 20,6 кг кека с 1000 л (1м^3) флотошлама. Различие в количестве кека обусловлено качеством флотошлама, т.е. содержанием взвеси (каучука) и положением прижимной гайки на выходе со шнека, т.е. влажности получаемого кека.

Фильтрат, получаемый на шнековом обезвоживателе схож по составу со стоком в камере смешения, и легко поддается флотации уже без реагентной обработки.

Пробы с узла обезвоживания (рис. 52) были направлены на анализ в лабораторию, полученные данные представлены в таблице 18.



Рисунок 52 - Фото проб с узла обезвоживания флотошлама: слева флотошлам обработанный реагентом, справа - фильтрат

Таблица 18 - Данные анализов проб с узла обезвоживания флотошлама

Лаборатория	Параметр	Флотошлам	Фильтрат
СИБУР-Тольятти	ХПК, мг O ₂ /л	693	742,5
	Взвешенные вещества, мг/л	4068	160,8
	Сухой остаток, мг/л	895	525
Лаборатория кафедры РПиР	ХПК, мг O ₂ /л	3888	471
	Взвешенные вещества, мг/л	3570	173
	Сухой остаток, мг/л	943	581

Согласно данных таблицы 17 качество фильтрата позволяет направить его в «голову» перед второй ступенью флотационной очистки стока.

Вывод второй главе:

1) Опытнo-промышленные испытания блока механической очистки подтвердили работоспособность барабанной решетки с прозором 0,2 мм для извлечения каучуковой крошки из сточной воды. Для технико-экономических расчетов и проектирования нагрузки по каучуковой крошке рекомендуется принимать в количестве 100 г/м³ обработанного стока.

2) Апробация опытной модели первого блока локальной системы очистки подтвердила результаты экспериментальных данных, и подтвердил расчет входных параметров для проектирования второго блока локальной системы очистки.

3) В результате лабораторных испытаний были подобраны наиболее эффективные пары реагентов для обработки сточных вод физико-химической очистки. Так для обработки воды наилучшие результаты были получены при применении пары коагулянт – флокулянт Superfloc C 595 – NALCO № 68528 с дозировкой 75 мг/л и до 2 мг/л соответственно.

4) Лабораторные испытания физико-химической очистки показали эффективность очистки 70% по взвешенным веществам.

5) Результаты анализов воды после опытно-промышленных и лабораторных испытаний показали остаточное количество реагентов, следовательно, при создании замкнутой системы водоснабжения возможно уменьшение количества реагентов для производства бутилстирольных каучуков, что дополнительно уменьшит себестоимость товарной продукции.

6) В результате опытно-промышленных испытаний была продемонстрирована стабильная работа барабанной решетки. В период проведения опытно-промышленных испытаний оборудование работало штатно и не требовало дополнительного обслуживания.

7) Результаты опытно-промышленных испытаний подтвердили правильность принятой технологической схемы очистки сточных вод и могут быть использованы для разработки проекта локальных очистных сооружений сточных вод с повторным использованием части очищенного стока и продуктов, извлеченных во время очистки, в основном технологическом производстве.

ГЛАВА 3. ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЛУЧАЕМОЙ ПРОДУКЦИИ И СЫРЬЯ

3.1 Характеристика получаемой продукции

Таблица 19 - Лабораторные испытания полученной готовой продукции по физико-химическим показателям

Наименование стадий процесса, анализируемый продукт	Место отбора пробы (место установки анализатора)	Контролируемые показатели	Методы контроля (методика анализа, ГОСТ или ТУ)	Норма	Кол-во проб.	Содержание после локальной системы очистки
1	2	3	4	5	6	7
<u>1 Сушка каучука</u>						
1.1 Каучук перед сушкой	Лента каучука с транспортера №14	1. Потери массы, %, не более	Гравиметрический, МИ-44-12-НТЦ	35	30	33-36
	Крошка каучука на выходе отжимной машины М-1, из люка дробилки М-2	1. Потери массы, %, не более	Гравиметрический, МИ-44-12-НТЦ	10	30	9-11
1.2 Каучук СКМС-30АРКМ-15	После сушилок С-1	1. Вязкость по Муни, ед. Муни: - группа 1 - группа 2	Вискозиметрический, ТУ 2294-044-48158319-2010, с изм. № 3 ГОСТ 10722-76	38÷46 47÷56	30	39-44 49-55
1.3 Каучук БСК-1502	После сушилок №15	1. Вязкость по Муни, ед. Муни	Вискозиметрический, ТУ 2294-023-48158319-2010 ГОСТ 10722-76	45÷57	30	46-55
<u>2 Производимая продукция</u>						
2.1 СКМС-30АРКМ-15 ГОСТ 11138-78,	Конвейер № А-10/5,6; № А-109е СГП	1. Вязкость по Муни МБ 1+4 (100 °С): группа 1 группа 2	Вискозимитрический, ГОСТ 10722-76	<u>Высший сорт</u>	<u>Первый сорт</u>	30
				37÷44 45÷54	36÷44 45÷54	
						38-42 47-52

Продолжение таблицы 19

1	2	3	4	5		6	7
		2. Условная прочность при растяжении, МПа (кгс/см²), не менее группа 1 группа 2	Определение упругопрочностных свойств при растяжении, ГОСТ 270-75	24,0 (245) 25,0 (255)	23,5 (240) 24,5 (250)	30	24,0 (245) 25,0 (255)
		3. Относительное удлинение при разрыве, %	Определение упругопрочностных свойств при растяжении, ГОСТ 270-75	550÷750	550÷750	30	550÷750
		4. Массовая доля металлов, %, не более: - меди - железа	Колориметрический, ГОСТ 19816.2-74	0,00015 0,003	0,00015 0,005	30	0,00015 0,003
		5. Массовая доля золы, % не более	Гравимитрический, ГОСТ 19816.4-91	0,6	0,6	30	0,6
		6. Потеря массы при сушке, %, не более	Гравимитрический, ГОСТ 19338-90	0,35	0,4	30	0,15÷0,35
		7. Массовая доля антиоксиданта ВС-1, %	Колориметрический, ГОСТ 11138-78	0,15÷0,35	0,15÷0,35	30	0,15÷0,35
		8. Массовая доля органических кислот, %	Титриметрический, ГОСТ 19816.1-91	5,4÷6,7	5,0÷6,7	30	5,4÷6,7
		9. Массовая доля мыл органических кислот, %, не более	Титриметрический, ГОСТ 19816.1-91	0,25	0,30	30	0,25
		10. Массовая доля масла, %	Гравимитрический, ГОСТ 24919-91	14,5÷17,0	14÷17	30	14,5÷17,0
		11. Массовая доля связанного второго мономера – α-метилстирола, %	Рефрактометрический, ГОСТ 24654-81	21÷24	21÷24	30	21÷24

Продолжение таблицы 19

1	2	3	4	5	6	7
2.2 СКМС-30АРКМ-15 (ТУ 2294-044-48158319-2010, с изм. №3)	Конвейер № А-10/5,6; № А-109е СГП (склад Е-6)	1. Вязкость по Муни МБ 1+4 (100 °С): группа 1 группа 2 2. Массовая доля летучих веществ, % 3. Массовая доля антиоксиданта ВС-1, % 4. Условная прочность при растяжении, МПа, не менее группа 1 группа 2	Вискозимитрический, ТУ 2294-044-48158319-2010 с изм. № 3, п.5.2 Гравимитрический, ТУ 2294-044-48158319-2010 с изм. № 3, п.5.3 Колориметрический, ТУ 2294-044-48158319-2010 с изм. № 3, п.5.4 Определение упругопрочностных свойств при растяжении, ТУ 2294-044-48158319-2010	38÷46 47÷56 0,6 0,15÷0,35 21,0 21,6	30 30 30	38÷46 47÷56 0,6 0,15÷0,35 21,0 21,6
		5. Условное напряжение при 300 % удлинении, МПа	Определение упругопрочностных свойств при растяжении, ТУ 2294-044-48158319-2010	9,8	30	9,7-9,9
		6. Относительное удлинение при разрыве, % 7. Вулканизационные характеристики: - минимальный крутящийся момент (М _Л), дН•м - максимальный крутящийся момент (М _Н), дН•м - время до начала вулканизации (tsl), мин	Определение упругопрочностных свойств при растяжении, ТУ 2294-044-48158319-2010 Вулканизация с использованием реометра без ротора ТУ 2294-044-48158319-2010 с изм. № 3, п.5.5	400÷650 1,6÷3,6 14,0÷20,0 2,0÷5,5	30 30	500÷650 1,6÷3,6 14,0÷20,0 2,0÷5,5

Продолжение таблицы 19

1	2	3	4	5	6	7
		- время до достижения 50% степени вулканизации (t'50), мин.		7,0÷11,0		7,0÷11,0
		- время до достижения 90% степени вулканизации (t'90), мин.		14,0÷20,0		14,0÷20,0
		8. Массовая доля золы, %, не более	Гравимитрический, ТУ 2294-044-48158319-2010 с изм. № 3 п. 5.6	0,6	30	0,6
		9. Массовая доля железа, %, не более	Колориметрический, ТУ 2294-044-48158319-2010 с изм. № 3 п. 5.7	0,005	30	0,005
		10. Массовая доля органических кислот, %	ГОСТ 19816.2-74 Титриметрический, ТУ 2294-044-48158319-2010 с изм. № 3 п.5.8	5,0÷6,7	30	5,0÷6,7
		11. Массовая доля мыл органических кислот, %, не более	Титриметрический, , ТУ 2294-044-48158319-2010 с изм. № 3 п.5.8	0,30	30	0,30
		12. Массовая доля масла, %	Гравимитрический, ТУ 2294-044-48158319-2010 с изм. № 3 п.5.10	14÷17	30	14÷17
		13. Массовая доля связанного альфаметилстирола %	Рефрактометрически, ТУ 2294-044-48158319-2010 с изм. № 3 п.5.11 ГОСТ 24654-81	21÷24	30	21÷24
<u>2.3 БСК-1502</u> <u>(ТУ 2294-023-</u> <u>48158319-2010,</u> <u>с изм. № 4,5)</u>	Конвейер № А-10/5,6; № А-109с СГП	1. Вязкость по Муни ММЛ 1+4 (100 °С)	Вискозимитрический, ТУ 2294-023-48158319-2010, с изм. № 4,5 п.5.2	51±6	30	51±6
		2. Массовая доля антиоксиданта, %	Спектрофотометрический, ТУ 2294-023-48158319-2010,	0,7÷2,0	30	0,7÷2,0

