

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Тольяттинский государственный университет»

Институт химии и инженерной экологии

Кафедра «Химия, химические процессы и технологии»

240801.65 «Машины и аппараты химических производств»

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

на тему Реконструкция мешалки в дегазаторе первой ступени

Студент(ка)

Д.С. Шадрина

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

Ю.В. Чариков

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Консультанты

А.Е. Краснослободцева

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

К.Ш. Нуров

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Нормоконтроль

В.В. Петрова

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Допустить к защите

Заведующий кафедрой _____

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

« _____ » _____ 20 _____ г.

Тольятти 2016

АННОТАЦИЯ

Дипломный проект на тему «Реконструкция мешалки в дегазаторе первой ступени» состоит из 103 страниц. В данной работе содержится 2 рисунка, 29 таблиц и 8 графических листов. Для составления этой работы было использовано 52 литературных источников, включая рабочие инструкции, регламенты, учебно-методические пособия и нормативно-техническая документация.

Целью данной работы является реконструкция мешалки в дегазаторе, для улучшения анализов по показаниям каучука и увеличение производительности до 60000т/год. В аналитической части рассмотрен и систематизирован материал о способах получения бутилкаучука.

В расчетно-технологическом разделе приведены теоретические основы процесса, а также описание технологической схемы дегазации полимера. Также имеется раздел по безопасности и экологичности технического объекта.

В разделе экономическое обоснование проекта приведен экономический расчет проводимой модернизации, который показывает, что с экономической точки зрения данное усовершенствование позволяет экономить средства и получать определённую прибыль.

Внедрение данного дипломного проекта возможно в производстве бутилкаучука на предприятии ООО «СИБУР Тольятти».

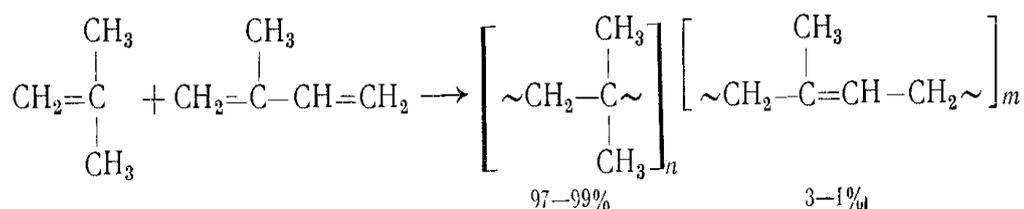
СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1 АНАЛИТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	
1.1 Существующие методы производства, выбор метода, технико – экономическое обоснование выбранного метода.....	9
1.2 Физико – химические основы принятого метода производства. Технологический режим на установке.....	13
1.3 Физико – химические свойства сырья, вспомогательных материалов и готовой продукции.....	24
1.4 Стадии технологического процесса производства бутилкаучука.....	27
2 ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ	
2.1 Описание технологической схемы производства бутилкаучука.....	28
2.2 Аналитический контроль, КИПиА на установке.....	35
2.3 Выбор и обоснование оптимизации технологии производства.....	37
2.4 Технологические расчеты	
2.4.1 Тепловой баланс.....	41
2.4.2 Материальный баланс.....	45
2.4.3 Конструктивный расчет.....	50
3 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ОБЪЕКТА	
3.1 Технологическая характеристика объекта.....	53
3.2 Идентификация профессиональных рисков.....	56
3.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков.....	57
3.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта	
3.4.1 Идентификация опасных факторов пожара.....	59
3.4.2 Разработка технических средств и организационных мероприятий по обеспечению пожарной безопасности технического объекта.....	60
3.4.3 Организационные (организационно-технические) мероприятия по предотвращению пожара.....	62

3.5. Обеспечение экологической безопасности технического объекта.....	68
4 ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ	
4.1 Описание производства и маркетинговый анализ.....	71
4.2 Расчет годовой производственной мощности цеха.....	72
4.3 Расчет капитальных вложений.....	74
4.4 Сопутствующие капитальные вложения.....	75
4.5 Расчет себестоимости продукции.....	76
4.6 Организация труда рабочих.....	80
4.7 Расчет себестоимости продукции по проекту.....	90
4.8 Расчет расходов на содержание и эксплуатацию оборудования.....	91
4.9 Расчет цеховых расходов.....	92
4.10 Расчёт экономической эффективности проектных решений.....	96
4.11 Выводы.....	97
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	99
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	100

ВВЕДЕНИЕ

Бутилкаучук - продукт сополимеризации изобутилена и небольшого количества изопрена в присутствии трихлорида алюминия в метилхлориде или комплексного катализатора на основе алюминийорганического соединения в изопентане при низкой температуре:



Известно два промышленных процесса получения бутилкаучука. Первый, принятый во многих странах мира, заключается в полимеризации мономеров в среде растворителя (метилхлорида или этилхлорида), не растворяющего каучук. Получаемая дисперсия полимера в растворителе имеет низкую вязкость, чем раствор каучука такой же концентрации, и поэтому удается применять повышенные концентрации мономеров в исходной шихте [22-35% (масс.)]. Процесс полимеризации протекает с большой скоростью и сопровождается выделением большого количества тепла. Это затрудняет управление процессом. Применение разбавителей позволяет несколько снизить скорость процесса, обеспечить отвод теплоты реакции и получать полимер в виде крошки, суспензии или взвеси. Процесс низкотемпературной катионной полимеризации очень чувствителен к наличию даже следов примесей в исходных мономерах и разбавителях. Наличие этих примесей свыше допустимых норм приводит к замедлению реакции полимеризации, в результате чего понижается молекулярная масса и выход бутилкаучука. Поэтому исходные мономеры (изобутилен, изопрен) и метилхлорид должны быть подвергнуты тщательной осушке и очистке от примесей. Особенно высокие требования предъявляются к изобутилену. Изобутилен может быть освобожден от примесей ректификацией или обработкой щелочью, осушен с помощью эффективных осушителей, таких, как цеолиты и активный оксид

алюминия. Возвратный изобутилен, используемый при полимеризации, подвергается осушке и периодически выводится из системы для удаления накапливающихся в нем *n*-бутиленов и других примесей. Установлено, что повышение молекулярной массы бутилкаучука возрастают физико-механические характеристики его вулканизатов. Поскольку с повышением температуры полимеризации заметно снижается молекулярная масса полимеров, процессы необходимо проводить при возможно низких температурах (от -90 до -100°С).

Второй способ получения бутилкаучука, разработанный в нашей стране, имеет много общих черт с типовыми процессами синтеза растворных каучуков. Он состоит в полимеризации под действием алюминийорганических катализаторов в среде углеводородного растворителя (изопентан), растворяющего каучук. В качестве сокатализатора в этом случае используют стехиометрические количества воды. Хотя при этом способе не достигается высокой концентрации полимера в полимеризате (не более 12% (масс.)) из-за его высокой вязкости, этот процесс имеет ряд ценных преимуществ перед суспензионным методом:

Появляется возможность проведения процесса при более высоких температурах от -70 до -90°С, тогда как в суспензионном методе температура должна быть не выше -90÷100°С;

Возрастает время непрерывной работы полимеризатора до 10 суток и более по сравнению с 1суткой в суспензионном методе (необходимость периодической остановки аппарата для чистки обусловлена налипанием каучука на его стенки);

Облегчается регулирование молекулярной массы и ММР каучука и появляется возможность автоматизированного управления процессом.

Среди сополимеров изобутилена большой интерес представляют продукты с небольшим количеством диенового углеводорода – бутилкаучуки (БК). Для получения вулканизирующихся каучуков могут быть использованы различные диеновые мономеры (бутадиен, изопрен, пиперилен, 2,3-

диметилбутадиен, циклопентадиен и др.), но только при сополимеризации изобутилена с изопреном получается БК высокого качества.[1]

Впервые бутилкаучук был синтезирован Томасом и Спарком в 1937 г. Промышленное производство сополимеров изобутилена с 1-5%-ми изопрена под действием $AlCl_3$ в среде метилхлорида (или этилхлорида) при 170-185° К было организовано в 1941 г.

Первыми изготовителями бутилкаучука были фирмы «StandartOilofNewJersy» (США) и «PolymerCorporationLtdofSarnia» (Канада). Несколько позже производство БК освоили фирмы «Socabu» (Франция), «EnjayCo., Inc» (США), а также «PrecisionRubberProductsCorporation» (США), «U.S. RubberCo» (США) и др. В России производство бутилкаучука было создано в 1956 г.

Мощности производства бутилкаучука и его производных составляет более 600 тысяч.

Промышленное производство бутилкаучука в растворе было начато в г. Тольятти в 1982 г. Полимеризацию проводят в углеводородном растворе при температуре от минус 60 до минус 90°С с использованием в качестве катализатора протонированных комплексов алюминийорганических соединений.

В структуре мирового потребления бутилкаучука и галогенированных бутилкаучуков ведущее место принадлежит шинной промышленности (80%), далее следует производство резиновых технических изделий (9%), адгезинов, клеев и герметиков (6%) и фармацевтических и прочих изделий (5%).

В нашей стране объем производства бутилкаучука отстает от развитых стран, причем особенно мало выпускается галогенированных бутилкаучуков. Несмотря на небольшие объемы производство бутилкаучука, его использование на внутреннем рынке очень мало, преобладающее количество этого полимера экспортируется в другие страны.[2]

Целью данной выпускной квалификационной работы является реконструкция мешалки в дегазаторе первой ступени для улучшения анализов

каучука. Для выполнения поставленной цели необходимо произвести анализ существующего процесса дегазации полимеризата, произвести анализ методов дегазации. Далее необходимо провести технологический и конструктивный расчеты основного оборудования. После чего посчитать экономическую эффективность данной реконструкции.

1 АНАЛИТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1.1 Существующие методы производства, выбор метода, технико – экономическое обоснование выбранного метода

Дегазация — процесс отгонки незаполимеризовавшихся мономеров и растворителей из полимеризата. В соответствии с методами полимеризации могут быть выделены процессы дегазации блочного полимера, латексов, а также каучуков, получаемых полимеризацией в растворе.

От десорбции дегазация отличается незначительно. Физическая природа этих процессов одинакова. Однако дегазация имеет некоторые особенности. Например, в случае дегазации латексов отличие ее от десорбции состоит в том, что мономеры не образуют раствора в одной фазе (жидкой или твердой), а адсорбированы полимером (одной из фаз). Кроме того, некоторая часть мономера может быть растворена в эмульгаторе, который способен коллоидно растворять мономеры (до 17% (об.)). Таким образом, мономер может находиться в твердой, жидкой и паровой фазах.[3]

Назначение дегазации сводится к следующему:

- 1) утилизация мономеров;
- 2) обеспечение надлежащего качества изделий, так как мономеры могут привести к образованию пузырей в изделиях;
- 3) предотвращение дальнейшей полимеризации с образованием низкокачественного полимера;
- 4) улучшение условий труда при выделении каучуков из латексов и растворов или при переработке блочного полимера.

Для осуществления процесса дегазации к полимеру необходимо подвести теплоту. При дегазации латексов и каучуков из раствора теплота может подводиться либо через стенку, либо при непосредственном смешении с жидким или парообразным теплоносителем. Дегазация может осуществляться и при двояком подводе теплоты — через стенку и при непосредственном смешении. Для ускорения процесса дегазации может применяться вакуум.

Дегазация каучуков получаемых в массе. Поскольку полимер получается в виде твердого блока, для дегазации применяют аппараты, известные как вакуум-смесители. Корпус аппарата имеет рубашку для нагрева полимера паром. Полимер непрерывно перемешивается двумя Z-образными лопастями, вращающимися навстречу друг другу. В аппарат загружают 2 т каучука и противокислитель, закрывают крышку и подключают его к вакуум-системе. Давление в аппарате 20 кПа, продолжительность дегазации 20—40 мин. Перемешивание мешалками способствует быстрому нагреву полимера. Для эффективного удаления пузырьков выделившегося мономера осуществляется непрерывное перемешивание массы каучука и обновление поверхности полимера с помощью мешалки-лопасти. По окончании дегазации наклоняют корпус вакуум-смесителя и выгружают полимер. Вакуум-смеситель является аппаратом периодического действия. Выгрузка полимера — сложная и трудоемкая операция, так как его приходится выгружать из аппарата с лопастями сложной формы. Затраты мощности на привод мешалок велики. Мощность электродвигателя составляет 75 кВт.

Для дегазации блочного полимера может быть применен аппарат непрерывного действия. Такой аппарат, состоящий из нескольких последовательно соединенных шнеков, позволяет совместить процессы полимеризации и дегазации в одном непрерывно действующем агрегате.

Дегазация латексов. Особенность дегазации латексов заключается в склонности их к отложению коагулюма, что особенно заметно при нагревании. В связи с этим аппараты для дегазации через 20—30 дней приходится останавливать на чистку. Кроме того, латексы склонны к пенообразованию, обусловленному присутствием эмульгатора. При вспенивании латекса образование коагулюма увеличивается (вероятно, из-за быстрого прогрева тонких пленок пены). Вспениваемость латекса затрудняет осуществление процесса дегазации в условиях противотока фаз. Применение же прямотока фаз при дегазации латексов резко снижает эффективность процесса.

Для понижения температуры кипения отгоняемых мономеров процесс проводят под вакуумом (это же обуславливает и уменьшение образования коагулюма). Подвод теплоты к латексу осуществляется острым паром. Пар используется с двойной целью. Во-первых, он является теплоносителем; во-вторых, парциальное давление мономера в смеси мономера с паром уменьшается и, следовательно, снижается температура отгонки мономера.

Температура кипения $t_{кип}$ (при 98 кПа) и теплота парообразования r некоторых основных мономеров, отгоняемых из латексов:

$t_{кип}$ °С	r кДж/кг
Акрилонитрил	+ 78 615
Дивинил	- 4,5 335
Стирол	+145 418

Из приведенных данных следует, что отгонка лимитируется удалением не основного мономера — дивинила, а вспомогательных мономеров — сомономеров, имеющих более высокую температуру кипения и большую теплоту парообразования.[4]

Основными типами каучуков, получаемых полимеризацией в эмульсии, являются стирольные, метилстирольные и нитрильные.

При дегазации каучуков, получаемых полимеризацией в растворе, необходимо осуществить следующие процессы: разложение и отмывку катализатора, отгонку мономера и растворителя. Эти процессы могут проводиться как в одном аппарате — дегазаторе, так и в различных аппаратах. При совмещении процессов в одном аппарате в каучуке могут оставаться частицы разложенного катализатора, которые ухудшают качество продукта. Поэтому для некоторых видов катализатора применяются операции отмывки растворителем. Так, для каучука СКИ, получаемого с использованием комплексного катализатора, отмывка каучуков от остатков катализатора проводится перед дегазацией водой в специальном отмывном аппарате с мешалкой.[5]

В настоящее время процесс дегазации осуществляется в основном двумя способами:

1) водной дегазацией, когда нагрев раствора каучука с целью отгонки мономера и растворителя проводится путем смешения полимеризата с горячей водой;

2) безводной дегазацией, когда нагрев полимеризата осуществляется через поверхности теплообмена без непосредственного контакта полимеризата с горячим теплоносителем.

Вода является низкостоящим и безвредным теплоносителем. Отделение растворителя и мономера от воды происходит очень легко, так как органические мономеры и растворители в воде практически нерастворимы. При непосредственном смешении полимеризата с теплоносителем — горячей водой — отсутствует термическое сопротивление стенки, поэтому коэффициент теплопередачи большой.

Водная дегазация осуществляется путем диспергирования полимеризата в горячей воде. После отгонки растворителя и мономера из капель полимеризата образуются пористые частицы каучука — крошка, которая отделяется от воды и поступает на дальнейшую переработку. Теплота подводится к воде паром, который барботирует через водную дисперсию крошки каучука. Водная дегазация применяется для всех стереорегулярных каучуков. Количество растворителя в полимеризате обычно намного превышает количество оставшегося мономера. Кроме того, в большинстве случаев температура кипения растворителя выше температуры кипения мономера. Поэтому процесс дегазации стереорегулярных каучуков лимитируется отгонкой растворителя.