Продолжение таблицы 19

1	2	3	4	5	6	7
		3. Массовая доля незаполимеризованного альфаметилстирола, %, не более 4. Потеря массы при сушке, %, не более	Хроматографический, ТУ 2294-023-48158319-2010, с изм. № 4,5 п.5.5 Гравимитрический, ТУ 2294-023-48158319-2010, с изм. № 4,5 п.5.6.1 ГОСТ 19338-90	0,1 0,5	30 30	0,1 0,5
		5. Массовая доля летучих веществ, %, не более 6. Условная прочность при растяжении, МПа, не менее	Гравимитрический, ТУ 2294-023-48158319-2010, с изм. № 4,5 п.5.6.2 Определение упругопрочностных свойств при растяжении, ТУ 2294-023-48158319-2010, с изм. № 4,5 п.5.7	1,1 22,0	30 30	1,1 22,0
		7. Условное напряжение при 300 % удлинении, МПа 8. Относительное удлинение при разрыве, % 9. Вулканизационные характеристики: - минимальный крутящийся момент (M_L), дН•м - максимальный крутящийся момент (M_H), дН•м	Определение упругопрочностных свойств при растяжении, ТУ 2294-023-48158319-2010, с изм. № 4,5 п.5.7 Определение упругопрочностных свойств при растяжении, ТУ 2294-023-48158319-2010, с изм. № 4,5 п.5.7 Вулканизация с использованием реометра без ротора ТУ 2294-023-48158319-2010, с изм. № 4,5 п.5.7	9,8 400÷650 1,60÷3,60 14,00÷24,00	30 30 30	9,8 400÷650 1,60÷3,60 14,00÷24,00

Продолжение таблицы 19

1	2	3	4	5	6	7
		- время до начала вулканизации (tsl), мин - время до достижения 50% степени вулканизации (t'50), мин. - время до достижения 90% степени вулканизации (t'90), мин.		1,6÷5,5 7,0÷11,0 14,0÷20,0		1,6÷5,5 7,0÷11,0 14,0÷20,0
		10. Массовая доля золы, %, не более 11. Массовая доля органических кислот, % 12. Массовая доля мыл органических кислот, % не более 13. Массовая доля связанного альфаметилстирола, %	Гравимитрический, ТУ 2294-023-48158319-2010, с изм. № 4,5 п.5.8 Титриметрический, ТУ 2294-023-48158319-2010, с изм. № 4,5 п.5.9 Титриметрический, ТУ 2294-023-48158319-2010, с изм. № 4,5 п.5.9 Рефрактометрический, ТУ 2294-023-48158319-2010, с изм. № 4,5 п.5.10 ГОСТ 24654-81	0,6 5,0÷7,2 0,25 21÷24	30 30 30 30	0,6 5,0÷7,2 0,25 21÷24

Вывод: в результате экспериментальных данных было выявлено, что получаемый полимер по большинству параметров соответствует качеству, установленному действующими нормативными документами. Что позволяет переработать полученный полимер и добавлять в продукцию при производстве. По действующей нормативной документации переработанного полимера можно добавлять в количестве не более 10%, а фактические потери полимера при производстве составляют от 0,5 до 0,8% ,это означает, что весь извлеченный полимер из сточных вод производства бутадиенальфаметилстирольных каучуков будет полностью задействован при производстве, в результате чего производительность установки вырастит на 450-550 тн./год.

3.2 Характеристика очищенного стока

В рамках данной работы изучалась возможность использования очищенного стока в водооборотной системе технологической воды предприятия. В результате извлечения полимера из сточных вод появилась данная возможность. Очищенный сток проанализировали на содержание загрязняющих веществ. Результаты анализа представлены в таблице 20.

Таблица 20 - Химического анализа сточных вод

№ п.п.	Показатель	Единица измерения	Содержание
1	Взвешенные вещества	мг/дм ³	11,24
2	Аммоний (NH ₄ ⁺)	мг/дм ³	0,5
3	Нитраты (NO ₃ ⁻)	мг/дм ³	15,6
4	Нитриты (NO ₂ ⁻)	мг/дм ³	0,08
5	Фосфаты (по Р)	мг/дм ³	0,2
6	Железо (общее)	мг/дм ³	0,1
7	БПК _{полн}	мгО ₂ /дм ³	3,0
8	Хлориды (Cl ⁻)	мг/дм ³	127,9
9	Сульфаты (SO ₄ ²⁻)	мг/дм ³	93,0
10	СПАВ	мг/дм ³	0,1
11	Нефтепродукты	мг/дм ³	0,05
12	Формальдегид	мг/дм ³	0,1
13	Цинк	мг/дм ³	0,01
14	Медь	мг/дм ³	0,010
15	Никель	мг/дм ³	0,01
16	Хром (Cr6+)	мг/дм ³	0,010

№ п.п.	Показатель	Единица измерения	Содержание
17	Свинец	мг/дм ³	0,002
18	Фенолы летучие	мг/дм ³	0,001
19	Фторид ион (F-)	мг/дм ³	0,05
20	Титан	мг/дм ³	0,06
21	Алюминий	мг/дм ³	0,04
22	Метанол	мг/дм ³	0,1
23	рН		6.5-8.5

Сточные воды производства синтетического бутадиенальфаметилстирольного каучука содержат в незначительном количестве различные примеси в связи с тем, что для производства частично используется вода оборотная, и вода технологическая, последняя проходит механическую очистку на сетчатых фильтрах после водозабора с куйбышевского водохранилища.

По нормативным документам вода технологическая для использования на нефтехимическом производстве характеризуется следующими параметрами [18]

Таблица 21 - Нормативы качества технологической воды

Показатель	Тип технологической воды			Полученный очищенный сток.
	Фильтрованная		Обессоленная	
	Не умягченная	Умягченная		
Цветность, град, не более	15	5	-	15
Прозрачность (по кресту), см.	> 100	> 200	-	100
Перманганатная окисляемость, мгО ₂ /л	не нормируется	4	< 2	-
рН	7-8	7-8	7-8	6,5-8,5
Общее солесодержание	< 1000	< 1000	< 1,5	< 1000
Жесткость, мг-экв/л				
Общая	-	0,035	0,035	-
карбонатная	9	-	-	8
Щелочность, мг-экв/л	не нормируется	< 5,5	< 3,5	0,2
Железо общее, мг/л	0,3	0,05	< 0,05	0,1
Марганец, мг/л	0,1	0,03	< 0,01	0,01

На основании данных описанных в таблице 20, очищенный сток соответствует требованиям технологической воды, следовательно он может быть использован в дальнейшем производстве в качестве технологической воды в замкнутом водооборотном цикле. Что снизит потребление водных ресурсов предприятия.

3.3 Эффект от реализации технологического решения

Для расчета экономического эффекта от реализации технологического решения использовались следующие данные: средняя стоимость каучука извлекаемого локальной системой очистки который в дальнейшем поступает на переработку; затраты на очистку сточных вод на очистных сооружениях (себестоимость), затраты на водозабор, суммарные затраты на установку локальной системы очистки.

Таблица 22 - Экономический эффект от реализации технологического решения

Наименование	Объем до совершенствования	Объем после совершенствования	Разница	Стоимость ед. (руб.)	Экономический эффект от реализации (руб.)
Каучук (извлекаемый локальной системой очистки) (тн.)	0	450	450	92500	41,625 млн.
Водозабор (млн.м3/год).	3,5	0,7	2,8	4,75	13,3 млн.
Водоотведение (млн.м3/год)	3,5	0,7	2,8	5	14 млн.
Затраты на оборудования.	0	3	3	1,3 млн.	3,9 млн.
Реагенты для физико-химической очистки.	0	91,5	91,5	200	18,3 млн.
Общая прибыль от совершенствования установки за первый год эксплуатации составляет:					46,725 млн. руб.

Вывод по третьей главе:

1) Полимер извлеченный из сточных вод производства синтетического бутадиенальфаметилстирольного каучука в рамках опытно-промышленных испытаний соответствует стандартам нормативной документации и может быть полностью переработан, в результате чего производительность установки вырастит на 450-550 тн./год.

2) Фильтрат полученный в результате опытно-промышленных испытаний локальной системы очистки сточных вод производства синтетического бутадиенальфаметилстирольного каучука предприятия ООО «СИБУР-Тольятти» соответствует качеству технологической воды водооборотной системы предприятия, в результате чего до 80% объемов сточных вод могут быть возвращены в замкнутую водооборотную систему предприятия

и использоваться в технологических нуждах.

3) В результате внедрения предложенного технологического решения, а именно установки локальной системы очистки на производстве синтетического бутадиенальфаметилстирольного каучука предприятия ООО «СИБУР Тольятти», снижается себестоимость продукции за счет: снижения нагрузок на очистные сооружения, а так же водозабор предприятия, к тому же увеличивается выпуск готовой продукции. Учитывая это прибыль предприятия за первый год эксплуатации локальной системы очистки составит 46,7 млн. рублей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате исследования получены следующие результаты:

1) Анализ существующего производства синтетического бутадиенальфаметилстирольного каучука на предприятии ООО «СИБУР Тольятти» показал, что из-за износа оборудования и наращивания мощностей, фактическое содержание отходов полимера в сточных водах в период с 2010 по 2016 года на предприятие ООО «СИБУР Тольятти» от 0,5% до 0,7% от общего количества выпускаемой продукции, что более чем в 10 раз превышает данные производственного регламента, за 2016 год фактическое образования отходов полимера в цехе водоочистки и водоотведения предприятия ООО «СИБУР Тольятти» составило 450 тонн/год. При наличии полимеров в сточных водах эффективность биологической очистки резко снижается, падает производительность биологических окислителей (аэротенков) растет остаточное количество органических веществ в сточных водах, прошедших очистку из вторичных отстойников выносятся большое количество активного ила. В результате значительно увеличивается количество отходов образующихся в результате очистки сточных вод, такие как полимеры и активный ил, что увеличивает антропогенную нагрузку на окружающую среду, вследствие сброса стоков с низким качеством очистки, и большому количеству отходов требующих захоронения на специализированных полигонах.

2) Существующие способы улавливания полимеров не соответствуют поставленным целям т.к. в большинстве случаев полимеры так же остаются отходами, либо не соответствуют по содержанию различных компонентов в конечном продукте. К тому же предложенные методы достаточно дорогостоящие, и мало эффективны, так как антропогенная нагрузка на окружающую среду вследствие улавливания полимеров в сточных водах существующими способами не снижается, а количество отходов только увеличивается

3) Разработано технологическое решение для улавливания и переработки полимеров из сточных вод непосредственно на стадии производства, в виде комплексного применения установок локальной системы очистки, с блоками механической очистки, представленным барабанной решеткой позволяющим изъять из сточных вод крошку полимера размером до 0,2мм и физико-химической очистки в виде установки напорной флотации позволяющей изъять из сточных вод полимер в виде суспензии несоагулированного латекса.

4) В результате опытно-промышленных испытаний была продемонстрирована стабильная работа барабанной решетки. В период проведения опытно-промышленных испытаний оборудование работало штатно и не требовало дополнительного обслуживания. Опытно-промышленные испытания блока механической очистки подтвердили работоспособность барабанной решетки с прозором 0,2 мм для извлечения каучуковой крошки из сточной воды. Для технико-экономических расчетов и проектирования нагрузку по каучуковой крошке рекомендуется принимать в количестве 100 г/м³ обработанного стока.

5) В результате лабораторных испытаний были подобраны наиболее эффективные пары реагентов для обработки сточных вод физико-химической очистки. Так для обработки воды наилучшие результаты были получены при применении пары коагулянт – флокулянт Superfloc C 595 – NALCO № 68528 с дозировкой 75 мг/л и до 2 мг/л соответственно, реагенты показали эффективность очистки 70% по взвешенным веществам и 80% по ХПК.

6) Результаты опытно-промышленных испытаний подтвердили правильность принятой технологической схемы очистки сточных вод и могут быть использованы для разработки проекта локальных очистных сооружений сточных вод. Фильтрат полученный в результате опытно-промышленных испытаний локальной системы очистки сточных вод производства синтетического бутадиенальфаметилстирольного каучука предприятия ООО «СИБУР Тольятти» соответствует качеству технологической воды

водооборотной системы предприятия, в результате чего до 80% объемов сточных вод могут быть возвращены в замкнутую водооборотную систему предприятия и использоваться в технологических нуждах. Полимер извлеченный из сточных вод производства синтетического бутадиенальфаметилстирольного каучука в рамках опытно-промышленных испытаний соответствует стандартам нормативной документации и может быть полностью переработан, в результате чего производительность установки вырастит на 450-550 тн./год.

7) В результате внедрения предложенного технологического решения, а именно установки локальной системы очистки на производстве синтетического бутадиенальфаметилстирольного каучука предприятия ООО «СИБУР Тольятти», снижается себестоимость продукции за счет: снижения нагрузок на очистные сооружения а так же водозабор предприятия на 2,5 млн. м³ в год, к тому же увеличивается выпуск готовой продукции на 450-500 тн./год. Учитывая это прибыль предприятия за первый год эксплуатации локальной системы очистки составит 46,7 млн. рублей.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Dawiod, E. Role of mixed anionicnonienic systemis of surfactants in the emulsion polymerization of styrene: effect on particle nucleation. / E. Dawiod, Colombie Damien, Sudol, El-Aasser Mohamebs Macromolecules. 2000. 33, № 20. -С. 7283-7291.
2. Гляденов, С.Н. Очистка производственных и поверхностных сточных вод / С.Н. Гляденов // Экология и промышленность России. – 2001. – № 8. – С. 7 – 9.
3. Гляденов, С.Н. Очистка сточных вод: традиции и новации / С.Н. Гляндев // Экология и промышленность России. – 2001. – № 2. – С. 15 -17.
4. Козлов, Д.В. Вода или нефть? Создание Единой Водохозяйственной Системы. / Д.В. Козлов, И.П. Айдаров и др. МППА БИМПА. Москва, 2008 г. 456 с.
5. Кулахметов, Р.Ф. Автоматизированная система очистки сточных вод в канализациях нефтяной промышленности, / Р.Ф. Кулахметов, С.В. Головки, Г.Р. Санжапова, Вестн. Астрахан. 2016, № 2, 18–24
6. Ощепкова, А.З. Основы формирования областей применения наилучших доступных технологий / А.З. Ощепкова, С.П. Фоминых, // Экология и промышленность России. – №8. – 2012. – С. 32-37.
26. Назаров, В.Д. Водное хозяйство промышленных предприятий / В.Д. Назаров, В.И. Аксенов, М.В. Назаров, // Справочное издание: Книга 5 – М.: Теплотехник, 2010. – 439 с.
7. ГОСТ 31859–2012 (с изм. 2014). Вода. Метод определения химического потребления кислорода. – Введ. 2014-01-01. – М.: Изд-во «Стандартинформ», 2014. – 11 с.
8. Барабанова О.А. Экология: учеб. для вузов / О.А. Барабанова. – Изд.: Библиотечно-издательский комплекс Сибирского федерального университета, 2011. – 333 с.

9. Рахимкулова Э.И. Повышение производительности БОС путем внедрения реагентной напорной флотации / Э.И. Рахимкулова, Э.Р. Бариева // Мир науки и инноваций. – 2015. — № 1(1). Том 14. – С. 61-64.
10. Ягафарова, Г.Г. Инженерная экология в нефтегазовом комплексе: учеб. пособие / Г.Г. Ягафарова, Л.А. Насырова, М.И. Шахова, - Уфа: УГНТУ, 2007.- 334 с.
11. Хайдаров, Ф.Р. Экологические проблемы нефтяной промышленности /Ф.Р. Хайдаров, Р.Н. Хисаев, В.В. Шайдаков,. – Уфа: Монография, 2005. – 190с.
12. Потапов, А.Д. Экология. / А.Д. Потапов, – М.: Высшая школа, 2003. – 446 с.
13. Шустер, К. Технология напорной флотации B&S-DAF// К. Шустер, Х. Бенуа, / Научно-практический журнал «Экология производства» М.: Отраслевые ведомости- Выпуск № 4 апрель 2007. С 1-4
14. Колесников, В.П. Современное развитие технологических процессов очистки сточных вод в комбинированных сооружениях. / В.П. Колесников, Е.В. Вильсон,– Ростов-на-Дону.: Юг, 2005.
15. Карюхина, Т.А, Химия воды и микробиология. / Т.А. Карюхина, М.Н. Чурбанова – М.: Стройиздат, 1995
16. Стир, Э. Пособие специалиста по очистке стоков./ Э. Стир, М. Фишер. – Варшава: Изд. Зайдель-Пживецки, 2002
17. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине Водоотведение и очистка сточных вод. – Ростов: Рост. гос. строит. ун-т, 2003.
18. Морозенко, М.И. Коагуляционная очистка сточных вод / М.И. Морозенко, С.Н. Никулина, С.И. Черняев. // Фундаментальные исследования. – 2016. – № 12-2. – С. 318-323;
19. Алексеев, М.И. Оптимизация процесса водоотведения в крупных городах. / М.И. Алексеев, Ю.А. Ермолин. - М.: Издательство АСВ, 2013. - 184 с.

20. Брянская, Ю.В. Гидравлика водных и взвесенесущих потоков в жестких и деформируемых границах. / Ю.В. Брянская, И.М. Маркова, А.В. Остякова. - М.: Издательство АСВ, 2009, - 264 с.
21. Трофимов, В.Т. Эколого-геологические условия России: учеб. пособие. / В.Т. Трофимов, М.А. Харькина, Т.А. Барабошкина, И.Ю. - М.: "КДУ", "Университетская книга", 2016. - 302 с.
22. Спелман, Ф.Р. Справочник по очистке природных и сточных вод. Водоснабжение и канализация / Ф.Р. Спеллман. - СПб.: ЦОП "Профессия", 2014. - 1312 с.
23. Лукьянчиков, Н.Н. Экономика и организация природопользования: учебник для студентов вузов. / Н.Н. Лукьянчиков, И.М. Потравный. - М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2016. - 687с.
24. Саломеев, В.П. Реконструкция инженерных систем и сооружений водоотведения/ В.П. Саломеев. - М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2009 - 192 с.
25. Львович, М.И. Вода и жизнь / М.И. Львович. – М: Мысль, 2012. – 254с.
26. Markatos, N.C. Mathematical modelling of single and two-phase flow problems in the process industries / N.C. Markatos // Revue de l'Institut Frangais du Pe'trole, 1993. – v.48. – № 6. – P. 631–662
27. Максимовский, Н.С. Очистка сточных вод / Н.С. Максимовский. - М.: Стройиздат, 2011. - 193с.
28. Малкин, В.П. Технологические аспекты очистки промстоков, содержащих ионы тяжёлых металлов. / В.П. Малкин - Иркутск, 2009.- С.46.
29. Мочалова, Л.А. Экологически чистое производство: подходы, оценка, рекомендации: Учебно-методическое пособие / Л.А. Мочалова, М.Н. Игнатьева Екатеринбург: УФ ЦПРП, 2000. – С. 394.