Дегазация может проводиться в одном или в нескольких последовательно соединенных аппаратах, поэтому различают одноступенчатую и многоступенчатую дегазацию. При отгонке растворителя и мономера, имеющих низкие температуры кипения и, соответственно, высокие давления паров при температуре дегазации, а также при хорошем диспергировании

полимеризата удастся осуществить дегазацию до необходимого остаточного содержания растворителя в одноступенчатом аппарате.

Растворители, имеющие высокую температуру кипения, отгоняются с большим трудом, вследствие чего в этом случае используются многоступенчатые схемы дегазации. Водная дисперсия каучука из дегазатора первой ступени поступает в дегазатор второй ступени, а водяной пар последовательно проходит дегазатор второй ступени, затем дегазатор первой ступени. Таким образом, осуществляется противоток пара и водной дисперсии каучука, что значительно улучшает экономические показатели процесса.[6]

1.2 Физико – химические основы принятого метода производства Технологический режим на установке

Способ включает смешение полимеризата бутилкаучука с водяным паром и водой в крошкообразователе, дегазацию полученной пульпы в двух последовательных дегазаторах. Изобретение относится к промышленности синтетического каучука и может быть использовано в производстве бутилкаучука при выделении его из полимеризата, полученного сополимеризацией изобутилена с изопреном в среде метилхлорида в присутствии хлористого алюминия. Известен способ выделения каучуков, полученных в растворе углеводородов, осуществляемый в двух последовательно соединенных дегазаторах при температуре 98 - 100°C и 130 - 132°C соответственно, при этом в первом по ходу дегазаторе (первая ступень дегазации) поддерживается давление 0,1 - 0,2 МПа, а во втором (вторая ступень дегазации) 0,2 - 0,3 МПа. Перед дегазатором первой ступени раствор подвергается диспергированию паром и циркуляционной водой для получения крошки. Водная пульпа (взвесь каучука в воде) с содержанием полимера 5 мас.% после дегазатора первой ступени направляется на концентрирование до 10% и далее на вторую ступень дегазации. Осветленная вода из концентратора направляется в дегазатор первой ступени.[7]

После второй ступени дегазации пульпа каучука направляется на сушку. Этот способ водной дегазации не может быть использован для дегазации бутилкаучука, полученного в среде метилхлорида, т.к. при указанных параметрах (температура и давление) происходит гидролиз метилхлорида, в результате которого образуются продукты, приводящие к ухудшению качества получаемого каучука, а концентрация пульпы 5 и 10% на первой и второй ступени дегазации соответственно неприемлема из-за сильной агломерации и комообразования. Известен способ водной дегазации растворов полимеров. Согласно способу с целью повышения степени отгонки растворителя из крошки каучука процесс осуществляют в аппаратах первой и второй ступеней выделения и последовательно установленных после каждого аппарата концентраторах. По ходу технологического процесса между концентратором первой ступени и дегазатором второй ступени устанавливают емкость с диспергирующей мешалкой. Разделение циркуляционной воды на два контура - загрязненной и очищенной - позволяет осуществить более глубокое удаление растворителя из крошки полимера. Недостатком этого способа является то, что мелкие фракции крошки полимера, проходя по всей схеме, выводятся с избытком воды в промышленные стоки, что загрязняет их или требует дорогостоящих методов очистки. Кроме того, выделившаяся в концентраторе крошка требует специального транспортирующего устройства (в данном случае - шнек), которое чрезвычайно трудно загерметизировать из-за необходимости визуального контроля. Выход паров, загрязненных растворителем, в окружающую среду влечет за собой его потери и ухудшение санитарного состояния рабочей зоны. Для дегазации бутилкаучука, полученного в среде токсичного и легколетучего метилхлорида с образованием очень мелкой крошки, эти недостатки приобретают особую остроту. Наиболее близким является способ водной дегазации который осуществляется в две ступени. Согласно способу ввод полимеризата (раствора каучука в растворителе) в дегазатор первой ступени осуществляется через специальные приспособления, обеспечивающие интенсивное контактирование раствора каучука с острым

водяным паром. Сюда же подается циркуляционная горячая вода, заправленная антиагломератом крошка каучука и острый водяной пар. Из первого дегазатора пульпа насосом передается во второй дегазатор для окончательной дегазации каучука. При работе по данной схеме в дегазаторах поддерживается следующий технологический режим: первая ступень - температура 92 - 98°C, давление 0,11 - 0,12 МПа; вторая ступень - температура 99 - 105°C, давление 0,12 - 0,14 МПа. Этот способ имеет ряд недостатков, связанных с особенностями суспензионной технологии получения бутилкаучука в среде метилхлорида. Во-первых, поскольку полимеризат представляет собой тонкодисперсную взвесь каучука в метилхлориде, неизбежно образующаяся мелкодисперсная фракция каучука выносится с водой из системы дегазации и приводит к потерям каучука и загрязнению сточных вод. Во-вторых, обладая повышенной липкостью крошка бутилкаучука требует низкой концентрации пульпы, что влечет за собой увеличение объема оборудования для обеспечения необходимого времени пребывания, тем не менее имеют место потери метилхлорида с местными вытяжными вентиляционными выбросами на стадиях усреднения и сушки, поскольку система дегазации даже с использованием вакуума не позволяет достигать необходимой степени освобождения воды и каучука от остатков метилхлорида. Вентиляционные выбросы, содержащие метилхлорид, или загрязняют атмосферу, или требуют дорогостоящей системы очистки воздуха. Наконец, при использовании громоздкого оборудования на узлах концентрирования и усреднения теряется большое количество тепла в окружающую среду. Изобретение направлено на снижение загрязнения сточных вод и газовых выбросов, повышение эффективности работы узла дегазации за счет снижения затрат сырья и энергетики. Указанный результат достигается способом выделения бутилкаучука, полученного сополимеризацией изобутилена с изопреном в среде метилхлорида в присутствии хлористого алюминия, из полимеризата, включающим смешение полимеризата с водяным паром и циркуляционной водой в крошкообразователе с получением водной пульпы каучука с концентрацией 2 - 3 мас.% и

последующую дегазацию водной пульпы каучука при повышенной температуре, в двух последовательно установленных дегазаторах, первый из которых работает при давлении 0,1 - 0,12 МПа, второй - под вакуумом, согласно которому дегазацию проводят при температуре 70 - 80°C, пульпу каучука после первого дегазатора разделяют на два потока, один из которых, содержащий воду, метилхлорид и 0,2 - 0,5 мас.% крошки каучука в виде мелких фракций, направляют в крошкообразователь, второй поток с концентрацией, в 1,5 - 3 раза превышающей ее концентрацию в пульпе, выходящей из первого дегазатора, направляют во второй дегазатор, после которого пульпу направляют в концентратор, в который осуществляют подачу чистой воды, из концентратора пульпу делят на два потока, первый из которых, содержащий воду, метилхлорид и 0,1 - 0,3 мас.% крошки каучука в виде мелких фракций, направляют в крошкообразователь, причем этот поток по количеству равен потоку, выходящему из второго дегазатора, второй поток пульпы из концентратора с концентрацией крошки, в 1,5 - 3 раза превышающей концентрацию ее в пульпе, выходящей из второго дегазатора, направляют в усреднитель крошки каучука. Предпочтительно потоки пульпы, направляемые в крошкообразователь, собирать в емкость, работающую под вакуумом. В усреднитель может быть подан инертный газ, а пары воды и инертного газа, содержащие метилхлорид, пропускают через последовательно установленные конденсатор и оросительный скруббер, орошаемый углеводородным растворителем, причем конденсат из конденсатора, загрязненный метилхлоридом, направляют в емкость, работающую под вакуумом. Разделение пульпы бутилкаучука после первой ступени дегазации на два потока, первый из которых содержит мелкие фракции бутилкаучука и метилхлорид, а второй - повышенную концентрацию каучука в пульпе, позволяет, во-первых, вернуть мелкие фракции каучука в начало водной дегазации, что не только сокращает их вынос с водой, но и позволяет улучшить процесс агломерации мелкодисперсной взвеси бутилкаучука на стадии крошкообразования, т.к. каждая сформированная крошка каучука является центром агломерации. Во-

вторых, повышение концентрации пульпы, соответственно, увеличивает время пребывания на стадии вакуумной дегазации, что благоприятно отражается на содержании метилхлорида в воде и крошке каучука. Разделение пульпы бутылкаучука после второй ступени дегазации на два потока и полная замена циркуляционной воды позволяет практически полностью освободиться от мелких фракций крошки бутылкаучука в воде и метилхлориде, а также сохранить тепловой потенциал циркуляционной воды. Продувка инертным газом усреднителя с последующей конденсацией паров воды и абсорбцией метилхлорида углеводородным растворителем позволяют практически полностью исключить вынос метилхлорида из системы дегазации. Таким образом, поставленная цель снижения потерь каучука, метилхлорида и энергии, снижения загрязнения сточных вод и газовых выбросов может быть решена при использовании данного изобретения. [8]

Таблица 1.1 – Технологический режим [9]

Наименование стадий процесса, показатели режима	Номер позиции прибора на схеме	Единица измерения	Допускаемые пределы технологических параметров	Требуемый класс точности измерительных приборов	Примечание
1	2	3	4	5	6
Дегазатор Л-53					
Уровень	874	% шкалы 6300 мм	<u>45-60</u> 2800-3800	1,0	Регулирование, сигнализация
Давление	6084	<u>кгс/см²</u> Мпа	<u>не более 1,5</u> 0,15	1,0	Регистрация, сигнализация, блокировка

Продолжение таблицы 1.1

1	2	3	4	5	6
Температура водной фазы (куб) дегазатор Л-53	876	°C	75-102	1,0	Регулирование, сигнализация,
Расход пара в крошкообразователи Пн-3 дегазатора Л-53 (на 1 т каучука)	873	кг/т	500-1500	1,0	Регулирование, сигнализация
Подача: -стеарата кальция (содержание в 1т каучуке)	881	% масс	не более 1,2 на каучук	1,0	По расчету
- агидола-2		-//-	0,05-0,2 на каучук		
- ирганокса-1010		-//-	0,02-0,08 на каучук		

Продолжение таблицы 1.1

1	2	3	4	5	6
Расход циркуляционной воды в крошкообразователи Пн-3 дегазатора Л-53 (на один крошкообразователь)	879	м ³ /час	80-160	1,0	Регулирование Сигнализация
Расход полимеризата от насоса Н-79 в крошкообразователи Пн-3 дегазатора Л-53	872/1 872/2	т/час т/час	15-30 15-30	1,0	Регулирование, сигнализация
Расход газов отсоса из дегазатора Л-53 к теплообменнику Т-110	569	т/час	до 55	1,0	Регистрация

Продолжение таблицы 1.1

1	2	3	4	5	6
Давление циркуляционной воды в линии нагнетания насоса Н-723	6356	кгс/см ² МПа	3,0-5,0 0,3-0,5	1,0	Регистрация, Сигнализация
Расход пара в дегазатор Л-53	876	т/час	не менее 2,0	1,0	Регистрация
Дегазатор Л-55					
Уровень	880	% шкалы 4000мм	$\frac{52,5 - 67,5}{2100 - 2700}$	1,0	Регулирование, сигнализация, блокировка
Давление	8345	$\frac{кгс/см^2}{МПа}$	$\frac{0,1 - 0,3}{0,01 - 0,03}$	1,0	Регулирование
Температура – водная фаза (куб) дегазатора Л-55	8784	°С	85-105	1,0	Регулирование, сигнализация, блокировка

Продолжение таблицы 1.1

1	2	3	4	5	6
рН циркуляционной воды из линии всаса насоса Н-723	875	РН	7-10	1,0	Регулирование, сигнализация
Расход циркуляционной воды после А-723 на Пн-53 и Ф-59	877	м ³ /час	Не менее 5	1,0	Регулирование, сигнализация
Давление пара на вводе на установку дегазации	818	кгс/см ² МПа	5-10 0,5-1,0	1,0	Регулирование регистрация
Давление на нагнетании насоса Н-79	8072	кгс/см ² МПА	8,0-12,0 0,8-1,2	1,0	Регулирование
Параметры контролируемые, но не регистрируемые в рабочем журнале					
Температура газовой фазы (верха) дегазатора Л-53	783	°С	75-100	1,0	Регистрация
Температура газовой фазы (верха) дегазатора Л-55	783	°С	85-105	1,0	Регистрация

Продолжение таблицы 1.1

1	2	3	4	5	6
Давление на нагнетании насоса Н-56/1		-//-	3,0-6,0	2,5	По манометру
Давление на нагнетании насоса Н-56/2		-//-	3,0-6,0	2,5	По манометру

1.3 Физико – химические свойства сырья, вспомогательных материалов и готовой продукции

Таблица 1.2 – Физико – химические свойства сырья[10]

Наименование сырья, полупродуктов, готовой продукции, отходов производства	Молекулярная масса кМоль	Агрегатное состояние при нормальных условиях	Давление критическое МПа	Растворимость	
				в воде, % масс	В пр. растворителях
1	2	3	5	4	6
Изобутилен C_4H_8 $(CH_3)_2C=CH_2$	56	газ	4,02	Не растворяется	Спирт, этилен, бензол
Изопрен C_5H_8 $CH_2=C(CH_3)-CH=CH_2$	68	жидкость	5,63	Не растворяется	Спирт, этилен, бензол, этилен
Изопентан C_5H_{12} $(CH_3)_2CH-CH_2-CH_3$	72	жидкость	3,33	Не растворяется	Спирт, этилен
Этилен Хлористый C_2H_5Cl CH_2Cl-CH_2Cl	86	жидкость	5,42	Не растворяется	Спирт, этилен

Таблица 1.3 – Физико – химические свойства вспомогательных материалов[11]

Наименование сырья, материалов, реагентов, катализаторов, полуфабрикатов, изготавливаемой продукции	Номер ГОСТа, ТУ стандарта предприятия	Показатели качества обязательные для проверки (по ГОСТу, ТУ, стандарту предприятия)	Норма
1	2	3	4
Полимеризат	Технологический регламент	Для марки БК-1675	В соответствии с марками от 1,4 до 1,8 факультативно
Циркуляционная вода	Технологический регламент	рН среды	7 – 9
Суспензия стеарата кальция и антиоксиданта	Технологический регламент	Массовая доля, % а) стеарата кальция б) агидола-2 в) ирганокса 1010 г) рН	от 2 до 5 14 – 16 на СmСа 4 – 6 на СmСа 8 – 11
Раствор щелочи	Технологический регламент	Массовая доля щелочи, %	от 0,5 до 3,0
Вода умягченная	Инструкция по использованию ЧУВ	а) жесткость общая, мг.экв/л б) содержание взвешенных частиц, мг/л	не более 0,07 не более 15,0

Изобутилен

Агрегатное состояние: бесцветный газ;

Плотность : 0,5942 г / см³

Молекулярная масса : 56,11;

Температура плавления : -140,337 ? С;

Температура кипения : -6,896 ? С;

Показатель преломления n 25 D : 1,3814;

Критическая температура: 144,75 °С;

Критическое давление: 4,0003 МПа;

Критическая плотность: 0,235 г / см³: [12]

Изопрен

Агрегатное состояние: бесцветная жидкость, не растворяется в воде;

Температура кипения -32,6°С.

Температура плавления -146,8°С. [13]

Изопентан

Изопентан - прозрачная бесцветная жидкость.

Молекулярная масса 72;

Температура кипения, °С 27.8;

Температура плавления, °С минус 160;

Плотность, г/см³ 0.62;[14]

Хлористый этилен

Бесцветная жидкость с запахом, напоминающим хлороформ.