30. Локтинова, Е.Г. Экологические проблемы рационального водопользования в условиях городской среды. / Е.Г. Локтинова, А.Н. Бармин, Л.А. Морозов. - Москва: КНОРУС, 2017. -198 с.
31. Самарин, О.Д. Гидравлические расчеты инженерных систем/ О.Д. Самарин. - М.: Издательство АСВ, 2016. - 136 с.
32. Угренинов, Г.Н. Экономика водопользования. / Г.Н. Угренинов - СПб.: РГГМУ, 2013. - 176 с.
33. Музалевский, А.А. Экологические риски / А.А. Музалевский, Л.Н. Карлин. - СПб.: РГГМУ, ВВМ, 2011. - 448 с.
34. Рыбальский, Е.Д. Термины и определения в водном хозяйстве / Н.Г. Рыбальский, Е.Д. Самотесов, Е.В. Муравьева, -М.: 2013. - 466 с.
35. Калюжный, И.Л. Гидрофизические процессы на водосборе. / И.Л. Калюжный, С.А. Лавров. // Экспериментальные исследования и моделирование. - СПб.:Нестор-История, 2012 - 616с.
36. Данилов-Данильян, В.И. Управление водными ресурсами. / В.И. Данилов-Данильян, И.Л. Хранович. // Согласование стратегий водопользования.-М.: Научный мир,2010. - 232 с.
37. Данилов-Данильян, В.И. Водные ресурсы и качество вод. Состояние и проблемы управления./ В.И. Данилов-Данильян, В.Г. Пряжинская// РАН Институт водных проблем. М.: РАСХН, 2010 г. - 415 с.
38. Яндыгнов, Я.Я. Природно-ресурсная рента - экономическая база рационального природопользования. / Я.Я. Яндыганов, Е.Я. Власова. М-во образования и науки РФ, Урал. гос. экон. ун-т. - Екатеринбург: Изд-во Урал, гос. экон. ун-та, 2011. - 333 с.
39. Технический справочник по обработке воды. В 2 т. Т. 1: пер. с фр. - СПб.: Новый журнал, 2007.
40. Системный бенчмаркинг канализования. Комплексная оценка и обеспечение безопасности водных источников. В 2 т. Т. 1. - СПб.: Новый 24.
41. Федоров, М.П. Вторичные энергоресурсы в системах обращения с отходами/ М.П. Федоров // Известия РАН. Энергетика. 2002. - № 6. - С. 3-12.

42. Пааль, Л.И. Репин Б.Н. Справочник по очистке природных и сточных вод. / Л.И. Пааль, Я.Я. Кару, Х.А. Мельдер, Б.Н. Репин. М.: Высш. школа, 2005. – С. 336.
43. Пальгунов, Н.В. Очистка сточных вод мясоперерабатывающих заводов / Н.В. Пальгунов, А.Н. Абрамов. – М.: Луч, 2010. – 405с.
44. Пваменко, А. И. Физико-химическая очистка и повторное использование сточных вод / А. И. Пваменко, В. В. Отлешов, Ю. А. Коваленко. // М.: Пищевая промышленность, 2010. – 122с.
45. Пономарев, В.Г. Новые сооружения для физико-химической очистки нефтесодержащих сточных вод / В.Г Пономарев, В.Ф. Боев, И.С. Чучалин, В.Н. Порхачев, Р.Г. Хананов // Вода и экология. Проблемы и решения. – 2007.– № 1. – С. 38 – 42.
46. Экологические проблемы промышленных регионов. Сборник.- Екатеринбург, 2003.
47. Пономарев, В.Г. Очистка поверхностного стока / В.Г. Пономарев, И.С. Чучалин, Р.Р. Зильберман // Вода и экология. Проблемы и решения. – 2008. – № 2. – С. 16 – 22.
48. Попкович, Г.С. Системы аэрации сточных вод / Г.С. Попкович, Б.Н. Репин. – М.: ВИНТИ, 2012. – 316с.
49. Роговская, Ц.И. Биохимический метод очистки производственных сточных вод / Ц.И. Роговская. - М., Стройиздат, 2010. – 129с.
50. Роев, Г.А. Очистные сооружения. Охрана окружающей среды / Г.А. Роев. - М.: Недра, 2010. – 168с.
51. Ротмистров, М.Н. Микробиология очистки сточных вод / М.Н. Ростмиров. - Киев: Наукова Думка, 2011. - 268 с.
52. Рудник, М.И. Новые технологии и оборудование для флотационной очистки сточных вод / М.И. Рудник, О.В. Кичигин // Экология производства. – 2006. – № 1. – С. 63 – 66.

53. Гринин, А.С. Промышленные и бытовые отходы. Хранение, утилизация, переработка Текст. / А.С. Гринин, В.Н. Новиков.- М.: Фаир-Пресс, 2002.- С. 336.
54. Сапожникова, В.А. Экологически безопасное обращение с отходами на предприятии / В.А. Сапожникова // Берг-коллегия: Промышленная безопасность. Энергетика. Экология. - 2010. - Прил. к № 4. – 327 с.
55. Соколова, В.Н. Охрана производственных сточных вод и утилизация осадков / В.Н. Соколова. - М.: Стройиздат, 2012. - 340 с.
56. Технологический регламент «цеха водоснабжения и водоочистки участка БОС на эксплуатацию сооружений по очистке сточных вод» . – 2006. – С.3–11
57. Трушин, Т.П. Экологические основы природопользования / Т.П. Трушин - Ростов на Дону: Феникс, 2011. - 384 с.
58. Туровский, И.С. Обработка осадков сточных вод / И.С. Туровский. - М.: Стройиздат, 2010. - 130 с
59. Конвенция о стойких органических загрязнителях. - Стокгольм, 22 мая 2001 года.
60. Бордунов, В.В. Очистка воды от нефти и нефтепродуктов / В.В. Бордунов. – М.: ЭКИП.-2005.-№8.- С.8-10.
61. Chemical for the treatment of water oil emulsions Water and Waste treat 1986, v 29, № 1, p 43.
62. Финов, В.П. Эффективность физико-химических методов очистки сточных вод / В.П. Финнов. – М.: Мир, 2010. – 190с.
63. Форстер, К.Ф. Экологическая биотехнология / К.Ф. Фостер. - М.: Колос, 2010. - 189с.
64. Цыганкова, С.П. Биологическая очистка сточных вод предприятий пищевой промышленности / С. П. Цыганкова. - М.: Мир, 2012. - 420 с.

65. Челноков, А.А. Основы промышленной экологии / А. А. Челноков. - Минск: Технопринт, 2011 - 85 с.
66. Шевцов, В.Н. Особенности расчета производительности очистных сооружений поверхностных сточных вод / В.Н. Шевцов, Л.М. Верещагина// Водоснабжение и санитарная техника. – 2006. – № 2. – С. 17 – 20.
67. Шлегель, Г. Общая микробиология / Г. Шлегель. - М.: Мир, 2012. - 175с.
68. Юшманова, О.А. Комплексное использование и охрана водных ресурсов / О.А. Юшманова. - М.: Агропромиздат, 2011. - 220 с.
69. Яковлев, С.В. Биохимические процессы в очистке сточных вод / С.В. Яковлев, Т.А. Карюхина. – М.: Стройиздат, 2011. – 239с.
70. Яковлев, С.В. Водоотведение и очистка сточных вод / С.В. Яковлев, Ю.В. Воронов. – М.: ИАСВ, 2010. – 122с.
71. Яковлев, С.В. Очистка производственных сточных вод / С.В. Яковлев, И.В. Скирдов. – М.: Стройиздат, 2010. – 267с.
72. Швецов, В.Н. Современные технологии биологической очистки нефтесодержащих сточных вод / В.Н. Швецов, К.М. Морозова, И.А. Нечаев, М.Ю. Пушников. // Водоснабжение и санитарная техника 2002, № 3
73. Park, E. Разделение эмульсии масло/вода с помощью нанофильтрационной мембранной технологии / E. Park, S.M. Barnett. // Вода и Экология: проблемы и решения. № 4 С.-Пб. 2005, стр. 53-65.
74. Stasinakis, A.S. Use of selected advanced oxidation processes (AOPs) for wastewater treatment - A mini review / A.S. Stasinkis. // Global NEST Journal. 2008. 10 (3). 376-385
75. Paper Presented at 5th International Water Pollution Research Conferrals, 1970. 40 с.
76. Dine, J. The Strukture and Action assotiation on aluminium (III), composition./ J. Dine // The American Fiat Reviw. 1950, v. 71, № 4, p. 48-49/
77. Newill, A. Health aspects of axposure to ozone. / A. Newil // Analess du Premier Congr. de l'Inst. Ineern: d'Ozone, Waschington, 1973, p. 787-799.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Патентный поиск

Таблица 23-Патентный поиск

№ п/п	Наименование патентного документа	Формула изобретения	Преимущества	Недостатки
1	2	3	4	5
1	Способ очистки сточных вод производства эмульсионных каучуков и латексов Авторы: Корчагин В.И. Мальцев М.В.	Изобретение относится к области охраны окружающей среды, а именно к способам очистки сточных вод от полимера в виде нескоагулированного латекса и от поверхностно-активных веществ (ПАВ), в том числе биологически неокисляемых и токсичных веществ, с помощью которых получены синтетические латексы. Способ очистки сточных вод производства эмульсионных каучуков и латексов включает непрерывную обработку их неорганическими электролитами с использованием антиагломерирующей добавки - адсорбента и последующее разделение жидкой и твердой фаз, причем в качестве антиагломерирующей добавки - адсорбента используют тонкоизмельченный отход водоподготовки и водоочистки катионит КУ-2, который вводят непосредственно в латексные сточные воды в количестве 0,5-1,5 кг/кг полимера по сухому остатку. Способ обеспечивает глубокую очистку латексных стоков от полимеров и ПАВ, в том числе лейканолоа, а также удешевление, упрощение способа очистки.	Доступность метода, использования отходов производства.	На производстве не образуется необходимого количества отходов катионита КУ-2.
2	SU 1288163	Способ очистки сточных вод от полимеров, образующихся в производствах, использующих синтетические латексы, в котором для коагуляции латекса используют водный раствор фенолформальдегидной смолы (3%-ный, имеющий pH 9,0), предпочтительно при соотношении (0,15-1,1):1 к латексу (в пересчете на сухое вещество). Затем проводят дополнительную обработку водным раствором сульфата алюминия для повышения степени очистки. Эффект осветления составляет до 95,4%. Полученный крупнодисперсный неслипающийся коагулом легко отделяется фильтрованием	Не требует монтажа дополнительного оборудования для производства раствора. Часть реагентов применяется на производстве.	Полученная крошка полимера неоднородна по составу и загрязнена ионами алюминия, очищенный сток имеет высокий уровень pH
3	Способ очистки сточных вод Автор(ы): Шолохова Г.А.; Мохова Н.Л.; Губеева Л.С.; Кудрявцев Л.Д.; Молодых А.В.;	Изобретение относится к способам очистки сточных вод и может быть использовано в промышленности синтетического каучука. Для осуществления способа очистки сточных вод от взвеси полимеров проводят последовательно сначала флокуляцию с использованием в качестве флокулянта натриевой соли карбоксиметилцеллюлозы или водного раствора полимера на основе бутилметакрилата и метакриловой кислоты в соотношении 70-90: 10-30 в количестве 5-55 мг на 1 г полимера, затем полученную смесь перемешивают барботированием воздухом, добавляют соль алюминия, в качестве которой используют алюмокалиевые квасцы в количестве 55 - 73 мг на 1 г полимера.	Изобретение позволяет упростить технологический процесс за счет использования простого технологического оборудования, исключить комовую коагуляцию и уменьшить расход реагентов.	Полученная крошка полимера содержит в себе большое количество посторонних примесей.
4	А.с. СССР 632657, опубл. 15.11.78	В качестве антиагломератора применяется жидкое стекло с последующей коагуляцией золей железа из расчета 3,0-3,4 г на 1 г полимера.		Недостатком является высокие расходы золь железа и сложность его получения - дополнительное оборудование и энергозатраты.

Продолжение таблицы 23

1	2	3	4	5
5	Способ очистки сточных вод производства эмульсионных каучуков и латексов Авторы патента: Корчагин В.И. Солоденко С.Г. Мальцев М.В. Шутилин Ю.Ф. Харитоновна Л.А.	Изобретение относится к способам очистки сточных вод, содержащих нескоагулированный латекс и полидисперсные частицы полимера. Способ включает добавление коагулянта, содержащего СаО-MgO, стадии коагуляции и удаления скоагулированных частиц, причем в качестве коагулянта используют насыщенный раствор СаО-MgO, полученный из отхода производства строительных материалов или некондиционного материала в соотношении полимер:коагулянт 1:(0,2-0,4) по сухому веществу, при этом отход применяют до полного извлечения СаО-MgO, а для приготовления насыщенного раствора коагулянта используют сточную воду, очищенную от латекса, количество которой зависит от расхода коагулянта. Предложенный способ очистки сточных вод производства эмульсионных каучуков и латексов позволяет существенно уменьшить расход коагулянта и снизить вторичное загрязнение сточных вод различными загрязняющими веществами и инертными примесями, а также снизить стоимость очистки за счет применения отхода производства строительных материалов. При этом получают скоагулированный полимер, который может быть использован в качестве эластичной добавки в производстве резинотехнических изделий, эбонитов, кровельных материалов и дорожных покрытий.	Доступность коагулянта, использование в качестве коагулянта отходов строительства.	Полученный таким образом латекс можно применять в ограниченном количестве отраслей в качестве добавок.
6	Струков Ф.И., Очистка сточных вод от полимерных загрязнений. Водоснабжение и санитарная техника.	По предлагаемому способу выделение полимера из латексных сточных вод осуществляется обработкой 10%-ным раствором хлористого кальция при перемешивании мешалкой, а затем флотацией сжатым воздухом образуется плавающий слой полимера, который легко удаляется скребковым механизмом.	Доступность реагентов. На предприятии имеется база для хранения данного реагента и использования его для нужд производства.	Недостатком данного метода является комовая коагуляция латекса в сточной воде, ее высокий расход хлористого кальция.
7	С08С1/15 с использованием коагулянтов С08С2/06 выделение каучука из растворов С02F1/56 высокомолекулярных соединений Батищев Евгений Анатольевич (RU), Михальская Олеся Сергеевна (RU), Семененко Ольга	Изобретение относится к очистке жидких сред, в том числе промывных и сточных вод производства латексов от полимеров и может быть использовано в промышленности эмульсионных синтетических каучуков и других отраслях, связанных с производством, переработкой латексов и получением каучуков. Коагулянт на основе белковой составляющей содержит в качестве дополнительных ингредиентов карбоксиметилцеллюлозу, карбамид, α - и β -амилазу, аминокислоты жирного ряда, карбамидоформальдегидную смолу и формалин при следующем массовом содержании всех компонентов, мас. %: белковая составляющая 45,0-46,0; карбоксиметилцеллюлоза 16,0-17,0; карбамид 10,1-10,2; α -амилаза 9,4-9,5; β -амилаза 9,4-9,5; аминокислоты жирного ряда 8,8-8,9; карбамидоформальдегидная смола 0,03-0,04; формалин 0,02-0,03. 50% содержания аминокислот могут быть заменены на алкилбензилдиметиламмоний хлориды. В качестве белковой составляющей предпочтительно использовать белок животного или растительного происхождения. Коагулянт применяют в виде 3-8%-ного водного раствора, а его расход при очистке жидких сред составляет 0,1-1,0 мас. % относительно массы выделяемого каучука. Изобретение обеспечивает стабилизацию процесса коагуляции и повышение коагулирующего действия реагента, повышение качества выделяемого каучука из латексных жидких сред, улучшение его фильтруемости, а при использовании коагулянта для очистки СВ - повышение степени осветления.	Доступность реагентов, часть из которых производится на существующем предприятии.	Белковая составляющая данного раствора слишком скоропортящаяся, особенно в летний период. Раствор достаточно сложен в приготовлении и требует установки дополнительного оборудования. Для его хранения так же требуются специальные условия.

Продолжение таблицы 23

1	2	3	4	5
8	патент US 4966714 Способ очистки сточных вод // Изобретения стран мира, 1992, 3	Включает этап добавления продукта термического распада системы, имеющей состав из CaO-MgO-SiO ₂ самостоятельно или в комбинации, по крайней мере с солью металла, подобранной из группы, состоящей из соли железа и соли магния, в сточную воду, содержащую эмульсию или латекс, таким образом вызывая коагуляцию и седиментацию частиц, состоящих главным образом из смол, имеющих в сточных водах, и затем удаление скоагулированных частиц		Недостатки данного способа - сложная подготовка продукта термического разложения, требующая больших затрат электроэнергии, применения высоких температур 800-1000°C, невозможность применения выделенного полимера в качестве эластичной полимерной добавки вследствие высокого содержания примесей (40%) в виде оксидов и гидроксидов магния и кальция, что также приводит к вторичному загрязнению сточных вод. Технической задачей является упрощение и удешевление способа выделения каучука из латексных стоков, снижение вторичного загрязнения сточных вод и создание безотходного метода.
9	патент Франции 2470138).	Отметить выделение синтетических диеновых каучуков из латексов коагуляцией под действием белковых коагулянтов растительного происхождения. В качестве белковых коагулянтов применяют раствор полисахарида и протеинового вещества растительного происхождения. Раствор полисахарида и протеинового вещества растительного происхождения готовят путем растворения в щелочной воде кукурузного крахмала, соевой муки, пшеничной муки, арахисовой муки, подсолнечника	Доступные составляющие раствора растительного происхождения.	Недостатками коагулянта является то, что при растворении растительных продуктов в щелочи получается не истинный раствор, а трудноразделяемая суспензия, которую необходимо фильтровать. В производстве эта стадия вызывает большие затруднения. Продолжительность операции приготовления щелочного раствора, включая стадию фильтрования, составляет 4-6 ч. Эффективность действия по мере хранения раствора в промышленных условиях падает. Например, хранение раствора соевой муки в течение 20 ч изменяет расход с 2 кг на тонну каучука до 5 кг.
10	патент - DE 4229264 A1, Verfahren und Vorrichtung zur Aufbereitung von latexhaltigen Abwassem // Изобретения стран мира, 1995, 8	Заключается в добавке коагулянта-осадителя и флокулянта, при этом на 1 кг латекса в 1 м ³ сточной воды приходится 2-4 л 2-3% водного раствора коагулянта-осадителя, состоящего из технически чистого, сублимированного, обезвоженного FeCl ₃ , AlCl ₃ и Al ₂ (SO ₄) ₃ в весовом соотношении 12: 1,3: 1 до 17,2:1,8:1 и от 1 до 1,5 л 0,1-0,25% водного раствора флокулянта, состоящего из органического синтетического макромолекулярного водорастворимого полимеризата с неионогенными свойствами, а выпавший в осадок шлам латекса отделяется и обезвоживается	Не требует монтажа дополнительного оборудования для производства раствора коагулянта и его добавления в существующую технологическую схему.	Недостатки способа - большой расход дорогостоящих сублимированных обезвоженных составных частей коагулянта-осадителя, а также необходимость применения в качестве флокулянта дефицитного неионогенного синтетического полимеризата (PRAESTOL 2540). В способе не рассматриваются возможные пути утилизации скоагулированного полимера, но наличие металлов, в частности переменной валентности, в составе скоагулированной крошки каучука ограничивает его использование в резинотехнических изделиях, что приводит к накоплению специфических отходов.
11	А.с. СССР 441242, опубл. 7.05.74 г	Способ очистки сточных вод от взвеси полимеров коагуляцией сернокислым алюминием с последующим отделением выпавшего осадка, коагуляцию ведут с добавкой суспензии глины	Доступные реагенты, наличие в области сырьевой базы для закупа суспензии глины.	Недостатком способа является сложность технологического оформления, т. к. в процессе коагуляции для удаления суспензии полимера, оседающей в течение одного часа, требуется энергоемкое дополнительное оборудование (фильтр-пресс, центрифуги), большие расходы и высокие требования к качеству глины, большие расходы сернокислого алюминия.