Температура плавления -35, 7°С,

Температура кипения 83, 483°С

Плотность 1, 253 г/см³. [15]

1.4 Стадии технологического процесса производства бутилкаучука

Технологический процесс производства бутилкаучука состоит из следующих стадий:

1. Прием и использование изопентана, нефраса.
2. Азеотропная осушка и ректификация возвратной фракции от тяжелых углеводородов.
3. Приготовление и охлаждение углеводородной шихты.
4. Прием и дозировка катализаторного раствора.
5. Сополимеризация изобутилена с изопреном.
6. Промывка полимеризаторов.
7. Дегазация раствора бутилкаучука.
8. Выделение, сушка и упаковка каучука.
9. Приготовление суспензии антиоксиданта и антиагломератора.
10. Охлаждение, компримирование и конденсация возвратных углеводородов.
11. Отмывка возвратных углеводородов от метанола и выделение метанола из промывных вод.
12. Конденсация, абсорбция и десорбция углеводородов из газов стравливания.
13. Получение холода с параметрами 0 °С и минус 40 °С (пропановый контур).
14. Получение холода с параметром минус 110 °С (этиленовый контур).
15. Прием пара, сбор и перекачка парового конденсата и система обогрева.
16. Снабжение оборотной водой, умягченной и пожарно-хозяйственной водой.
17. Снабжение воздухом КИП, технологическим воздухом, азотом низкого давления (НД), азотом высокого давления (ВД) и сброс на факел и в канализацию.[16]

2 ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

2.1 Описание технологической схемы производства

бутилкаучука

Дегазация полимеризата осуществляется в двух дегазаторах Л-53/1(2) и Л-55/1(2).

Дегазаторы Л-53/1(2) и Л-55/1(2) снабжены мешалками с наклонными лопастями, которые обеспечивают равномерное распределение крошки каучука во всем объеме водной фазы. Полимеризат представляет собой раствор полимера и незаполимеризовавшихся мономеров (изопрена и изобутилена) в смеси изопентана с хлорэтилом.

Образование крошки каучука, удаление растворителя и незаполимеризовавшихся мономеров осуществляется в двухступенчатой водной системе дегазации.

Полимеризат из усреднителей Л-78/1(2,3) подается насосом Н-79/1(2,3) в крошкообразователи Пн-53а/1,2(3,4) дегазатора первой ступени Л-53/1(2).

Постоянство давления полимеризата в линии нагнетания насоса Н-79/1(2,3) выдерживается регулятором поз. 8072, клапан которого установлен на линии полимеризата от Н-79/1(2,3) в усреднитель Л-78/1(2,3).

Заданный расход полимеризата в крошкообразователи Пн-53а/1,2(3,4) дегазатора Л-53/1(2) выдерживается регуляторами поз. 872/1 и 872/II, клапаны которых расположены на линиях подачи полимеризата в крошкообразователи.

Для дробления полимеризата, образования крошки каучука и испарения растворителя в крошкообразователи Пн-53а/1,2(3,4) подается острый пар с давлением 8-10 кгс/см² (0,8-1МПа).

Расход пара, подаваемый в крошкообразователи Пн-53а/1,2(3,4), выдерживается регулятором поз. 873/1(2), клапан которого установлен на линии пара в крошкообразователи.

Для транспортировки крошки каучука в дегазатор Л-53/1(2) в крошкообразователи Пн-53а/1,2(3,4) насосом Н-723/1,2(2,3) из аппарата с мешалкой Л-722 подается циркуляционная вода.

Расход циркуляционной воды в крошкообразователи Пн-53а/1,2(3,4) (80-260 м³/час), выдерживается регуляторами поз. 879/1,2(3,4), клапаны которых установлены на линии циркуляционной воды в крошкообразователи.

Уровень в аппарате Л-53/1(2) (45-60%) выдерживается регулятором поз. 874/1(2), клапан которого установлен на линии подачи пульпы (крошки каучука в циркуляционной воде) насосом Н-54/1,2, Н-54а (Н-54/3,4, Н-54б) в дегазатор Л-55/1(2).

Температурный режим в дегазаторе Л-53/1(2) (75 – 100оС) выдерживается за счет:

- тепла острого пара, подаваемого в крошкообразователи Пн-53а/1,2(3,4) (500 – 1500кг/т), через клапан-регулятор поз. 873/1(2);
- тепла острого пара, подаваемого в пароинжектор Пн-53б/1(2) через клапан-регулятор поз.8345/1(2);

Пароинжектор Пн-53б/1(2) установлен на линии газохода из дегазатора Л-55/1(2) в дегазатор Л-53/1(2) для выдерживания заданного избыточного давления в Л-55/1(2) 0,1- 0,3кг/см² (0,01 – 0,03МПа), что способствует улучшению условий дегазации крошки каучука и равномерному поступлению пульпы на всас насоса Н-56/1,2(3,4);

- тепла, поступающего с парами воды и углеводородов, идущих с верхней части дегазатора второй ступени Л-55/1(2) в пароинжектор Пн-53б/1(2);

- тепла острого пара, подаваемого в водную фазу (куб) дегазатора Л-53/1(2) через клапан поз. 876/1(2).

Температура в дегазаторе Л-55/1(2) (85 – 105оС) поддерживается подачей пара в водную фазу Л-55/1(2) через клапан поз. 8784/1(2).

Пары из дегазатора Л-55/1(2) и от инжектора Пн-53б1(2) направляются в водную фазу дегазатора Л-53/1(2) на дополнительную утилизацию тепла.

Уровень в дегазаторе Л-55/1(2) (52,5-67,5%) выдерживается регулятором поз. 880/1(2), клапан которого установлен на линии подачи пульпы от насоса Н-56/1,2(3,4) в концентратор А-700/1(2).

В линию циркуляционной воды насосом Н-67/1(2) из аппарата с мешалкой Л-66/1(2) непрерывно подается суспензия антиагломератора и антиоксиданта (стабилизатора).

В качестве антиоксиданта используются: агидол-2, ирганокс-1010. В качестве антиагломератора – стеарат кальция.

Антиоксидант вводится для защиты каучука от старения при хранении.

Антиагломератор – для предотвращения слипания крошки каучука в процессе дегазации, дальнейшей ее транспортировки и переработки.

Расход суспензии антиагломератора (не более 1,2% масс. на каучук по расчету) и антиоксиданта (0,02 – 0,08 % масс. на каучук по расчету) (в зависимости от количества суспензии, подаваемой в систему дегазации) выдерживается регуляторами поз. 881/І или 881/ІІ, клапаны которых установлены на линии подачи суспензии в циркуляционную воду на всас насоса Н-723/1,2(2,3).

рН среды в системе дегазации (8 - 10) выдерживается в заданных значениях регуляторами поз. 875/1,2. Клапан поз. 875/1 установлен на линии подачи разбавленного раствора щелочи (0,5 – 3%) насосом Н-62/1(2) из емкости Е-61/І(2) в аппарат Л-722, клапан поз. 875/2 - на линии подачи разбавленного раствора щелочи в линию всаса насоса Н-723/1,2 (2,3).

Для проведения процесса дегазации полимеризата, поддержания температурного режима в системе дегазации на установку принимают пар с давлением 20 ати (кгс/см²) или 13 ати (кгс/см²) – схемой предусмотрена возможность перехода с пара давлением 20 ати на пар давлением 13 ати.

Перед вводом на установку на линии пара установлен регулирующий клапан поз. 818, который дросселирует пар в коллектор установки БК-6 до давления не более 10 кгс/см².

Циркуляция воды в системе дегазации происходит по следующей схеме (основной циркуляционный контур):

А-700 самотеком → Л-722 → Н-723 → Пн-53А → Л-53 → Н-54 → Л-55 → Н-56 → А-700, а именно:

- из концентратора А-700/1(2) через переливной карман сливается самотеком в аппарат Л-722;

- из аппарата Л-722 насосом Н-723/1,2(2,3) подается в дегазатор Л-53/1(2) через крошкообразователи Пн-53а/1,2(3,4);

- из дегазатора Л-53/1(2) вода с крошкой каучука насосом Н-54/1,2, Н-54а (Н-54/3,4, Н-54б) подается в дегазатор второй ступени Л-55/1(2);

- из дегазатора Л-55/1(2) насосом Н-56/1,2(3,4) вода с крошкой каучука подается в концентратор А-700/1(2).

В концентраторе А-700/1(2) происходит отделение крошки каучука от воды.

Крошка каучука с поверхности воды в концентраторе А-700/1(2) сгребается граблями и шнеком подается на сушку в отжимные машины А-701/1(2), А-702/1(2), сушильную машину А-703/1(2), сушильную камеру А-704/1(2) и далее на прессование в брикеты.

Вывод избытка воды из системы дегазации, образующейся в результате конденсации острого пара, происходит по схеме:

Из аппарата Л-722 по переливной линии самотеком циркуляционная вода поступает в аппарат Л-722а. В верхней части аппарата Л-722а имеется ворошитель, с помощью которого всплывающая на поверхность крошка каучука удаляется в аппарат с мешалкой Л-722б.

Из аппарата Л-722б вода с крошкой каучука насосом Н-724/1(2) подается через клапан-регулятор расхода поз. 883 в концентратор А-700/1(2).

Схемой предусмотрена подача циркуляционной воды из Л-722б по клапану-регулятору расхода поз. 883 на всас насоса Н-723.

На линии сброса циркуляционной воды из аппарата А-722а в ХЗК с целью более полного отделения крошки каучука от циркуляционной воды установлен гидроциклон А-725а.

Циркуляционная вода из аппарата Л-722а насосом Н-724/3(4) подается в гидроциклон А-725а, в котором, в результате центробежной силы, крошка каучука устремляется в верхнюю часть гидроциклона, откуда возвращается в аппарат Л-722.

Расход крошки каучука в воде (1-2 м³/час) из гидроциклона А-725а в аппарат Л-722 выдерживается клапаном-регулятором поз. 887.

Очищенная циркуляционная вода из гидроциклона А-725а поступает в скруббер А-750, где охлаждается обратной промышленной водой, подаваемой по клапану-регулятору поз. 8065 до температуры не более 40°С и сбрасывается после скруббера А-750 в ХЗК.

Схемой предусмотрена подача части очищенной воды от гидроциклона А-725а насосом Н-724/3(4) в аппараты Л-47/1,II для приготовления раствора щелочи, в аппарат Л-66/1-III - для приготовления растворов стеарата калия и стеарата кальция.

Из верхней части дегазатора Л-53/1(2) пары изопентана, воды, хлористого этила, незаполимеризовавшихся мономеров, поступают в гидроциклон Пн-57/1(2) и далее в фильтр Ф-59/1(2), где происходит улавливание унесенной крошки каучука циркуляционной водой, подаваемой из А-725а на орошение в гидроциклон Пн-57/1(2) и фильтр Ф-59/1(2) насосом Н-724/3(4). Расход циркуляционной воды выдерживается клапаном-регулятором поз. 877/1(2).

Крошка каучука вместе с водой возвращается из гидроциклона Пн-57/1(2) и фильтра Ф-59/1(2) в дегазатор первой ступени Л-53/1(2), а пары углеводородов и воды из верхней части гидроциклона Пн-57/1(2) по линии

газохода через сетчатый фильтр Ф-59/1(2) направляются в систему охлаждения и конденсации в теплообменники Т-102, Т-103 установки БК-5.

На линии газохода на установку БК-5 предусмотрен сброс конденсата (воды) по клапану поз.8569 в емкость Е-138 установки БК-5.

Уровень в аппарате Л-722а выдерживается регулятором поз. 882 , клапан которого установлен на линии сброса воды в ХЗК от гидроциклона А-725а. Для стабильной работы гидроциклона А-725а необходима постоянная подача воды на всас насоса Н-724/3(4).

С этой целью на линии сброса воды от гидроциклона А-725а в линию всаса насоса Н-724/III-IV установлен клапан поз. 882а.

При снижении уровня в аппарате Л-722а:

- закрывается клапан поз. 882 (НЗ);
- открывается клапан поз. 882а (НО), тем самым обеспечивается

постоянная подача воды на всас насоса Н-724/3(4).

Схемой предусмотрен аварийный сброс избытка циркуляционной воды из аппарата Л-722а в ХЗК через гидрозатвор Пн-726.

Для этой цели на линии сброса циркуляционной воды из аппарата

Л-722а установлена пневмозадвижка № 57, открытие и закрытие которой осуществляется с пульта управления в операторной.

Первоначальное заполнение системы дегазации осуществляется умягченной водой, поступающей из сети через концентратор А-700/1(2) и далее по схеме основного (большого) циркуляционного контура.

Схемой также предусмотрено заполнение системы дегазации (рабочей или резервной) умягченной водой путем подачи на всас насоса Н-721 и далее по линиям промывки дегазаторов Л-53/1(2), Л-55/1(2).

Для промывки трубопроводов всаса и нагнетания насосов Н-54, Н-56 предусмотрена подача циркуляционной воды насосом Н-721 из аппарата Л-722 или умягченной воды из сети.

Промывка трубопроводов производится по мере необходимости (в случае их забивки).

Схемой предусмотрена промывка трубопровода всаса и нагнетания насоса Н-79/1(2,3) стоппером (5% раствор метанола в изопентане) от насоса Н-72 установки БК-5.

Схемой предусмотрена переработка в дегазаторе Л-53 установки БК-6 промывного раствора (продукт каталитической деструкции после промывки полимеризаторов) из емкости Е-37 установки БК-5.

Технические средства, обеспечивающие взрывобезопасность технологического процесса, применяемые в отделении дегазации:

- анализаторы довзрывных концентраций на Н.У.№2 около насосов Н-79 марки СТМ-10, поз.9020);

- анализаторы довзрывных концентраций в насосном отделении около насосов Н-54, Н-56 марки ЩИТ-1У4, поз.918);

- противоаварийная автоматическая защита- блокировка (поз.9028);

- противоаварийная автоматическая защита- сигнализация (поз.9030).

Датчики анализаторов довзрывных концентраций в насосном отделении сблокированы с аварийной вентиляцией АВ-1, АВ-2, АВ-3.[17]

2.2 Аналитический контроль, КИПиА на установке

Таблица 1.4 – Аналитический контроль, КИПиА на установке [18]

Наименование стадий процесса, анализируемый продукт	Место отбора проб	Контролируемые показатели	Методы контроля (методика анализа, ГОСТ или ТУ)	Норма	Частота контроля	Контроль
1	2	3	4	5	6	7
Полимеризат из усреднителя	Из линии циркуляции и насоса Н-79	1. Вязкость по Муни 2. Массовая доля сухого остатка	Вискозиметрический Метод высаживания	В соответствии с марками факультативного	По требованию, через 2 часа	Лаборатория
Циркуляционная вода	Из линии циркуляционной воды в Л-53	рН среды	РН-метром	7 – 10	Не менее 4 раз в смену	Аппаратчик установки
Крошка каучука	С виброподъемника	неопределенность	йодометрический	1.4 – 1,8	1 раз в сутки, по требованию	Лаборатория

Продолжение таблицы 1.4

1	2	3	4	5	6	7
Раствор щелочи	Ёмкость	Массовая доля щелочи, %	титрованием	0,5 – 2,5	По мере приготовления	лаборатория
Раствор стеарата калия	Ёмкость	Массовая доля, % СmCa Свободной щелочи рН среды	Потенциметрическое титрование -//- рН метром	4 – 10 Не более 0,03 10,5-12,0	По мере приготовления	лаборатория
Суспензия стеарата калия	В линии подачи	Массовая доля, % Агидола Стеарата кальция Ирганокса 1010 рН среды	Спектрофотометрический Потенциметрический Спектрофотометрический рН метром	14-16 на СmCa 2 – 5 4 – 6 на СmCa 8 – 11	По приготовлению и по требованию	лаборатория

2.3 Выбор и обоснование оптимизации технологии производства

В данной выпускной квалификационной работе предлагается реконструкция мешалки для дегазатора первой ступени, тем самым увеличиваем мощности производительности до 60000т/год и чтобы бутилкаучук на выходе, имел соответствующие паспортные анализы требуемых контролю качества.

Для этого в дегазаторе первой ступени, повышаем уровень воды на 20%, за счет этого нахождение крошки каучука в воде увеличится и лучше дегазируется, тем самым улучшая паспортные анализы на выходе готовой продукции.