Продолжение таблицы 23

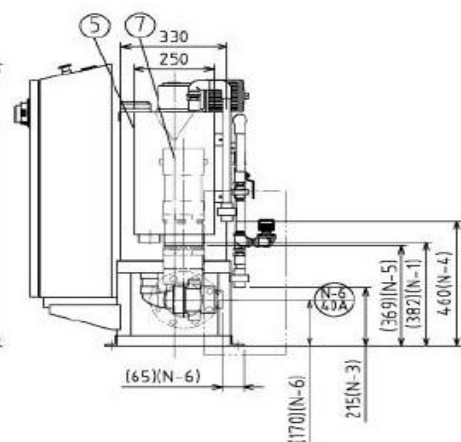
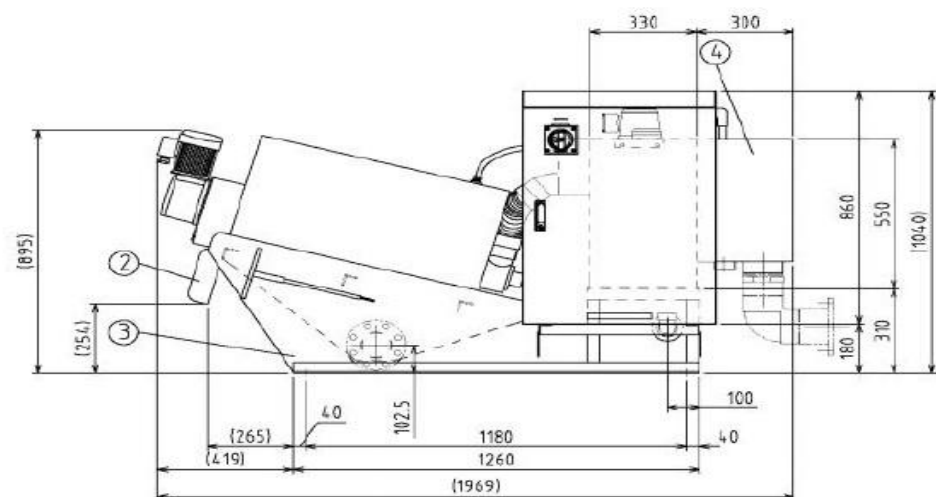
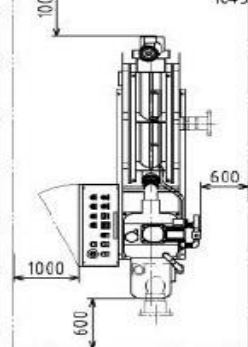
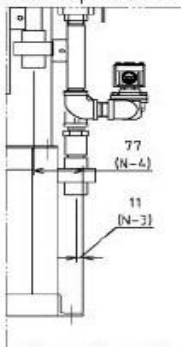
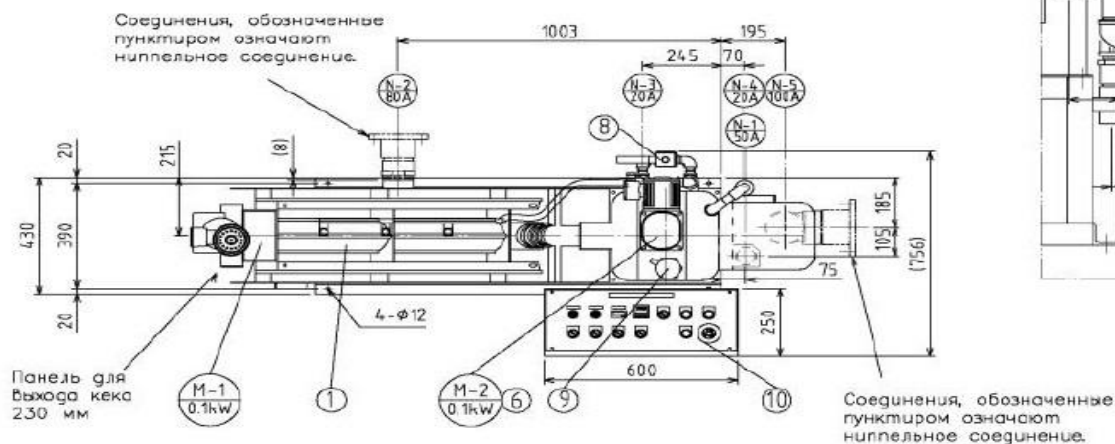
1	2	3	4	5
12	С02F1/2 сорбцией С02F1/44 диализом, осмосом или обратным осмосом Корчагин Владимир Иванович (RU), Скляднев Евгений Владимирович (RU), Бражников Евгений Борисович	Изобретение относится к способам очистки стоков и получению вторичных ресурсов из сточных вод, образующихся при выделении эмульсионных каучуков из латекса. Способ позволяет провести разделение, извлечение и концентрирование для последующего использования в производстве неорганических солей и поверхностно-активных веществ, в том числе биологически неокисляемых и токсичных веществ, с помощью которых получены эмульсионные каучуки. Способ включает разделение и обработку обратным осмосом с получением концентрированного раствора неорганических солей, а также утилизацию полученных продуктов, причем при разделении ведут концентрирование поверхностно-активных веществ адсорбентом при pH=2-4 с последующей экстрактивной регенерацией адсорбента, а в качестве сорбента используют отходы водоподготовки и газовой очистки - отработанные катиониты КУ-2 и КУ-1. Способ обеспечивает удешевление, упрощение способа и достижение более глубокого извлечения из сточных вод ПАВ, в том числе биологически неокисляемых и токсичных веществ, организацию стадии получения вторичных ресурсов - раствора коагулянта и ПАВ, а также высокую степень очистки сточных вод с целью повторного их использования.	Высокий уровень качества очистки сточных вод образованных в результате производства синтетического бутадиенстирольного каучука.	а) зарастание пор мембран установки ультрафильтрации ПАВ и примесями, содержащимися в сточной воде - серуме; б) недостаточная степень извлечения ПАВ в процессе ультрафильтрации; в) необходимость проведения процесса регенерации из-за частой забивки мембран; г) образование дополнительного количества сточных вод при регенерации; д) получение в процессе ультрафильтрации концентрата с низким содержанием ПАВ, что усложняет их извлечение из водной фазы; е) требуется дополнительная стадия обработки очищенных вод на электродиализаторе; ж) сложное аппаратное оформление процесса и высокие энергетические затраты.
13	С08С1/15 с использованием коагулянтов С08С2/06 выделение каучука из растворов С02F1/56 высокомолекулярных соединений Батищев Евгений Анатольевич (RU), Михальская Олеся Сергеевна (RU), Семенов Ольга	Изобретение относится к очистке жидких сред, в том числе промывных и сточных вод производства латексов от полимеров и может быть использовано в промышленности эмульсионных синтетических каучуков и других отраслях, связанных с производством, переработкой латексов и получением каучуков. Коагулянт на основе белковой составляющей содержит в качестве дополнительных ингредиентов карбоксиметилцеллюлозу, карбамид, α - и β -амилазу, аминокислоты жирного ряда, карбамидоформальдегидную смолу и формалин при следующем массовом содержании всех компонентов, мас. %: белковая составляющая 45,0-46,0; карбоксиметилцеллюлоза 16,0-17,0; карбамид 10,1-10,2; α -амилаза 9,4-9,5; β -амилаза 9,4-9,5; аминокислоты жирного ряда 8,8-8,9; карбамидоформальдегидная смола 0,03-0,04; формалин 0,02-0,03. 50% содержания аминокислот могут быть заменены на алкилбензилдиметиламмоний хлориды. В качестве белковой составляющей предпочтительно использовать белок животного или растительного происхождения. Коагулянт применяют в виде 3-8%-ного водного раствора, а его расход при очистке жидких сред составляет 0,1-1,0 мас. % относительно массы выделяемого каучука. Изобретение обеспечивает стабилизацию процесса коагуляции и повышение коагулирующего действия реагента, повышение качества выделяемого каучука из латексных жидких сред, улучшение его фильтруемости, а при использовании коагулянта для очистки СВ - повышение степени осветления.	Доступность реагентов, часть из которых производится на существующем предприятии.	Белковая составляющая данного раствора слишком скоропортящаяся, особенно в летний период. Раствор достаточно сложен в приготовлении и требует установки дополнительного оборудования. Для его хранения так же требуются специальные условия.