Реконструкция была выбрана исходя из рациональности, рентабельности и окупаемости установки третьей лопасти мешалки.

Таблица 1.5- Характеристика оборудования [19]

Номер позиции по схеме	Наименование оборудования или технических устройств	Кол-во	Материал, способ защиты	Техническая характеристика	
1	2	3	4	5	6
Л-53/1	Дегазатор для дегазации крошки каучука	1	Вст3сп5+12Х18Н10 Т	Объем Диаметр Высота цилиндрической части Тип перемешивающего устройства Число оборотов мешалки Расчетное давление Расчетная температура Тип электродвигателя Мощность Число оборотов в минуту Исполнение	125 м ³ 4000-4500 мм 4350 мм Лопастное 45 об/мин 6 кгс/см ² 150 ⁰ С ВАО82-6-У2 40 кВт 980 об/мин ВЗГ

Продолжение таблицы 1.5

1	2	3	4	5	6
Пн-53а	Крошкообразователь для смещения пара, полимеризата, воды и образования крошки каучука	4	12X18H10T	Диаметр Расчетное давление Давление пара Давление полимера Давление циркуляционной воды	205x5 мм 16 кгс/см ² 10 кгс/см ² 8,4 кгс/см ² 1,8 кгс/см ²
Н-54/1,4	Насос для подачи пульпы из дегазатора Л-53 в дегазатор Л-55	2	06ХН28МДТ	Марка Производительность Напор Тип электродвигателя Мощность Число оборотов в минуту Исполнение	АХ-200-150-400И-55 315 м ³ /час 50 м. вод. Ст. АИММ250S-4-У2,5 75 кВт 1470 IEXdIBT4

Продолжение таблицы 1.5

1	2	3	4	5	6
ПН-57	Гидроциклон-отделитель для улавливания крошки каучука, уносимой с парами углеводородов из дегазатора Л-53	2	Вст3сп5+12X18Н10 Т	Объем Диаметр Высота цилиндрической части Расчетная температура Расчетное давление	9,32 м ³ 1200/1400 мм 7250 мм 100 ⁰ С 6 кгс/см ²
Ф-59	Фильтр-отделитель для улавливания крошки каучука	2	Вст3сп5+12X18Н10	Объем Диаметр Высота цилиндрической части Расчетная температура Расчетное давление	2,5 м ³ 1000мм 3020мм 100 ⁰ С 6 кгс/см ²
Н-79	Насос для подачи полимеризата в крошкообразователь ПН-53а дегазатора Л-53 из усреднителя Л-78 установки БК-5	3	12X18Н9ТЛ	Марка Производительность Напор Тип электродвигателя Мощность Число оборотов в ми	НК-210/200-2ГНДНК-У2 95 м ³ /час 125 м. вод. ст. КО 51-2-У2 75 кВт 2950 об/мин

2.4 Технологические расчеты

2.4.1 Тепловой баланс основного аппарата

1. Схема тепловых потоков

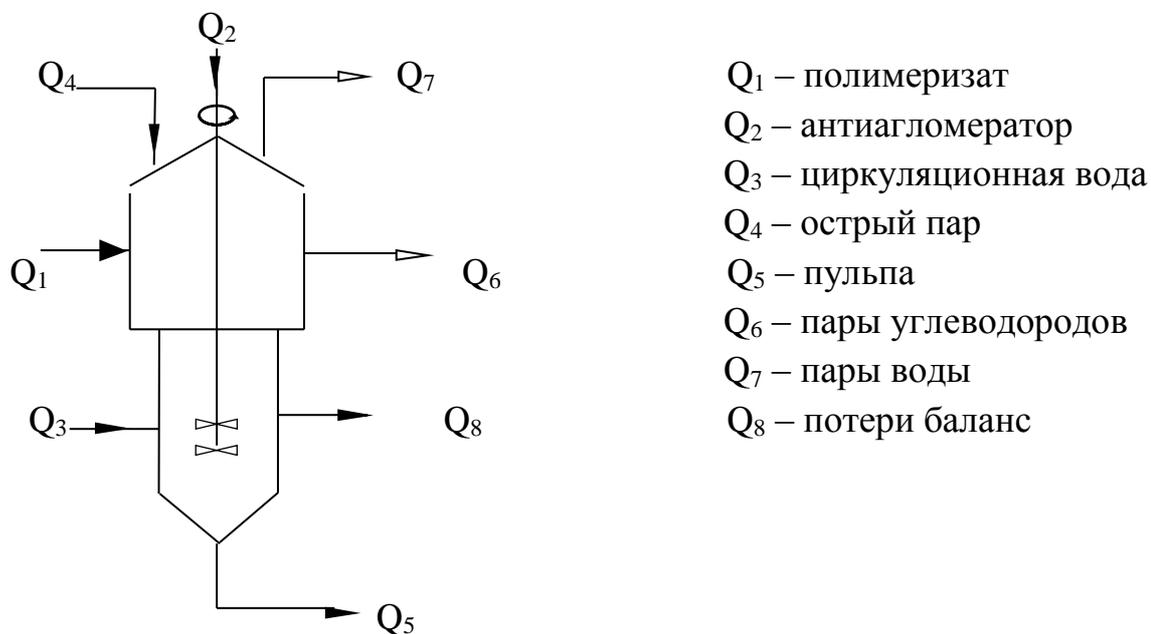


Рисунок 1 – Схема тепловых потоков

Уравнение теплового баланса [20]

$$\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3 + \sigma_4 = \sigma_5 + \sigma_6 + \sigma_7 \quad (2.1)$$

Исходные данные:

Температура полимеризата	30°C
Температура циркуляционной воды	94°C
Температура антиагломератора	90°C
Температура дегазации	100°C
Потери тепла принимаются равными 0,4÷0,5% от расхода тепла	
Рабочее давление в дегазаторе	0,15 МПа

Расчет

Приход тепла:[21]

1. С полимеризатом:

$$Q_1 = G_1 \cdot C_{\text{полимер}} \cdot t_{\text{полимер}} \quad \text{Дж/с}, \quad (2.2)$$

где G_1 – количество полимера, кг/с;

$C_{\text{полимер}}$ – теплоемкость полимера, Дж/кг град (2304,5 Дж/кг град);

$t_{\text{полимер}}$ – температура полимеризата, °С.;

$$Q_1 = 3,87 \cdot 2304,5 \cdot 30 = 267552,4 \text{ Дж/с}.$$

2. С антиагломератором:

$$Q_2 = G_2 \cdot C_2 \cdot t_2 \quad (\text{Вт}), \quad (2.3)$$

где G_2 – количество антиагломератора, (0,45 кг/с);

C_2 – теплоемкость антиагломератора, (4190 Дж/кг град);

t_2 – температура антиагломератора, (90°С);

$$Q_2 = 0,45 \cdot 4190 \cdot 90 = 169695 \text{ Вт}.$$

3. С циркуляционной водой:

$$Q_3 = G_3 \cdot C_3 \cdot t_3 \quad (\text{Вт}), \quad (2.4)$$

где G_3 – количество циркуляционной воды, кг/ч;

C_3 – теплоемкость циркуляционной воды, (4190 Дж/кг град);

t_3 – температура циркуляционной воды, (94°С);

$$Q_3 = G_3 \cdot 4190 \cdot 94 = 393860 \text{ Вт}.$$

4. С острым паром:

$$Q_4 = G_4 \cdot r, \quad (2.5)$$

где G_4 – количество острого пара, кг/сек;

r – теплосодержание пара при давлении 0,15 МПа;

$$r = 2296120 \text{ Дж/кг};$$

$$Q_4 = 2296120 \cdot G_4 \text{ Вт}.$$

5. Приход тепла общий:

$$267552,4 + 169695 + 393860,0 \cdot G_3 + 2296120 \cdot G_4 = 437247,4 + 393860,0 \cdot G_3 + 2296120 \cdot G_4.$$

6. Расход тепла с пульпой:

$$Q_5 = G_5 \cdot C_5 \cdot t_5 \quad (Bm),$$

(2.6)

где G_5 – количество пульпы, кг/ч;

C_5 – теплоемкость пульпы, (4190 Дж/кг град);

t_5 – температура пульпы, (100°С);

$$Q_5 = 50,3 \cdot 4190 \cdot 100 = 21075700 Bm.$$

7. С уходящими парами углеводов и воды:

$$Q_7 = C_{y/в} \cdot (C_{y/в} \cdot t_{y/в} \cdot r_{y/в}) + C_в \cdot r_в \quad (Bm),$$

(2.7)

где $G_{y/в}$ – количество паров углеводов, (1,12 кг/с);

$C_{y/в}$ – теплоемкость углеводов, (1251,4 Дж/кг град);

$t_{y/в}$ – температура паров углеводов, (100°С);

$r_{y/в}$ – теплосодержание паров углеводов, (347770 Дж/кг);

$r_в$ – теплосодержание паров воды, (2661488 Дж/кг);

$G_в$ – количество паров воды, (0,21 кг/с);

$$Q_7 = 1,12 \cdot (1251,4 \cdot 100 \cdot 347770) + 0,21 \cdot 2661488 = 1116140,5 Bm.$$

8. Расход тепла:

$$Q_5 + Q_7 = 1116140,5 + 21075700 = 22191840,5 Bm.$$

(2.8)

9. Потери в окружающую среду (0,4)

$$22191840,5 \cdot 0,004 = 88767,3.$$

10. Общий расход тепла:

$$22191840,5 + 88767,3 = 22280607,8 Bm.$$

11. Определяем расход пара и циркуляционной воды:

- По тепловому балансу:

$$Q_{приход} = Q_{расход};$$

(2.9)

$$437247,4 + 393860,0 \cdot G_3 + 2296120 \cdot G_4 = 22280607,8;$$

$$393860,0 \cdot G_3 + 2296120 \cdot G_4 = 21843360,4 Bm.$$

- По материальному балансу:

$$G_1 + G_2 + G_3 + G_4 = G_{\text{расход}}; \quad (2.10)$$

$$3,87 + 0,45 + G_3 + G_4 = 51,67;$$

$$G_3 + G_4 = 47,26.$$

12. Решаем систему двух уравнений материального и теплового балансов:[22]

$$393860,0 \cdot G_3 + 2296120 \cdot G_4 = 21843360,4 ;$$

$$G_3 + G_4 = 47,26;$$

$$G_3 = 47,26 - G_4;$$

$$393860,0 \cdot (47,26 - G_4) + 2296120 \cdot G_4 = 21843360,4 ;$$

$$18613823,6 - 393860,0 \cdot G_4 + 2296120 \cdot G_4 = 21843360,4 ;$$

$$3229536,8 = 1902260 \cdot G_4;$$

$$G_4 = 1,7 \text{ кг/с} = 6120 \text{ кг/ч};$$

$$G_3 = 47,26 - 1,7 = 45,56 \text{ кг/с} = 164016 \text{ кг/ч}.$$

13. Приход тепла с циркуляционной водой:

$$Q_3 = 45,56 \cdot 393860 = 17944261 \text{ Вт}.$$

14. Приход тепла с паром:

$$Q_4 = 2296120 \cdot 1,7 = 3903404 \text{ Вт}.$$

Таблица 2.1 - Сводная таблица теплового баланса

Приход		Расход	
Компоненты	Вт	Компоненты	Вт
С полимером	271009	С пульпой	21075700
С антиагломератором	169695	С уходящим паром	1116140,5
С острым паром	3903404	Потери	88767,3
С циркуляционной водой	17944261		
Всего:	22288369	Всего:	22280607,8

2.4.2 Материальный баланс

Схема материальных потоков

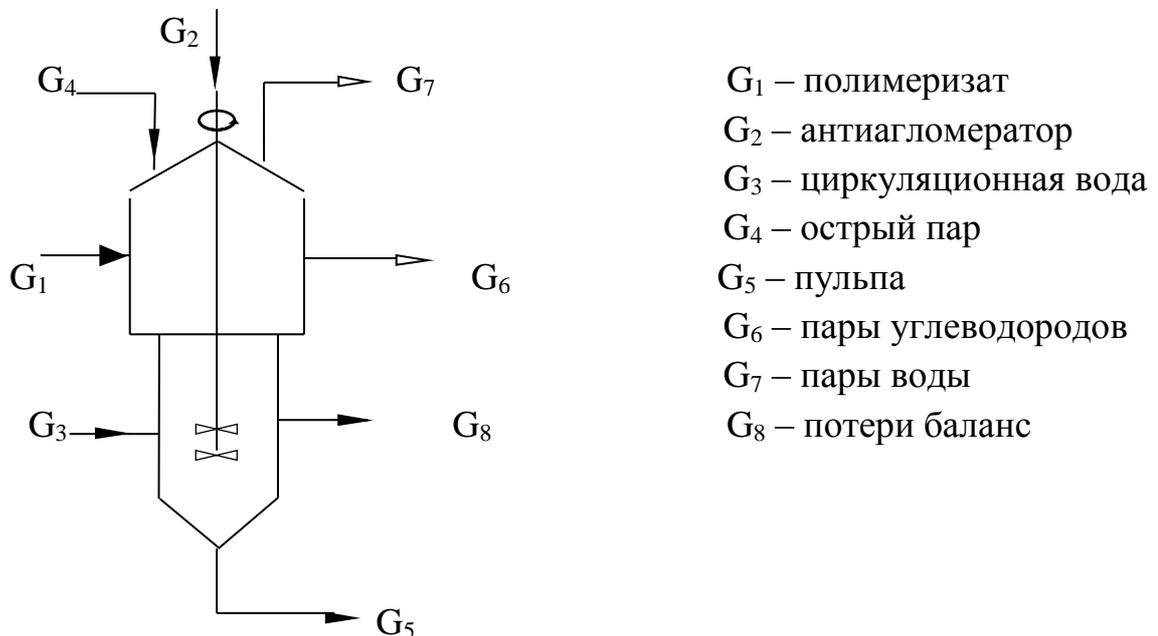


Рисунок 2 – Схема материальных потоков

Уравнение материального баланса [23]

$$G_1 + G_2 + G_3 + G_4 = G_5 + G_6 + G_7 + G_8 \quad (2.11)$$

Исходные данные:

Производительность на установке по каучуку 1675н, $N = 55000$ т/год

Состав товарного после сушки:[24]

Полимер изопрена – 98%;

Ирганокс 1010 – 0,8%;

Стеарат кальция – 1,2%;

Общие потери полимера 0,3% от количества полимера в товарном каучуке.

Состав полимеризата, поступающего на дегазацию:

Полимер	– 45,54%;
Изопентан	– 28,5%;
Хлорэтил	– 23,23%;
Изобутан	– 1,15%;
Н.бутан	– 0,2%;
Изопрен	– 1,38%;
Всего	100%.

Состав углеводородов, уносимых с первой ступени дегазации:

Изопентан	– 98,62%;
Изопрен	– 1,38%;
Всего	100%;

Концентрация 3,5% (пульпы);

Подача стеарата кальция составляет 1,2% на товарный каучук.

Состав пульпы:

Полимер	3,5;
Изопрен	0,05;
Хлор этил	0,1;
Н. бутан	0,11;
Стеарат кальция	0,04;
Вода	96,2;
Всего	100%.

Расчет 1 ступени дегазации:[25]

Годовой эффективный фонд времени работы дегазатора 8520 час.

Число рабочих дней в году 365, из них на капитальный ремонт 10 дней

1. Число рабочих дней равно

$$(365 - 10) \cdot 24 = 8520 \text{ часов.}$$

2. Среднечасовая производительность по каучуку составит

$$\frac{55000 \cdot 1000}{8520} = 6455,4 \text{ кг / ч.}$$

3. Количество полимера составят в товарном каучуке:

$$6455,4 \cdot 0,98 = 6326,3 \text{ кг/ч.}$$

4. Потери полимера составят (0,3%)

$$6326,3 \cdot 0,003 = 19 \text{ кг/ч.}$$

5. Количество полимера, поступающего на дегазацию

$$6326,3 + 19 = 6345,3 \text{ кг/ч.}$$

Таблица 2.2 - Состав и количество полимеризата, поступающего на дегазацию

Компоненты	% вес	кг/ч	кг/с
Полимер	45,54	6345,3	1,7
Изопентан	28,5	3971,0	1,1
Изопрен	1,38	192,3	0,05
Изобутан	1,15	160,2	0,04
Н.бутан	0,2	27,9	0,08
Хлорэтил	23,23	3236,7	0,9
Итого:	100	13933,4	3,87

6. Количество стеарата кальция составит:

$$6455,4 \cdot 0,012 = 77,5.$$

7. Стеарат кальция подается 4% суспензии в воде. Количество стеарата кальция составит:

$$\frac{77,5 - 4\%}{100 - x};$$

$$x = 1937,5 \text{ кг/ч.}$$

8. На I ступени дегазации испаряется полностью изопентан, количество которого 3971,0 кг/ч тогда количество испарившегося изопрена составит:

$$3971 - 98,62\%$$

$$1,38 - x;$$

$$x = 55,6 \text{ кг/ч.}$$

Таблица 2.3 - Состав и количество углеводородов уносимых с I ступени дегазации

Компоненты	% вес	кг/час	кмоль/час	кг/сек
Изопентан	98,62	3971,0	55,1	1,1
Изопрен	1,38	55,6	0,81	0,02
Всего:	100	4026,6	56,91	1,12

9. Количество паров воды уносимых с I ступени дегазации, определяется по экспериментальной формуле: [26]

$$G_7 = \frac{m \cdot j \cdot M}{P - j}, \quad (2.12)$$

где m – количество паров и углеводородов, кмоль/час;

j – упругость паров воды при температуре дегазации (100°);

$$j = 0,715 \cdot 10^5 \text{ Н/м}^2;$$

M – молярная масса воды;

P – рабочее давление в дегазаторе;

$$P = 1,5 \cdot 10^5 \text{ Н/м}^2.$$

$$G_7 = \frac{55,6 \cdot 0,715 \cdot 10^5 \cdot 18}{1,5 \cdot 10^5 - 0,715 \cdot 10^5} = 911,5 \text{ кг/ч.}$$

10. Определяем количество уходящей пульпы.

По производственным данным пульпа содержит 3,5% крошки каучука которая определяется:[27]

$$G_{\text{крошки}} = G_{\text{полимера}} - G_{\text{потерь}}, \quad (2.13)$$

где $G_{\text{полимера}}$ – потери полимера на I ступени дегазации принимаются равными 50% от всех потерь полимера, то есть 8 кг/час

$$G_{\text{крошки}} = 6345,3 - 8 = 6337,3.$$

Количество пульпы составит:

$$3,5 - 6337,3$$

$$100 - x ;$$

$$x = 181065,7 \text{ кг/ч.}$$

Таблица 2.4 - Состав и количество пульпы

Компоненты	% вес	кг/час	кг/сек
Полимер	3,5	6337,3	1,7
Изопрен	0,05	90,5	0,02
Хлор этил	0,1	181	0,06
Н.бутан	0,11	199,1	0,07
Стеарат кальция	0,04	72,6	0,05
Вода	96,2	174185,2	48,4
Всего:	100	181065,7	50,3

Количество острого пара (G_4) и циркуляционной воды (G_3) подаваемых на дегазацию I ступени рассчитывают в тепловом балансе.

$$G_4 = 6120;$$

$$G_3 = 164016.$$

Таблица 2.5 - Материальный баланс дегазации

Приход			Расход		
компоненты	кг/час	кг/сек	компоненты	кг/час	кг/сек
полимер	13933,4	3,87	Пульпа	181065,7	50,3
Стеарат кальция	1937,5	0,54	Пары воды	911,5	0,25
Острый пар	6120	1,7	Пары углеводородов	4026,6	1,12
Циркуляционная вода	164016	45,56	Потери	8	0,002
Всего:	186006,9	51,67	Всего:	186011,8	51,67

2.4.3 КОНСТРУКТИВНЫЙ РАСЧЕТ ВАЛА В ДЕГАЗАТОРЕ

1. Исходные данные:

Расчетная среда: пульпа каучука 5% в воде 100°C

Диаметр аппарата: $D= 4.0\text{м}$

Диаметр мешалки: $d= 2.2\text{м}$

Высота лопасти мешалки: $B= 320\text{мм}$

Уровень жидкости в аппарате: $H_0= 3.1\text{м}$

Число мешалок: $n= 3$

Привод: мотор-редуктор МР2-1600-//55/50 число оборотов 50об/мин

С электродвигателем $N= 55\text{ кВт } n=1450\text{ об/мин}$

2. Расчет мощности на перемешивание [28]

2.1 Мощность на перемешивание определяется по формуле:

$$N = \kappa_N \cdot n^3 \cdot \partial_n^5 = 0.4 \cdot 1000 \cdot 0.833^3 \cdot 2.2^5 = 11900\text{вт} \quad (2.14)$$

где κ_N - критерий мощности, определяется по графику в зависимости от критерия Рейнольдса мешалки и симплекса геометрического подобия: [29]

$$\Re_{e_u} = \frac{\rho \cdot n \cdot \partial_m^2}{\mu} = \frac{1000 \cdot 0.833 \cdot 2.2^2}{0.26 \cdot 10^{-3}} = 1.55 \cdot 10^7 \text{ - критерий Рейнольдса} \quad (2.15)$$

$$\Gamma_A = \frac{D}{\partial_m} = \frac{4.0}{2.2} = 1.818 \text{ - симплекс геометрического подобия} \quad (2.16)$$

2.2 Мощность, определяемая с учетом влияния уровня жидкости:

$$N_1 = \kappa_n \cdot N = 0.715 \cdot 11900 = 9222\text{вт} \quad (2.17)$$

$$\text{где } \kappa_n = \sqrt{\frac{H_n}{D}} = \sqrt{\frac{3.1}{4.0}} = 0.755 \text{ - поправочный коэффициент высоты} \quad (2.18)$$

2.3 Мощность определяемая с учетом влияния внутренних устройств:

$$N_2 = \kappa_1 \cdot \kappa_2 \cdot N_1 = 1.0 \cdot 1.0 \cdot 9222 = 9222\text{вт} \quad (2.19)$$

где $\kappa_1 = \kappa_2 = 1$ - коэффициенты, учитывающие влияние внутренних устройств

$$N_2 = n \cdot N_1 = 3 \cdot 9222 = 27667\text{вт} \quad (2.20)$$

где n - количество лопастей

3. Выбор привода

3.1 Мощность двигателя определяется по формуле:

$$N_{\delta} = \frac{\kappa_n \cdot (N_2 + N_{\tau})}{\eta} = \frac{1.0 \cdot (27667 + 600)}{0.93} = 30395 \text{ вт} \quad (2.21)$$

где $\kappa_n = 1.0$ – коэффициент запаса, учитывающий особенности пускового периода

$N_{\tau} = 600 \text{ вт}$ – потеря мощности в уплотнении

$\eta = 0.93$ - к.п.д. редуктора

Принимается мощность существующего двигателя:

$N_{\delta} = 55 \text{ кВт}$

3.2 Крутящий момент на валу мешалки при разных режимах:

$$M_{\text{нам}} = \frac{97400 \cdot N_{\delta}}{n} = \frac{97400 \cdot 55}{50} = 107000 \text{ кг} \cdot \text{см} - \text{максимальный рабочий} \quad (2.22)$$

$$M_{\text{пуск}} = 1.3 \cdot M_{\text{нам}} = 1.3 \cdot 107000 = 139000 \text{ кг} \cdot \text{см} - \text{максимальный пусковой} \quad (2.23)$$

$$M_{\text{мах}} = 2.5 \cdot M_{\text{нам}} = 2.5 \cdot 107000 = 267500 \text{ кг} \cdot \text{см} - \text{при остановке} \quad (2.24)$$

3.3 Максимальные напряжения кручения в сечениях вала:

Сечение цапфы, ослабленное шпонкой: $\psi_p = 412 \text{ см}^3$

Сечение из трубы 245x14:

$$\psi_p = 0.2 \cdot \delta^3 \cdot (1 - \alpha^4) = 0.2 \cdot 24.5^3 \cdot (1 - 0.866^4) = 1131 \text{ см}^3 \quad (2.25)$$

Сечение новой трубы 273x11: $\psi_p = 0.2 \cdot 27.3^3 \cdot (1 - 0.919^4) = 1161 \text{ см}^3$

Максимальные номинальные напряжения при остановке в цапфе, ослабленной шпонкой: [30]

$$T = \frac{M_{\text{нам}}}{\psi_p} = \frac{107000}{412} = 260 \text{ кг} / \text{см}^2 \langle [T] = 400 \text{ кг} / \text{см}^2 \quad (2.26)$$

Максимальные напряжения при остановке в цапфе, ослабленной шпонкой:

$$T_{\text{мах}} = \frac{267500}{412} = 649 \text{ кг} / \text{см}^2 \gg [T] = 400 \text{ кг} / \text{см}^2$$

Максимальное напряжение при остановке в трубе 245x14:

$$T_{max} = \frac{267500}{1131} = 236 \text{ кг/см}^2 \text{ [Т]}$$

Максимальное напряжение при остановке в трубе 273x11:

$$T_{max} = \frac{267500}{1161} = 230 \text{ кг/см}^2 \text{ [Т]}$$

Выводы:

1. при номинальной работе напряжения во всех сечениях вала не превышают допустимых;

2. трубу 245x14 можно заменить на трубу 273x11 12X18Н10Т при ремонте вала

3. сварной шов приварки трубы к цапфам должен быть равнопрочным с трубой

4. Максимально возможные касательные напряжения кручения при остановке вала в сечении цапфы, ослабленной шпонкой и галтелью, значительно превышают допустимые, находятся в области пластических деформаций, а значит со временем приведут к упрочнению сечения и к разрушению вала от усталостных трещин;

3 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ОБЪЕКТА

3.1 Технологическая характеристика объекта

Рабочее место аппаратчика дегазации полимера находится в операторной. В его обязанности входит : ведение технологического процесса дегазации полимера, прием и хранение сырья; отбор проб и проведения анализов; выдерживание параметров технологического режима : давление, уровней в аппаратах; контроль и регулирование технологического процесса по показаниям контрольно – измерительным приборам; пуск и остановка оборудования; обслуживание технологического оборудования, насосов; предупреждение и устранение причин нарушения норм технологического регламента, устранение неисправностей в работе оборудования; подготовка оборудования к ремонту, прием из ремонта; ведение записей в производственном журнале.[31]

Таблица 3.1 - Технологический паспорт объекта

Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, устройство, приспособление	Материалы, вещества
1	2	3	4	5
1 Приготовление стеарата калия	Загрузка стеариновой кислоты	Сменный грузчик	Цех погрузки	Стеариновая кислота в гранулах
	Подача концентрированной щелочи	Аппаратчик приготовления растворов	БК – 6	Концентрированная щелочь

Продолжение таблицы 3.1

1	2	3	4	5
Приготовление стеарата кальция	Стеарат калия	Аппаратчик приготовления растворов	БК – 6	Неонол, эвернокс, стеараткалия, хлорис тый кальций в гранулах
	Загрузка эвернокса			
	Подача неонола			
	Хлористый кальций			
Приготовление хлористого кальция	Загрузка хлористого кальция	Аппаратчик приготовления растворов	БК - 6	Хлористый кальций в гранулах, вода
	Подача воды			
Приготовление раствора разбавленной щелочи	Подача концентрированной щелочи	Аппаратчик приготовления растворов	БК - 6	Концентрированная щелочь, вода
	Подача воды			

3.2 Идентификация профессиональных рисков

Основные опасные факторы установки получения триизобутилалюминия путем очистки от шлама фильтрацией, являются: наличие больших объемов взрывопожароопасных веществ; наличие в производстве шлама, обладающего способностью быстро расслаиваться и забивать трубопроводы и аппараты; наличие открытого огня на установке сжигания отходов производства, является дополнительным фактором риска при возможной загазованности цеха, и обусловлены свойствами применяемых веществ, особенностями технологического процесса, а также особенностями используемого оборудования и условиями его эксплуатации (таб.3.2). [32]

Таблица 3.2 – Идентификация профессиональных рисков

Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и/или вредный производственный фактор	Источник опасного и/или производственного фактора
1	2	3
1 Загрузка стеариновой кислоты в гранулах	Повышенная запыленность на рабочем месте	БК – 6,люк бункера в отделении приготовления растворов;
2 Загрузка хлористого кальция	Повышенная запыленность на рабочем месте. Опасность травмирования от подвижных частей механизмов	Люк бункера отделения приготовления растворов БК -6,электротельфер для поднятия мешков с хлористым кальцием

Продолжение таблицы 3.2

1	2	3
3 Подача полимеризата	Повышенный уровень шума, опасность травмирования от подвижных частей механизма	Насос большой мощности

3.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

Обучение по охране труда проходят рабочие при подготовке к трудовой деятельности, при переподготовке в связи с изменением профиля профессии, при повышении квалификации. Рабочие, занятые на работах с повышенными требованиями безопасности, обучение и проверку знаний проходят ежегодно.[33]

Таблица 3.3 – Методы и средства снижения воздействия опасных и вредных производственных факторов (уже реализованных и дополнительно или альтернативно предлагаемых для реализации в рамках дипломного проекта)

Опасный и/или вредный производственный фактор	Организационные методы и технические средства защиты, снижение, устранения опасного и/или вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
1	2	3
Повышенная запыленность на рабочем месте	Принудительная вентиляция воздуха рабочей зоны	Спецодежда, спецобувь, респиратор, перчатки

Продолжение таблицы 3.3

Повышенная загазованность воздуха рабочей зоны	Принудительная вентиляция воздуха рабочей зоны	Спецодежда, спецобувь, респиратор, перчатки; беруши и прочие средства для защиты органов слуха
Повышенный уровень шума на рабочем месте	Нахождение на рабочем месте ограниченное количество времени	
Повышенный уровень вибрации	Нахождение на рабочем месте ограниченное количество времени	Дистанционное управление, автоматический контроль, сигнализация
Повышенный уровень статического электричества	Единый замкнутый контур защиты от статического электричества с заземлением	Диэлектрические средства защиты
Опасность травмирования от подвижных частей механизмов	Современные механизмы в которых вероятность травмирования сведена к минимуму	Ограждение подвижных частей машин и механизмов, средства индивидуальной защиты
Химические опасные и вредные производственные факторы	Принудительная вентиляция воздуха рабочей зоны	Средства индивидуальной защиты органов дыхания

3.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

3.4.1 Идентификация опасных факторов пожара

В зависимости от взрывоопасности применяемых продуктов и условий, при которых возможно образование взрывоопасных смесей, отделения цеха относятся к следующим классам и категориям взрыво- и пожароопасности (табл.3.4) [34]

Таблица 3.4 – Идентификация классов и опасных факторов пожара [35]

Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
1	2	3	4	5
Отделение дегазации полимера	Дегазаторы Л – 53, Л - 55	А	Пламя и искры; тепловой поток; вероятность взрыва повышенная температура окружающей среды; повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения; пониженная концентрация кислорода;	Осколки, части разрушившихся зданий, сооружений, строений, технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного оборудования. Токсичные вещества и материалы, попавшие в окружающую среду из разрушенных технологических установок, агрегатов, изделий и иного оборудования; воздействие огнетушащих
	Насосы Н - 79			

3.4.2 Разработка технических средств и организационных мероприятий по обеспечению пожарной безопасности технического объекта

Таблица 3.5 - Технические средства обеспечения пожарной безопасности [36]

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Стационарные установки систем пожаротушения	Средства пожарной автоматики	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	Пожарный инструмент (механизированный немеханизированный)	Пожарные сигнализация, связь и оповещение
1	2	3	4	5	6	7	8
Бак с песком, асбестовое полотно (кошма), вода. Огнетушитель	Мобильные огнетушители и на средствах передвижения типа ОУ-80, ОВП-70	Лафетный ствол	Датчики пламени, огня, дымовые датчики, установки автоматического	Стационарная установка водяного орошения	Автоматические дыхательные аппараты типа АДА-2, термокостюм	Лопата, ведро, багор, топор. Пожарный гидрант,	Первичные пожарные извещатели, аппараты телефонные взрывозащитные

Продолжение таблицы 3.5

1	2	3	4	5	6	7	8
углекислотный			пожаротушения				

3.4.3 Организационные (организационно-технические) мероприятия по предотвращению пожара

Директора заводов, начальники цехов, руководители строительных подразделений на закрепленных за ними территориях обязаны поддерживать чистоту, порядок, производить регулярно очистку и уборку территорий, ко всем зданиям и сооружениям должны обеспечивать свободный доступ, а также очистку кустарников и деревьев и уход за ними.[37]

На закрепленных территориях должны производиться силами подразделений:

- расчистка проходов и пожарных гидрантов от снега и наледей;
- организация пропуска талых и ливневых вод;
- регулярная уборка территорий и поддержания постоянной чистоты.