Продолжение таблицы 23

1	2	3	4	5
14	SU 1131883	Способ выделения бутадиен-стирольных каучуков с использованием в качестве коагулирующих агентов животных белков и продуктов белкового происхождения	Доступные реагенты для производства раствора, в большинстве случаев считаются отходами фермерского хозяйства.	Основными недостатками таких белковых коагулянтов являются коагулирующая активность только в сильноокислой среде (рН 2,0-3,5). При более высоком значении рН (4 и выше) белковые коагулянты или работают очень плохо (не достигается полной коагуляции), или требуются очень большие расходы. Очень часто при использовании белкового коагулянта наблюдается склонность выделяемой крошки каучука к комкованию за счет слипания. Это создает дополнительные трудности при сушке каучука - увеличивается продолжительность сушки, снижается производительность процесса. Кроме того, водный раствор белкового коагулянта имеет ограниченный срок годности, особенно это имеет место в летний период года, то есть при повышенных температурах. В теплое время года начинаются активно процессы разложения белкового коагулянта, что выражается в появлении резкого, неприятного запаха, значительно затрудняющего использование данного коагулянта в технологическом процессе. В рабочих зонах производственных помещений появляется также характерный, неприятный запах, что нарушает экологическую чистоту окружающей среды. Для исключения бактериального заражения оборудования при получении, складировании, транспортировке и применении белковых коагулянтов необходима его тщательная промывка водой, длительная обработка острым паром и дезинфицирующим раствором формалина. Вулканизаты на основе каучуков, выделенных с помощью белка, характеризуются недостаточно высокими свойствами. Кроме того, они характеризуются продолжительностью вулканизации.
15	(А.с. 735576, бюл. №19, опубл. 28.05.80 г., СССР - Способ очистки сточных вод производства синтетических латексов)	Непрерывная очистку от полимера и ПАВ (некаля и лейконола) за счет обработки жидкой фазы (сточной водой после первой стадии очистки) суспензией пылевидного активированного угля, а выделенный отработанный уголь направляют на стадию коагуляции, т.е. на стадию обработки латексных сточных вод неорганическими электролитами, в качестве антиагломерирующей добавки. Суспензию пылевидного активированного угля в жидкую фазу вводят в количестве 0,5-0,9 г/г полимера в пересчете на сухой пылевидный уголь.	Не требует применения дополнительных технических решений.	Недостатками данного способа являются использование кондиционного дорогостоящего активированного угля в достаточно большом количестве; наличие стадии приготовления суспензии активированного угля.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Схема шинкового обезвоживателя



Спецификация	
Вал шнека	φ130 X 1 Зона ссужения полипропилен Зона обезжелезивания SUS 304
Тип	Дисковый шнековый обезжелезиватель
Вес	205 кг

Электродвигатели		
№	Наименование	Энергопотр-е
М-1	Мотор шнека №1	0,1 кВт (1/375)
М-2	Мотор мешалки	0,1 кВт (1/60)
	Общее	0,2 кВт

Соединения			
No.	Разм.	Наименов.	Тип(материал)
N-1	2"	Подача осадка	Муфта (нерж)
N-2	3"	Отвод флюидов	Фланец (нерж)
N-3	3/4"	Подача полимерной замаз.	Муфта (ПВХ)
N-4	3/4"	Подача реагента	Муфта (ПВХ)
N-5	4"	Перелив осадка	Муфта (нерж)
N-6	11/4"	Слив дренажно	Шаровый кран (ПВХ)

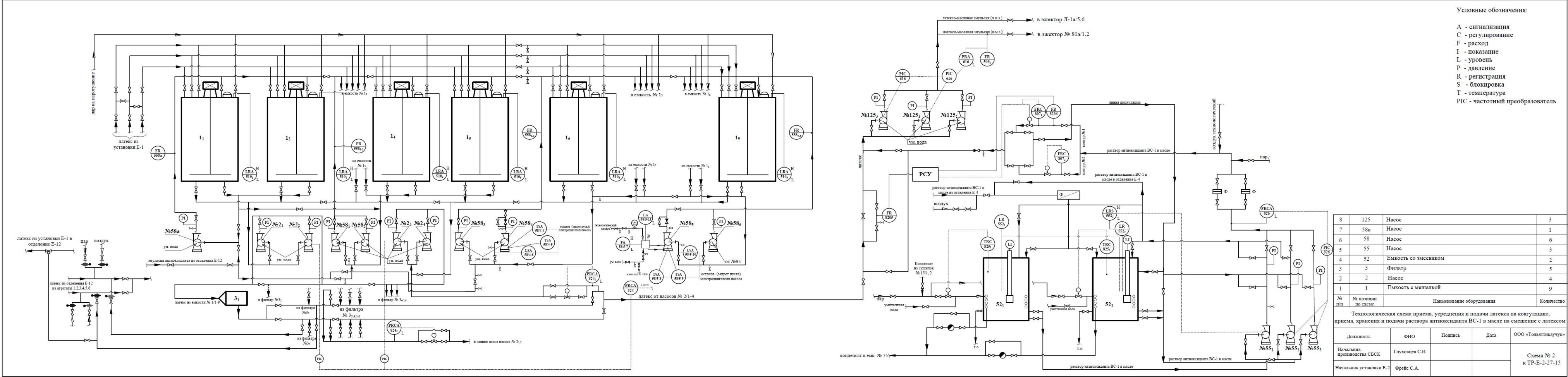
Составляющие			
No.	Наименование	мат.	Замечания
1	Вал шнека	пп нерж	
2	Панель для выхода кванта	нерж	
3	Опорная рама одежда/защита	нерж	винт4-#12
4	Емкость подачи осадка	нерж	100х250х45
5	Промышленная емкость	нерж	130х330х55
6	Емкость флокуляции Мешалка	нерж	С затвором на выходе
7	Труба для перелива	нерж ПВХ	
8	Малая и большая на линии графика	ВС	3/4"
9	Датчик уровня	нерж	
10	Щит управления		

USER:-

TITLE		Сборочный чертеж			
MODEL		Шнекозвоб обезжоживатель ES -131/SA-WS			
DRAWING No.		D00086-00-6			
DATE		2005.09.27		SCALE	PAGE
				1:15	1/1
APPROVED	CHECKED	DESIGNED			
AMCON INC.					

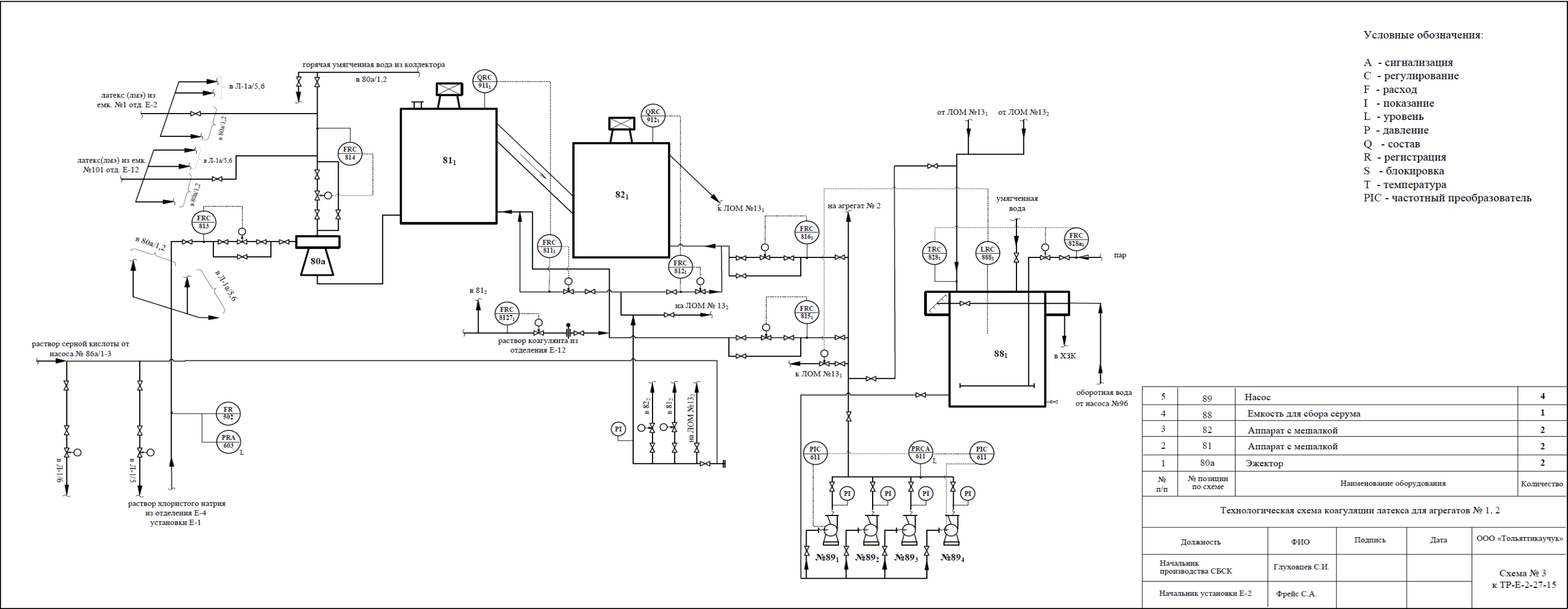
ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Схема усреднения латекса в цехе E-2



ПРИЛОЖЕНИЕ 4

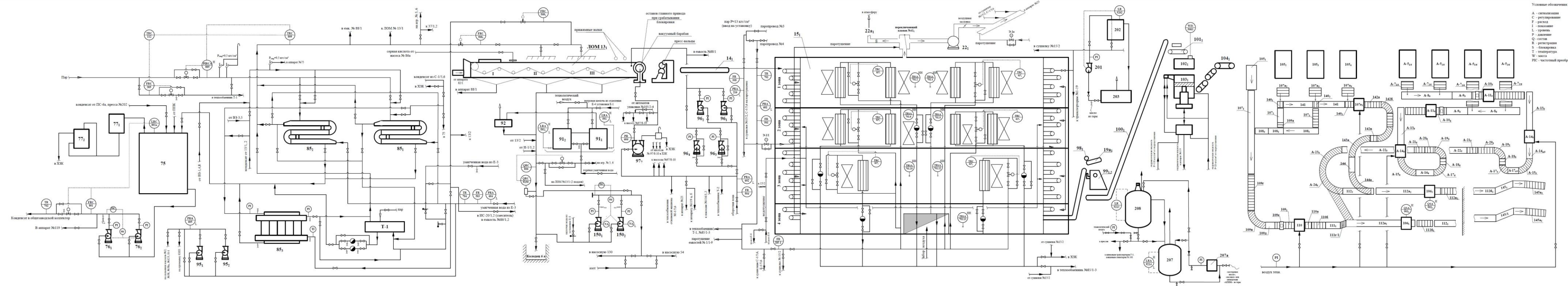
Схема солевой коагуляции латекса



ПРИЛОЖЕНИЕ 5

Схема упаковки каучука

Условные обозначения:
 А - сигнализация
 С - регулирование
 F - расход
 L - давление
 L - уровень
 P - давление
 Q - состав
 R - регистрация
 S - блокировка
 T - температура
 W - масса
 PIC - частотный преобразователь