Держание в исправном состоянии подземных и наземных сетей связи и водоснабжения;

-весеннее рыхление почвы, посев и посадка, насаждений по указаниям хозяйственного цеха и совместно с ними;

-покос травы и удаление высокорослой сухой травы и древесной поросли;

-организация полива зеленых насаждений в порядке оказания помощи работникам хозяйственного цеха;

-сгребание опавшей листвы, сухой травы, окапывание деревьев осенью.

Противопожарные мероприятия.[38]

Особую опасность представляет триизобутилалюминий, который при контакте с воздухом мгновенно самовоспламеняется, разлагается с тепловыделением и образованием изобутилена, рост давления которого в закрытом сосуде может привести к взрыву.

Пожарно-профилактический режим заключается в проведении мероприятий, предотвращающих вспышки, пожары и взрывы. Нарушение противопожарного режима, т.е. неосторожное обращение с огнем, отклонение от установленного технологического режима, может быть причиной

возникновения пожаров и взрывов и всех связанных с ним тяжелых последствий. [39]

Таблица 3.6 - Организационные (организационно-технические) мероприятия по предотвращению пожара [40]

Наименование технологического процесса, оборудование технического объекта	Наименование видов реализуемых (организационно-технических мероприятий)	Предъявляемые требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты
1	2	3
Узел переработки жидких производственных отходов	Организация фиксированного учета хранения и переработки жидких отходов. Организация обучения персонала правилам пожарной безопасности, разработка инструкций о порядке обращения с пожароопасными веществами и материалами. Размещение наглядного пособия в общедоступных	Определены места складирования отходов, бытового мусора. Определены и оборудованы места для курения. Разработка плана эвакуации персонала при пожаре. Организован порядок уборки и утилизации горючих отходов и хранения промасленной спецодежды. Организован порядок отключения

Продолжение таблицы 3.6

1	2	3
	<p>местах. Проведение учебных тревог согласно плану.</p>	<p>электроэнергии оборудования в случае возникновения пожара.</p> <p>Разработка плана локализации и ликвидации пожара.</p> <p>Определен порядок и сроки прохождения противопожарного инструктажа</p>

Таблица 3.7 – Идентификация экологических факторов технического объекта[41]

<p>Наименование технического объекта, технологического процесса</p>	<p>Структурные составляющие технического объекта, технологического процесса (производственного здания или сооружения по функциональному назначению, технологические операции, оборудование), энергетическая установка</p>	<p>Воздействие технического объекта на атмосферу (вредные и опасные выбросы в окружающую среду)</p>	<p>Воздействие технического объекта на гидросферу (образующие сточные воды, забор воды из источников водоснабжения)</p>	<p>Воздействие технического объекта на литосферу (почву, растительный покров, недра) (образование отходов, выемка плодородного слоя почвы, нарушение и загрязнение растительного покрова и т.д.)</p>
1	2	3	4	5

Продолжение таблицы 3.7

1	2	3	4	5
1 Приготовление стеарата калия	Загрузка стеариновой кислоты	В данном аппарате вредным веществом выбрасываемым в атмосферу является пыль стеариновой кислоты.		Вредное воздействие на литосферу отсутствует
2 Изопентан Изобутилен		Пары изопентана: Суммарный объем отходящих газаов 6300 нм3/час; ПДК – 100 мг/м3. Допустимое количество нормируемых компонентов вредных веществ – 0,016003г/сек		Вредное воздействие на литосферу отсутствует

Продолжение таблицы 3.7

		<p>Пары изобутилена</p> <p>Суммарный объем отходящих газов 11592 нм3/час</p> <p>Изобутилен: ПДК – 10 мг/м3; допустимое количество нормируемых компонентов вредных веществ – 0,050908 г/сек</p>		
3 Изопрен		<p>ПДК – 0,5 мг/м3; допустимое количество нормируемых компонентов вредных веществ – 0,083956 г/сек</p>		

3.5 Разработанные организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия технического объекта на окружающую среду

Таблица 3.8 – Разработанные организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия технического объекта на окружающую среду[42]

Наименование технического объекта	Отделение очистки триизобутилалюминия от механических примесей
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу	Выбросы в атмосферу возможны при разгерметизации оборудования, а также при нормальном ведении технологического процесса (стравливание, дыхательные линии). Чтобы избежать разгерметизации оборудования нужно строго соблюдать нормы технологического режима. Во втором случае стравливание в атмосферу со всего емкостного оборудования происходит через гидрозатвор с улавливанием вредных веществ.
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу	Все жидкие отходы на производстве собираются в сборник и в последствии сжигаются в печи сжигания жидких отходов, а то, что не подлежит сжиганию отправляется на очистные сооружения.
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу	По возможности уменьшить вероятность разливов продукта, а в случае разлива локализовать и утилизировать вредные вещества путем нейтрализации их негативных свойств. Своевременный вывоз бытовых отходов. Защита земляного покрова путем нанесения слоя бетона.

Заключение по разделу «Безопасность и экологичность технического объекта»

Анализ вышеприведённых данных показывает, что производство обеспечено необходимыми средствами очистки всевозможных выбросов, средствами противопожарной безопасности, взрывозащитными приспособлениями и устройствами.

Оно обеспечено средствами защиты от поражения молнией, системами, обеспечивающими электробезопасность оборудования. На случай аварийной ситуации, производство снабжено различными автоматическими блокировками. Все работники обеспечены необходимыми средствами индивидуальной защиты. Поэтому, можно сделать вывод, что производство отвечает всем существующим стандартам и нормативам в области экологии и охраны труда.

1. В разделе «Безопасность и экологичность технического объекта» приведена характеристика технологического процесса дегазации полимеризата, перечислены технологические операции, должности работников, производственно-техническое и инженерно-техническое оборудование, применяемые сырьевые технологические и расходные материалы, комплектующие изделия и производимые изделия (таблица 3.1).

2. Проведена идентификация профессиональных рисков по осуществляемому технологическому процессу дегазации полимера, выполняемым технологическим операциям, видам производимых работ. В качестве опасных и вредных производственных факторов идентифицированы следующие: повышенная запыленность на рабочем месте, повышенная загазованность воздуха рабочей зоны, повышенный уровень шума, повышенный уровень вибрации, повышенный уровень статического электричества, опасность травмирования от подвижных частей механизмов, повышенная или пониженная температура воздуха (таблица 3.2)

3. Разработаны организационно-технические мероприятия, включающие

технические устройства снижения профессиональных рисков, а именно: принудительная вентиляция, единый замкнутый контур защиты от статического электричества с заземлением, ограничение времени нахождения на рабочем месте. Подобраны средства индивидуальной защиты для работников (таблица 3.3).

4. Разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности технического объекта. Проведена идентификация класса пожара и опасных факторов пожара и разработка средств, методов и мер обеспечения пожарной безопасности (таблица 3.4). Разработаны средства, методы и меры обеспечения пожарной безопасности (таблица 3.5). Разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности на техническом объекте (таблица 3.6).

5. Идентифицированы экологические факторы (таблица 3.7) и разработаны мероприятия по обеспечению экологической безопасности на техническом объекте (таблица 3.8).

4 ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ОПТИМИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА БУТИЛКАУЧУКА

4.1 Описание производства и маркетинговый анализ

Реконструкция мешалки в дегазаторе первой ступени с внедрением нового оборудования позволила получать продукт высокой степени чистоты, а также сократить потери целевого продукта в процессе очистки. Что с экономической точки зрения привело к увеличению производительности установки, к увеличению количества рынков сбыта готовой продукции и получению дополнительной прибыли. [43]

Для реализации проекта, необходимо произвести выбор оборудования. Для этого мы производим маркетинговый анализ.

Таблица 4.1 – Сравнительные характеристики предлагаемых аналогов лопасти

Производитель	Срок поставки	Гарантия	Материал	Комплектация	Цена
ООО «ППК» «СДМ»	30 дней	1 год	Ст.3 AISI316L (для агрессивных сред)	В комплекте вал	590035
ООО «БМТ»	От 30 дней	3 года	Ст.2 X3X17H14M3	В комплекте вал и редуктор	680600
Завод металлоконструкций «ЮВС»	От 10 до 25 дней	5 лет	Ст.2 X3X17H14M3	-	103680

На основании сравнения технических и стоимостных показателей, принимаем в качестве поставщика лопасти завод металлоконструкций «ЮВС». Дополнительным критерием обоснования выбора служат короткий срок поставки оборудования и срок гарантии.

4.2 Расчет годовой производственной мощности цеха

Описание производства:

Установка дегазации полимеризата предназначена для получения бутилкаучука. Краткая характеристика базового и проектного варианта отображена в таблице 4.2.

Таблица 4.2 - Краткая характеристика сравниваемых вариантов

Базовый вариант	Проектный вариант
В настоящее время производительность установки 53000 т/г.	В проектном варианте увеличение производительности установки до 60000 т/г.

Производственная мощность определяется по формуле [44]

$$M_z = Q_{\text{час}} \cdot \Phi_{\text{эф}}, \quad (4.1)$$

где $Q_{\text{час}}$ – часовая производительность аппарата, т/час;

$\Phi_{\text{эф}}$ – эффективный фонд времени работы оборудования в год, час,

$$M_{\text{баз}} = 6.300 \cdot 8400 = 53000 \frac{т}{год};$$

$$M_{\text{проект}} = 7.150 \cdot 8400 = 60000 \frac{т}{год};$$

Эффективный фонд времени работы оборудования определяется по формуле.[45]

$$\Phi_{эф} = (D_k - D_{рем}) \cdot 24; \quad (4.2)$$

$$\Phi_{эф} = (365 - 15) \cdot 24 = 8400,$$

где D_k – календарная продолжительность работы оборудования в год, сут;

$D_{рем}$ – простои оборудования в год, сут.,

Результаты расчётов по базовому и проектному варианту сводятся в таблицу 4.3.

Таблица 4.3 - Результаты расчётов по базовому и проектному варианту

Показатели	Количество	
	Базовое	Проектное
1. Календарная продолжительность года, сут.	365	365
2. Плановые простои оборудования, сут.	15	15
3. Эффективное время работы оборудования, сут.	350	350
4. Эффективное время работы оборудования, час.	8400	8400
5. Часовая производительность оборудования, т/час.	6.300	7.150
6. Годовая производственная мощность, т/год.	53000	53000

4.3 Расчёт капитальных вложений (инвестиций) в производственное оборудование

Капитальные вложения – это единовременные затраты, необходимые для осуществления организационно-технических мероприятий по внедрению в производство новой или совершенствованию существующей техники, направленные на повышение его эффективности.

Капитальные затраты, связанные с реализацией проекта, рассчитываются в соответствии с вариантом выданного задания:

- затраты на приобретение вновь вводимого оборудования;
- затраты на демонтаж старого оборудования; и монтаж вновь вводимого оборудования;
- затраты на дополнительные производственные площади (если дополнительные площади требуются);
- затраты на модернизацию оборудования.[46]

Прямые капитальные вложения в основное технологическое оборудование приведены в таблице 4.4

Таблица 4.4 - Стоимость внедряемого оборудования

Наименование оборудования	Кол-во	Стоимость оборудования, руб.		Амортизация	
		за ед.	всего	%	руб.
Лопасть	1	103680	103680	6,7	6946.56
Итого		103680	103680		6946.56

4.4 Сопутствующие капитальные вложения

Часовая заработная плата инженера-проектировщика

$$Z_{\text{час}} = \frac{O_{\text{к}}}{168} = \frac{20800}{168} = 123.8 \frac{\text{руб}}{\text{час}}, \quad (4.3)$$

где $O_{\text{к}}$ - размер оклада инженера-проектировщика, руб.

Затраты на проектирование:

$$K_{\text{пр}} = T_{\text{пр}} \cdot Z_{\text{час}} = 560 \cdot 123.8 = 69328 \text{ руб.}, \quad (4.4)$$

где $T_{\text{пр}} = 560$ – трудоемкость проектирования техники, технологии, ч;

$Z_{\text{час}}$ - часовая заработная плата инженера-проектировщика, руб./ч.

3) Затраты на доставку и монтаж (демонтаж) оборудования, обвязку трубопроводами, оснащение КИП:

а) доставка 2% от стоимости оборудования $K_{\text{дост}} = 0.02 \cdot 103680 = 2073.6 \text{ руб.};$

б) монтаж оборудования $K_{\text{монт}} = 0.10 \cdot 103680 = 10368 \text{ руб.};$

в) обвязка трубопроводами $K_{\text{труб}} = 0.08 \cdot 103680 = 8294.4 \text{ руб.};$

г) оснащение КИП $K_{\text{кип}} = 0.03 \cdot 103680 = 3110.4 \text{ руб.};$

д) пуско-наладочные работы $K_{\text{пн}} = 0.02 \cdot 103680 = 2073.6 \text{ руб.};$

е) демонтаж старого оборудования $K_{\text{дем}} = 0.03 \cdot 103680 = 3110.4 \text{ руб.};$

Сопутствующие капитальные затраты на оборудование:[47]

$$\begin{aligned} K_{\text{пр}} + K_{\text{об}} + K_{\text{дост}} + K_{\text{монт}} + K_{\text{труб}} + K_{\text{кип}} + K_{\text{пн}} + K_{\text{дем}} &= \\ &= 69328 + 103680 + 2073.6 + 10368 + \\ &+ 8294.4 + 3110.4 + 2073.6 + 3110.4 = 202038.4 \text{ руб.}, \end{aligned} \quad (4.5)$$

где $K_{\text{пр}}$ - затраты на проектирование, руб.;

$K_{об}$ - стоимость оборудования, руб.;

$K_{дост}$ - доставка оборудования, руб.;

$K_{монт}$ - монтаж оборудования, руб.;

$K_{труб}$ - обвязка трубопроводами оборудования, руб.;

$K_{кип}$ - оснащение КИП оборудования, руб.;

$K_{пн}$ - пуско-наладочные работы, руб.;

$K_{дем}$ - демонтаж старого оборудования, руб.

4.5 Расчет себестоимости продукции

Изготовление продукции на предприятии сопровождается рядом затрат, совокупность которых образует ее себестоимость. Себестоимость продукции включает в себя производственные и непроизводственные затраты.

Производственные затраты связаны непосредственно с изготовлением продукции. Они делятся на прямые (относящиеся на конкретный вид продукции) и косвенные (связанные с управлением и обслуживанием производства).

Непроизводственные затраты включают расходы на научные исследования, на рекламу, транспортировку и другие виды продвижения продукции к потребителю.

Структура затрат в себестоимости продукции позволяет определить основные направления ее снижения.

В выпускной квалификационной работе рассчитывается себестоимость годового выпуска продукции в расчете на 1 тонну. Расчет ведется по базовому и проектному вариантам по каждой статье затрат. [48]

4.5.1 Затраты на сырье, полуфабрикаты, основные и вспомогательные материалы

Годовой расход каждого вида сырья, полуфабрикатов, основных и вспомогательных материалов рассчитываем по формуле:[49]

$$P_{\Gamma} = P_{\text{час}} \cdot \Phi_{\text{эф}}, \quad (4.6)$$

где P_{Γ} – годовой расход каждого вида сырья, полуфабрикатов, основных и вспомогательных материалов, т/год;

$P_{\text{час}}$ – часовой расход каждого вида сырья, полуфабрикатов, основных и вспомогательных материалов, т/час;

$\Phi_{\text{эф}}$ – эффективное время работы оборудования, час.

Подача полимеризата в жидком виде:

$$\text{Базовый расход } P_r = 50 \cdot 8400 = 420000 \frac{m}{\text{год}};$$

$$\text{Проектный расход } P_r = 50 \cdot 8400 = 420000 \frac{m}{\text{год}}.$$

Расход на 1 тонну конечной продукции каждого вида сырья, полуфабрикатов, основных и вспомогательных материалов рассчитываем по формуле:

$$P_{1T} = \frac{P_r}{M_r}. \quad (4.7)$$

$$\text{Базовый расход } P_{1m} = \frac{420000}{53000} = 7.9 \frac{m}{t};$$

$$\text{Проектный расход } P_{1m} = \frac{420000}{60000} = 6.99 \frac{m}{t}.$$

Затраты на каждый вид сырья, полуфабрикатов, основных и вспомогательных материалов, необходимых для изготовления 1 тонны конечной продукции:

$$Z_{1T} = P_{1T} \cdot C_1, \quad (4.8)$$

где C_1 – цена за единицу измерения.

$$\text{Базовые затраты } Z_{1T} = 7.9 \cdot 210000 = 1659000 \text{ руб.};$$

$$\text{Проектные затраты } Z_{1T} = 6.99 \cdot 210000 = 1467900 \text{ руб.}$$

Изопрен (собственное производство)

$$\text{Базовый расход } P_r = 0.0312 \cdot 8400 = 262.08 \frac{m}{\text{год}};$$

$$\text{Проектный расход } P_r = 0.0312 \cdot 8400 = 262.08 \frac{m}{год};$$

$$\text{Базовый расход } P_{1r} = \frac{262.08}{53000} = 0.0049 \frac{m}{год};$$

$$\text{Проектный расход } P_{1r} = \frac{262.08}{60000} = 0.0043 \frac{m}{год};$$

$$\text{Базовые затраты } Z_{1r} = 0.0049 \cdot 61500 = 301.35 \text{ руб.};$$

$$\text{Проектные затраты } Z_{1r} = 0.0043 \cdot 61500 = 264.45 \text{ руб.}$$

Изопентан

$$\text{Базовый расход } P_r = 0.052 \cdot 8400 = 436.8 \frac{m}{год};$$

$$\text{Проектный расход } P_r = 0.052 \cdot 8400 = 436.8 \frac{m}{год};$$

$$\text{Базовый расход } P_{1r} = \frac{436.8}{53000} = 0.0082 \frac{m}{m};$$

$$\text{Проектный расход } P_{1r} = \frac{436.8}{60000} = 0.0072 \frac{m}{m};$$

$$\text{Базовые затраты } Z_{1r} = 0.0082 \cdot 33500 = 274.7 \text{ руб.};$$

$$\text{Проектные затраты } Z_{1r} = 0.0072 \cdot 33500 = 241.2 \text{ руб.}$$

Хлористый этил

$$\text{Базовый расход } P_r = 0.015 \cdot 8400 = 126 \frac{m}{год};$$

$$\text{Проектный расход } P_r = 0.015 \cdot 8400 = 126 \frac{m}{год};$$

$$\text{Базовый расход } P_{1r} = \frac{126}{53000} = 0.0023 \frac{m}{m};$$

$$\text{Проектный расход } P_{1r} = \frac{126}{60000} = 0.002 \frac{m}{m};$$

Базовые затраты $Z_{1r} = 0.0023 \cdot 23000 = 52.9 \text{ руб.}$;

Проектные затраты $Z_{1r} = 0.002 \cdot 23000 = 46 \text{ руб.}$

Пар

Базовый расход $P_r = 5.53 \cdot 8400 = 46452 \frac{m}{год}$;

Проектный расход $P_r = 5.53 \cdot 8400 = 46452 \frac{m}{год}$;

Базовый расход $P_{1r} = \frac{46452}{53000} = 0.87 \frac{m}{m}$;

Проектный расход $P_{1r} = \frac{46452}{60000} = 0.77 \frac{m}{m}$;

Базовые затраты $Z_{1r} = 0.87 \cdot 830 = 722.1 \text{ руб.}$;

Проектные затраты $Z_{1r} = 0.77 \cdot 830 = 639.1 \text{ руб.}$

Затраты на энергоносители и электрическую энергию

Годовой расход электроэнергии рассчитываем по формуле:

$$P_{\text{э-эГ}} = \frac{\Sigma M_{\text{дв}} \cdot k_{\text{зв}} \cdot k_{\text{зм}} \cdot \Phi_{\text{ЭФ}}}{\eta_{\text{дв}} \cdot \eta_{\text{с}}}, \quad (4.9)$$

где $\Sigma M_{\text{дв}}$ – суммарная мощность электродвигателей;

$k_{\text{зв}}$ – коэффициент загрузки электродвигателей по времени = 0,8;

$k_{\text{зм}}$ – коэффициент загрузки электродвигателей по мощности = 0,75;

$\eta_{\text{дв}}$ – коэффициент полезного действия электродвигателей = 0,85;

$\eta_{\text{с}}$ – коэффициент полезного действия электросети завода = 0,9.

Базовый годовой расход

$$P_{\text{э-э}} = \frac{40 \cdot 0.8 \cdot 0.87 \cdot 8400}{0.85 \cdot 0.9} = 305694.1 \text{ кВт};$$

Проектный годовой расход

$$P_{\text{э-э}} = \frac{38 \cdot 0.8 \cdot 0.87 \cdot 8400}{0.85 \cdot 0.9} = 290409.4 \text{ кВт}.$$

Расход электроэнергии на одну тонну продукции:

$$P_{\text{э-э1T}} = \frac{P_{\text{э-э Г}}}{M_{\text{Г}}}. \quad (4.10)$$

Базовый расход $P_{\text{э-э1T}} = \frac{305694.1}{53000} = 5.76 \text{ кВт};$

Проектный расход $P_{\text{э-э1T}} = \frac{290409.4}{60000} = 4.84 \text{ кВт};$

Затраты на электрическую энергию, необходимую для изготовления 1 тонны конечной продукции, рассчитываем по формуле:

$$Z_{\text{э-э1T}} = P_{\text{э-э1T}} \cdot Ц_{\text{э-э}}, \quad (4.11)$$

где $Ц_{\text{э-э}}$ – цена электроэнергии, руб./кВт·час.

Базовые затраты $P_{\text{э-э1T}} = 5.76 \cdot 2.2 = 12.672;$

Проектные затраты $P_{\text{э-э1T}} = 4.84 \cdot 2.2 = 10.648.$

4.6 Организация труда рабочих

На установке производства бутилкаучука производственная работа организована двумя часовыми сменами по четырехбригадному методу, так как на предприятии непрерывное производство (таблица 4.5).[50]

Таблица 4.5 - Четырехбригадный график сменности

Дни/ часы	Дни месяца															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		17	18	19	20
С 7 до 19	А	Б	В	Г	А	Б	В	Г	А	Б	В	Г	А	Б	В	Г
С 19 до 7	Б	В	Г	А	Б	В	Г	А	Б	В	Г	А	Б	В	Г	А
Вых одны е	В	Г	А	Б	В	Г	А	Б	В	Г	А	Б	В	Г	А	Б
	Г	А	Б	В	Г	А	Б	В	Г	А	Б	В	Г	А	Б	В

Номинальный годовой фонд времени одного рабочего:

$$\Phi_{np} = (D_k - D_{np} - D_{вых}) \cdot T_{см} - D_{пред} \cdot T_{сок} = (365 - 14 - 104) \cdot 8 - 6 \cdot 1 = 1970 \text{ ч},$$

(4.12)

где D_k – количество календарных дней в году, дн;

D_{np} – количество праздничных дней в году, дн;

$D_{вых}$ – количество выходных дней, дн;

$T_{см}$ – продолжительность рабочей смены, ч;

$D_{пред}$ – количество предпраздничных дней, дн;

$T_{сок}$ – время, на которое сокращается предпраздничный день, ч.

Действительный фонд рабочего времени одного рабочего:

$$\Phi_{op} = \frac{D_k \cdot T_{дсм}}{2} = \frac{365 \cdot 12}{2} = 2190 \text{ ч}, \quad (4.13)$$

где D_k – количество календарных дней в году, дн;

$T_{дсм}$ – действительная продолжительность смены, ч.

Количество часов переработки сверх нормы рабочего времени:

$$\Phi_{пер} = \Phi_{др} - \Phi_{нр} = 2190 - 1970 = 220 \text{ ч.}, \quad (4.14)$$

где $\Phi_{др}$ – действительный фонд рабочего времени одного рабочего, ч;

$\Phi_{нр}$ – номинальный годовой фонд времени одного рабочего, ч.

Действительный эффективный фонд времени одного рабочего:

$$\Phi_{эдр} = \Phi_{др} \cdot \left(1 - \frac{B_o}{100}\right) = 2190 \cdot \left(1 - \frac{12}{100}\right) = 1927,2 \text{ ч.}, \quad (4.15)$$

где $\Phi_{др}$ – действительный фонд рабочего времени одного рабочего, ч;

B_o – планируемый процент времени на отпуск рабочих, болезни, %.

Коэффициент подмены:

$$K_{подм} = \frac{\Phi_{др}}{\Phi_{эдр}} = \frac{2190}{1927,2} = 1,136 \text{ ч.}, \quad (4.16)$$

где $\Phi_{др}$ – действительный фонд рабочего времени одного рабочего, ч;

$\Phi_{эдр}$ – действительный эффективный фонд времени одного рабочего, ч.

Списочная численность:

$$Ч_{сп} = K_{подм} \cdot Ч_{я} = 1,136 \cdot 2 = 3 \text{ чел.}, \quad (4.17)$$

где $K_{подм}$ – коэффициент подмены;

$Ч_{я}$ – явочное число рабочих в сутки, чел.

Аналогично формуле (4.17) рассчитываем списочную численность для остальных рабочих. Результаты заносим в таблицу 4.6

Таблица 4.6 - Штаты рабочих цеха

Состав Бригады	Раз- ряд	Явочное число рабочих	Коэффи- циент	Списочная численность
-------------------	-------------	--------------------------	------------------	--------------------------

		в смену	в сутки	подмены	рабочих в бригаде
1Производственные рабочие	6	1	2	1.136	3
1.1 аппаратчик	6	1	2	1.136	3
1.2 слесарь	6	1	2	1.136	3
1.3 электрик	6	1	2	1.136	3
1.4 слесарь КИПиА	6	1	2	1.136	3
2Дежурный персонал	6	1	2	1.136	3
2.1 дежурный слесарь					
Итого		5	10		15

Расчет численности ИТР показываем в таблице 4.7

Таблица 4.7 - Расчет численности ИТР

Наименование должностей	Количество штатных единиц	Должностной оклад
Начальник цеха	1	50000
Заместитель начальника цеха	1	35000
Мастер смены	4	30000
Технолог	1	35000

4.6.1 Заработная плата рабочих

Тарифная ставка рабочего 6 – го разряда:

$$T_{ст.6.раз} = 136 \frac{руб}{час}$$

Оплата по тарифу:

$$Z_{тар} = T_{ст.6.раз} \cdot \Phi_{эфр} \cdot УЧ_{сн} = 136 \cdot 1927.2 \cdot 15 = 3931488 \text{ руб.}, \quad (4.18)$$

где $T_{ст.6.раз}$ – тарифная ставка рабочего 6 – го разряда, руб./час;

$\Phi_{эфр}$ – действительный эффективный фонд времени одного рабочего, ч;

$УЧ_{сн}$ – списочная численность рабочих, чел.

Расчет премии:

$$Z_{прем} = Z_{тар} \cdot K_{прем} = 3931488 \cdot 0.2 = 786297.6 \text{ руб.}, \quad (4.19)$$

где $Z_{тар}$ – оплата по тарифу, руб;

$K_{прем}$ – коэффициент премирования.

Доплата за работу в праздничные дни:

$$Z_{праз} = T_{ст.6.раз} \cdot t_{см} \cdot n_{см} \cdot Ч_{я} \cdot D_{пр} = 136 \cdot 12 \cdot 2 \cdot 15 \cdot 14 = 685440 \text{ руб.}, \quad (4.20)$$

где $T_{ст.6.раз}$ – тарифная ставка рабочего 6 – го разряда, руб./час;

$t_{см}$ – продолжительность смены, ч;

$n_{см}$ – число смен в сутки,

$Ч_{я}$ – явочное число рабочих в смену, чел;

$D_{пр}$ – количество праздничных дней в году, дн.

Доплата за работу в ночное время:

$$Z_{ноч} = Z_{тар} \cdot \frac{1 + K_{н}}{3} = 3931488 \cdot \frac{1 + 0.3}{3} = 1703644.8 \text{ руб.}, \quad (4.21)$$

где $Z_{тар}$ – оплата по тарифу, руб.;

$K_{н}$ – коэффициент доплат за работу в ночное время.

Основной фонд заработной платы:

$$Z_{осн} = Z_{тар} + Z_{прем} + Z_{праз} + Z_{ноч} = 3931488 + 786297.6 +$$

$$+685440 + 1703644.8 = 7106870.4 \text{ руб.}, \quad (4.22)$$

где $Z_{\text{тар}}$ - оплата по тарифу, руб.;

$Z_{\text{прем}}$ - премия, руб.;

$Z_{\text{праз}}$ - доплата за работы в праздничные дни, руб.;

$Z_{\text{ноч}}$ - доплата за работы в ночное время, руб.

Оплата дней отпуска:

$$Z_{\text{отп}} = Z_{\text{осн}} \cdot \frac{\Phi_{\text{др}} - \Phi_{\text{эдр}}}{\Phi_{\text{эдр}}} = 7106870,4 \cdot \frac{2190 - 1927,2}{1927,2} = 969118,7 \text{ руб.}, \quad (4.23)$$

где $Z_{\text{осн}}$ - основной фонд заработной платы, руб.;

$\Phi_{\text{др}}$ - действительный фонд рабочего времени одного рабочего, ч;

$\Phi_{\text{эдр}}$ - действительный эффективный фонд времени одного рабочего, ч.

Оплата ученических отпусков:

$$Z_{\text{уч}} = Z_{\text{осн}} \cdot \frac{T_{\text{уч}}}{\Phi_{\text{эдр}}} = 7106870,4 \cdot \frac{21}{1927,2} = 77441 \text{ руб.}, \quad (4.24)$$

где $Z_{\text{осн}}$ - основной фонд заработной платы, руб.;

$T_{\text{уч}}$ - продолжительность ученического отпуска, дн;

$\Phi_{\text{эдр}}$ - действительный эффективный фонд времени одного рабочего, ч.

Оплата выполнения государственных обязанностей:

$$Z_{\text{гос}} = Z_{\text{осн}} \cdot \frac{T_{\text{гос}}}{\Phi_{\text{эдр}}} = 7106870,4 \cdot \frac{1}{1927,2} = 3687,7 \text{ руб.}, \quad (4.25)$$

где $Z_{\text{осн}}$ - основной фонд заработной платы, руб.;

$T_{\text{гос}}$ - время выполнения гос.обязанностей, дн;

Дополнительный фонд заработной платы:

$$Z_{доп} = Z_{отп} + Z_{уч} + Z_{зос} = 969118.7 + 77441 + 3687.7 = 1050247.4 \text{ руб.}, \quad (4.26)$$

где $Z_{отп}$ - оплата дней отпуска, руб.;

$Z_{уч}$ - оплата ученических отпусков, руб.;

$Z_{зос}$ - оплата выполнения государственных обязанностей

Годовой фонд заработной платы:

$$Z_{год} = Z_{осн} + Z_{доп} = 7106870.4 + 1050247.4 = 8157117.8 \text{ руб.}, \quad (4.27)$$

где $Z_{осн}$ - основной фонд заработной платы, руб.;

$Z_{доп}$ – дополнительный фонд заработной платы, руб.