ПРИЛОЖЕНИЕ 6

Спецификация схемы упаковки каучука

83	108/3	Рольганг-опрокидыватель	1	54	150	Насос	2	24	105/2-4	Автомат упаковки	3		
82	107/3	Наклонный рольганг	1	53	145а/1,2	Транспортер наклонный поворотный	2	23	105/1	Транспортер ленточный	1		
81	207а	Насос	1	52	145/1,2	Транспортер ленточный наклонный	2	22	104	Автоматическая передаточная станция	4		
80	207	Сборник	1	51	144а	Рольганг поворотный	1	21	103	Гидравлический пресс	4		
79	208	Аппарат с мешалкой	1	50	144	Транспортер ленточный наклонный	1	20	102	Весы автоматические	4		
78	Т-1	Теплообменник	1	49	143а	Рольганг поворотный	1	19	101	Транспортер дозировочный	4		
77	А-24/5	Транспортер роликовый	1	48	142б,в	Рольганг поворотный	2	18	100	Ковшовый элеватор	4		
76	А-23/5	Рольганг поворотный	1	47	142а	Рольганг наклонный	1	17	99	Разрывная машина	8		
75	А-22/5	Конвейер ленточный	1	46	141	Транспортер горизонтальный	1	16	98	Режущее устройство	4		
74	А-21/5,6	Рольганг наклонный	2	45	140/1-3	Рольганг-опрокидыватель	3	15	97	Вакуум-насос	4		
73	А-20/5,6	Рольганг наклонный	2	44	112в/2	Рольганг наклонный	1	14	96	Насос	4		
72	А-19/5,6	Рольганг поворотный	2	43	112б/2	Транспортер ленточный	1	13	95	Насос	2		
71	А-18/5,6	Рольганг наклонный	2	42	112б/1	Рольганг наклонный	1	12	92	Емкость буферная	1		
70	А-17а/5	Рольганг наклонный	1	41	112а/1,2	Транспортер ленточный	2	11	91	Емкость	2		
69	А-17/5,6	Рольганг поворотный	2	40	112/1,2	Транспортер	2	10	85	Теплообменник	3		
68	А-16/6	Конвейер ленточный наклонный	1	39	111г/1	Рольганг	1	9	77	Гидрозатвор	2		
67	А-15/5,6	Транспортер роликовый поворотный	2	38	111/1	Транспортер ленточный наклонный	1	8	76	Насос	2		
66	А-14а/5	Транспортер роликовый поворотный	1	37	110а,б	Рольганг наклонный	2	7	75	Емкость	1		
65	А-14/5,6	Автомат упаковки	2	36	110	Автомат упаковки	1	6	22а	Вентилятор	2		
64	А-13/5,6	Конвейер ленточный	2	35	109е	Пробоотборник	1	5	22	Вентилятор	2		
63	А-12/5,6	Конвейер с пробоотборником	1	34	109д	Транспортер конвейерный	1	4	19а	Транспортер	4		
62	А-11/5,6	Весы автоматические	2	33	109г	Рольганг наклонный	1	3	15	Многоходовая сушилка	2		
61	А-10/5,6	Конвейер роликовый	2	32	109в	Рольганг поворотный	1	2	14	Транспортер	2		
60	А-9/5,6	Конвейер ленточный	2	31	109а	Рольганг поворотный	1	1	13	Лентоотливочная машина	2		
59	А-8/5,6	Конвейер ленточный	2	30	109/1	Транспортер роликовый с пробоотборником	1	№ п/п	№ позиции по схеме	Наименование оборудования		Количество	
58	А-7/1,2/5,6	Конвейер роликовый	4	29	108/1,2	Транспортер ленточный	2	Технологическая схема приема, подогрева и подачи умягченной воды, приема приготовления и подачи антиадгезива, формирования, промывки, транспортировки и сушки ленты каучука, брикетирования и упаковки каучука, сбора и откачки парового конденсата, нейтрализации кислых стоков					
57	203	Емкость	1	28	107е/1	Автомат упаковки	1	Должность		ФИО	Подпись	Дата	ООО «Тольяттикаучук»
56	202	Емкость	1	27	107а/2-4	Рольганг наклонный	3	Начальник производства СБСК		Глуховцев С.И.			Схема № 4 к ТР-Е-2-27-15
55	201	Насос	1	26	107/1,2	Транспортер ленточный наклонный	2	Начальник установки Е-2		Фрейс С.А.			
№ п/п	№ позиции по схеме	Наименование оборудования		№ п/п	№ позиции по схеме	Наименование оборудования							

ПРИЛОЖЕНИЕ 7

Схема бессолевого коагуляции латекса

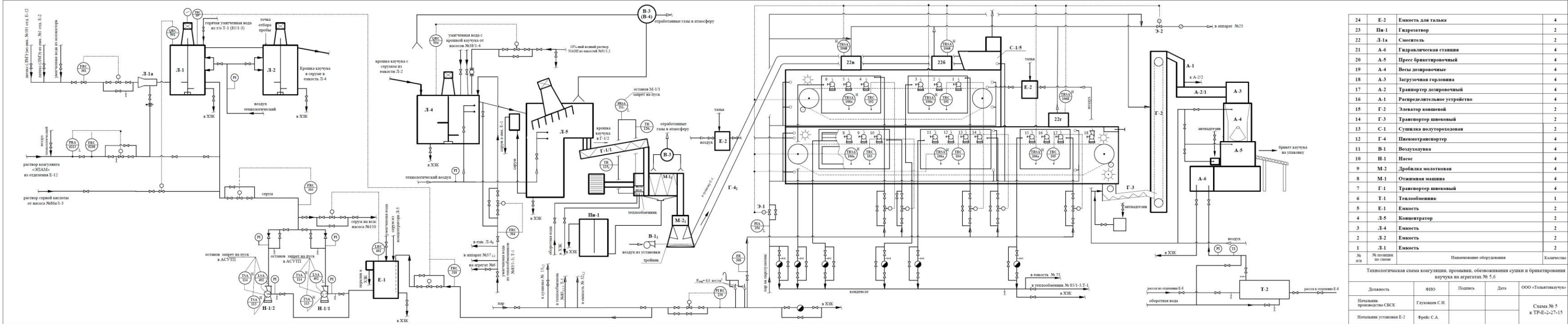


Схема усреднения латекса цеха E-12

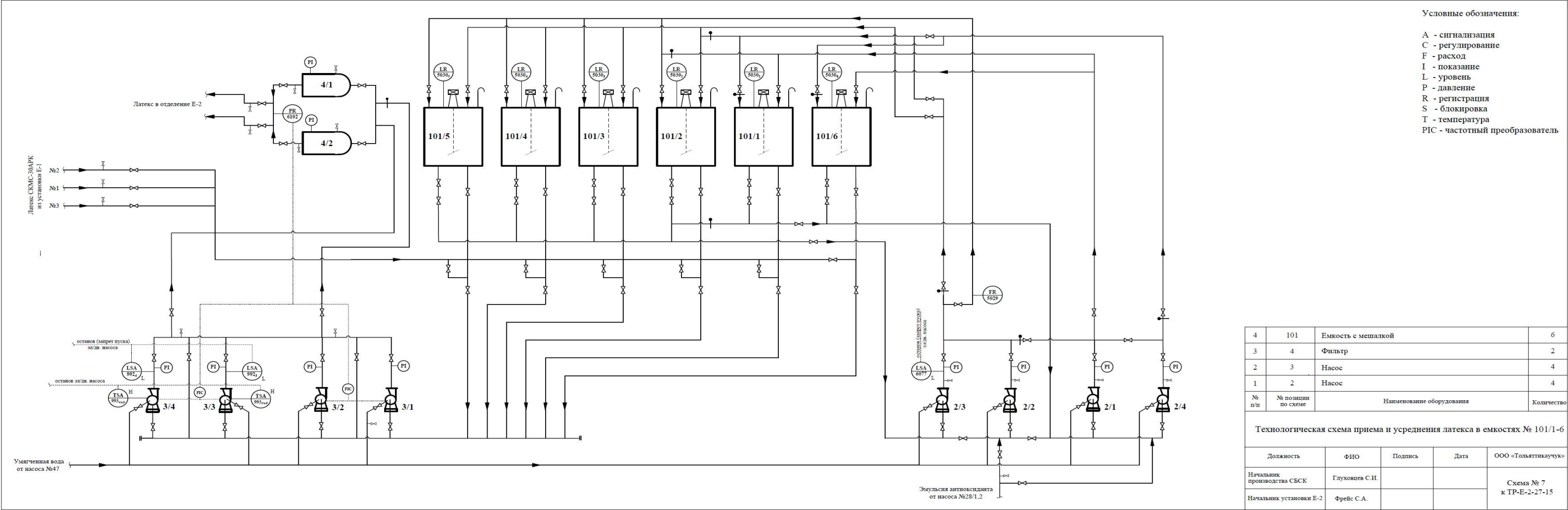


Схема гидравлической установки