Социальные отчисления:

$$CO = Z_{год} \cdot K_c = 8157117.8 \cdot 0.3 = 2447135.3 \text{ руб.}, \quad (4.28)$$

где $Z_{год}$ - годовой фонд заработной платы, руб.;

K_c – коэффициент отчисления (30%).

4.6.2 Расчет годового фонда заработной платы ИТР

Основная заработная плата: []51

$$Z_{годИТР} = T_{окл} \cdot 12 \cdot Ч_{спИТР} = 50000 \cdot 12 \cdot 1 + 35000 \cdot 122 + 30000 \cdot 12 \cdot 4 = 2880000 \text{ руб.}, \quad (4.29)$$

где $T_{окл}$ – оклад, руб.;

12 – количество месяцев в году;

$Ч_{спИТР}$ – число ИТР, чел.

Аналогично формуле (4.19) рассчитываем премию. Она начисляется в зависимости от процента ($P = 20\%$) по премиальному положению ИТР.

$$Z_{\text{прем}} = 2880000 \cdot 0.2 = 576000 \text{ руб.}$$

Доплата за работу в праздничные дни:

$$Z_{\text{праз}} = \frac{T_{\text{окл}}}{176 \cdot t_{\text{см}} \cdot n_{\text{см}} \cdot Ч_{\text{я}} \cdot D_{\text{пр}}} = \frac{50000}{176 \cdot 8 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 14} + \frac{35000}{176 \cdot 8 \cdot 1 \cdot 2 \cdot 14} + \frac{30000}{176 \cdot 12 \cdot 2 \cdot 4 \cdot 14} = 305454.5 \text{ руб.}, \quad (4.30)$$

где $T_{\text{окл}}$ – оклад, руб.;

176 – количество рабочих часов в месяц ИТР;

$t_{\text{см}}$ – продолжительность смены, ч;

$n_{\text{см}}$ – число смен в сутки,

$Ч_{\text{я}}$ – явочное число рабочих в смену, чел;

$D_{\text{пр}}$ – количество праздничных дней в году, дн.

Аналогично по формулам (4.21) – (4.28) рассчитываем для ИТР.

Доплата за работу в ночное время:

$$Z_{\text{ноч}} = 2880000 \cdot \frac{1+0.3}{4} = 936000 \text{ руб.}$$

Основной фонд заработной платы:

$$Z_{\text{осн}} = 2880000 + 576000 + 305454.5 + 936000 = 4697454.5 \text{ руб.}$$

Дополнительный фонд заработной платы:

$$Z_{\text{доп}} = Z_{\text{осн}} \cdot K_{\text{доп}} = 4697454.5 \cdot 0.09 = 422770.9, \quad (4.31)$$

где $K_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы;

Расчет годового фонда заработной платы И.Т.Р.:

$$Z_{год} = Z_{осн} + Z_{дон} = 4697454.5 + 422770.9 = 5120225.4 \text{ руб.}$$

Социальные страховые взносы:

$$CO = Z_{год} \cdot K_c = 5120225.4 \cdot 0.3 = 1536067.6 \text{ руб.}$$

Результаты сводим в таблицу 4.8

Таблица 4.8 - Расчет фонда заработной платы рабочих цеха

Группа Рабочих	Численность рабочих	Оплата	Доплата			Основной фонд заработной платы	Дополнительная заработная плата	Годовой фонд заработной платы	Социальные страховые взносы
			Премия	Праздничные	Ночная смена				
1Производственные рабочие	15	3931488	786297.6	685440	1703644.8	7106870.4	1050247.4	8157117.8	2447135.3
2 ИТР	7	2880000	576000	305454.5	936000	4697454.5	422770.9	5120225.4	1536067.6
Итого	22	6811488	1362297.6	990894.5	2639644.8	11804324.9	1473018.3	13277343.2	3983202.9

4.7 Расчёт себестоимости продукции

Расчёт себестоимости продукции проект

Основная заработная плата рабочим на 1 тонну продукции:

$$Z_{осн.уд} = \frac{Z_{осн}}{M} = \frac{11804324.9}{60000} = 196.7 \text{ руб.},$$

(4.32)

где $Z_{осн}$ - основной фонд заработной платы, руб.;

M - годовая мощность производства, т/год.

Дополнительная заработная плата рабочим на 1 тонну продукции:

$$Z_{доп.уд} = \frac{Z_{доп}}{M} = \frac{1473018.3}{60000} = 24.5 \text{ руб.}, \quad (4.33)$$

где $Z_{доп}$ - дополнительный фонд заработной платы, руб.;

M - годовая мощность производства, т/год.

Социальные страховые взносы на продукцию:

$$CO_{уд} = \frac{CO_{уд}}{M} = \frac{3983202.9}{60000} = 66.38 \text{ руб.}, \quad (4.34)$$

где CO – социальные страховые взносы, руб.;

M - годовая мощность производства, т/год.

Расчёт себестоимости продукции база

Основная заработная плата рабочим на 1 тонну продукции:

$$Z_{осн.уд} = \frac{Z_{осн}}{M} = \frac{11804324.9}{53000} = 222.7 \text{ руб.}, \quad (4.35)$$

где $Z_{осн}$ - основной фонд заработной платы, руб.;

M - годовая мощность производства, т/год.

Дополнительная заработная плата рабочим на 1 тонну продукции:

$$Z_{\text{доп.год.}} = \frac{Z_{\text{доп.}}}{M} = \frac{1473018.3}{53000} = 27.79 \text{ руб.}, \quad (4.36)$$

где $Z_{\text{доп.}}$ - дополнительный фонд заработной платы, руб.;

M - годовая мощность производства, т/год.

Социальные страховые взносы на продукцию:

$$CO_{\text{год}} = \frac{CO_{\text{год}}}{M} = \frac{3983202.9}{53000} = 75.1 \text{ руб.}, \quad (4.37)$$

где CO – социальные страховые взносы, руб.;

M - годовая мощность производства, т/год.

4.8 Расчет расходов на содержание и эксплуатацию

оборудования проект

Текущий ремонт и содержание оборудования - 30% от амортизации оборудования.

$$6946.56 \cdot 0.3 = 2083.96 \text{ руб.}$$

Износ и восстановление инструментов – 5% от амортизации оборудования.

$$6946.56 \cdot 0.05 = 347.3 \text{ руб.}$$

Прочие расходы – 1 % от амортизации.

$$6946.56 \cdot 0.01 = 69.465 \text{ руб.}$$

Полученные результаты заносим в таблицу 4.9

Таблица 4.9 - Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования

Наименование статей расходов	Сумма, руб.
Амортизация производственного оборудования	6946.56
Текущий ремонт и содержание оборудования	2083.96
Износ и восстановление инструментов	347.3
Прочие расходы	69.465
Итого	9447.285

Затраты на 1 тонну продукции составят:

$$Z_{1m} = \frac{Y_{затр}}{M} = \frac{9447.285}{60000} = 0.157 \text{ руб.}, \quad (4.38)$$

где $Y_{затр}$ - затраты на содержание и эксплуатацию оборудования, руб.;

M - годовая мощность производства, т/год.

4.9 Расчет цеховых расходов

Содержание цехового персонала – включает годовую заработную плату и социальные отчисления.

$$13277343.2 + 3983202.9 = 17260546.1 \text{ руб.}$$

Амортизация зданий – по данным сметы.

Содержание зданий – по данным сметы.

Затраты на реализацию, опыты, исследования – 1 % от общей заработной платы всех работников.

Затраты на охрану труда – 10 % от зарплаты всех работающих.

Прочие расходы – 0,5% от общей заработной платы всех работников.

Таблица 4.10 - Затраты на цеховые нужды

Наименование статей расхода	Сумма, руб.
Содержание цехового персонала	17260546,1
Амортизация зданий	855700
Содержание зданий	7255400
Затраты на реализацию, опыты, исследования	172605,5
Затраты на охрану труда	1726054,6
Прочие расходы	86302,7
Итого	27356608,9

Затраты на цеховые нужды на 1 тонну продукции рассчитываем аналогично (4.38):

$$z_{1m} = \frac{27356608.9}{60000} = 446.56 \text{ руб.}$$

Таблица 4.11 - Сравнение статей расхода на 1 т продукции

Название статей расхода	Ед. изм.	Базовый вариант			Проектный вариант		
		Кол.	Цена за ед.прод., руб.	Сумма, руб.	Кол.	Цена за ед.прод., руб.	Сумма, руб.
1	2	3	4	5	6	7	8
Сырье и материалы							
Изобутилен	т	0.166	18000	2988	0.146	18000	2628
Изопентан	т	0.0082	33500	274.7	0.0072	33500	241.2
Хлористый этил	т	0.0023	23000	52.9	0.002	23000	46
Изопрен	т	0.0049	61500	301.35	0.0043	61500	264.45
Пар	ГКкал	0.87	830	722.1	0.77	830	639.1
Энергетические средства, топливо							
Электроэнергия	кВт*ч	5.76	2.2	12.672	4.84	2,2	10.648
Основная зарплата рабочим				23847.1			22921

Продолжение таблицы 4.11

1	2	3	4	5	6	7	8
Дополнительная зарплата рабочим				2975.8			2860.2
Отчисления на единый социальный налог				75.1			66.38
Содержание на эксплуатацию оборудования				0.178			0.157
Цеховые расходы				516.16			446.56
Цеховая себестоимость				31766.06			30123.695

4.10 Расчёт экономической эффективности проектных решений

4.10.1 Снижение себестоимости

Себестоимость 1 тонны продукции, по проектному варианту в %:[52]

$$X = \frac{C_2 \cdot 100}{C_1} = \frac{30123.695 \cdot 100}{31766.06} = 94.8\%, \quad (4.39)$$

где C_2 – себестоимость одной тонны продукции по проектному варианту, руб.;

C_1 – себестоимость одной тонны продукции по базовому варианту, руб.

Процент снижения себестоимости $100 - 94.8 = 5.2\%$

4.10.2 Ожидаемая прибыль

$$P_{ож} = (C_1 - C_2) \cdot M = (31766.06 - 30123.695) \cdot 60000 = 98538300 \text{ руб.}, \quad (4.40)$$

где C_1 – себестоимость одной тонны продукции по базовому варианту, руб.;

C_2 – по проектному, руб.;

M – производственная мощность, т/год.

4.10.3 Налог на прибыль

$$H_{пр} = P_{ож} \cdot K_{нал} = \frac{98538300 \cdot 20}{100} = 19707660 \text{ руб.}, \quad (4.41)$$

где $P_{ож}$ - ожидаемая прибыль, руб.;

$K_{нал}$ – 20 % налог на прибыль.

4.10.4 Чистая ожидаемая прибыль

$$P_{чист} = P_{ож} - H_{пр} = 98538300 - 19707660 = 78830640 \text{ руб.}, \quad (4.42)$$

где $P_{ож}$ - ожидаемая прибыль, руб.;

$H_{пр}$ - налог на прибыль, руб.

4.10.5. Индекс доходности

$$ИД = \frac{P_{ож}}{K_{соп}} = \frac{98538300}{202038 + 1467900 + 42342214 + 27356608.9 + 19707660} =$$

$$= \frac{98538300}{91076420.9} = 1.1. \quad (4.43)$$

4.10.6 Срок окупаемости капитальных вложений

$$T_{ок} = \frac{K_{соп}}{P_{чист}} = \frac{91076420.9}{78830640} = 1.2 \text{ года}, \quad (4.44)$$

где $K_{соп}$ – сопутствующие капитальные затраты, руб.;

$P_{пр}$ - чистая ожидаемая прибыль, руб.

4.11 Вывод

В результате увеличения производительности бутилкаучука произошли следующие экономические изменения:

Таблица 4.12

Показатели	ед.изм	Базовый вариант	Проектный вариант	Отклонения
Производственная мощность	т/год	53000	60000	-7000
Себестоимость продукции	руб/т	31766.06	30123.695	-1642.365
Условно-годовая экономия	Руб	-	98538300	-

Продолжение таблицы 4.12

Капитальные вложения	руб	-	91076420.9	-
Чистая прибыль	руб	-	78830640	-
Срок окупаемости	лет	-	1.2	-

В результате проведенного экономического расчета внедрения нового оборудования, увеличивающего производительность бутилкаучука с 53000 т/год до 60000 т/год, общие капитальные вложения составили 91076420.9 руб., себестоимость продукции уменьшилась на 1642.365 руб./т, чистая прибыль составляет 78830640 руб., а срок окупаемости – 1.2 года, проект эффективен.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данном дипломном проекте было сделано следующее:

В аналитической части подробно рассмотрен и систематизирован материал об истории развития бутилкаучука, об их химических свойствах, способах получения. Также в этой же части рассмотрены способы дегазации. В этом же разделе дана оценка технического уровня, рассмотрены тенденции и перспективы развития способов получения бутилкаучуков.

В основном разделе дана подробная характеристика сырья и готовой продукции установки бутилкаучука, а также есть описание технологической схемы узла дегазации полимеризата, уделено внимание и производственному контролю и автоматизации. В части выбора и обоснования технологии производства дана спецификация на основное технологическое оборудование. Часть технологических расчётов содержит: материальный баланс, тепловой баланс, конструктивный расчёт мощности редуктора для применения трехлопастной мешалки.

В разделе экологичность и безопасность технологического объекта дан анализ основных опасностей производства с указанием вида и мест, дан технологический паспорт объекта, перечислены все стадии производства с описанием опасных или вредных свойств материалов, разработаны методы и средства снижения профессиональных рисков, указана идентификация опасных факторов пожара, разработаны организационные (организационно-технические) мероприятия по предотвращению пожар.

В разделе экономическое обоснование проекта приведен подробный расчёт с указанием капитальных вложений, произведён расчёт организации труда рабочих, посчитан годовой фонд заработной платы, себестоимость продукции, затраты на содержание и эксплуатацию зданий и оборудования. После всех промежуточных расчётов была посчитана ожидаемая прибыль, индекс доходности и срок окупаемости капитальных вложений, который показывает, что с экономической точки зрения данное усовершенствование позволяет экономить средства и получать определённую прибыль.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Кутепов, А.М., Бондарева, Т.И., Беренгартен, М.Г. Общая химическая технология: Учеб. пособие для техн.вузов . - 2-е изд., испр. и доп. - М.: Высш.шк., 1990 -520 с.;
- 2 Богомолов, А.И., Гайле, А.А. Громова, В.В. Химия нефти и газа: Учеб. пособ. для вузов/Под ред. В.А. Проскурякова, А.Е. Драбкина. – 3-е изд. Доп. и испр. – СПб: Химия, 1995.- 525 с.;
- 3 Доманский, И.В, Исаков, В.П. Машины и аппараты химических производств: Примеры и задачи [Учеб.пособие]— Л.: Машиностроение, 1982. — 384 с.;
- 4 Аверко-Антонович, Л. А. Химия и технология синтетического каучука, [учебник для вузов]. М.: Колосс, 2008.- 357с.;
- 5 Тимофеев, В.С. Принципы технологии основного органического и нефтехимического синтеза : учеб.пособие для вузов/ Тимофеев В.С., Серафимов Л.А. - М.: Химия, 1992. - 431 с. ;
- 6 Сеидов, Н.М. Новые синтетические каучуки на основе этилена и –олефинов, изд-во "Элм", Баку.: -1981;
- 7 Борисов, Г. С., Брыков, В.П., Дытнерский, Ю.И. Основные процессы и аппараты химической технологии: Пособие по проектированию/ и др. Под ред.Ю.И.Дытнерского, 2-е изд., перераб. и дополн.- М.:Химия, 1991. - 496 с.;
- 8 Лидин, Р.А., Молочко, В.А., Андреева, Л.Л. Химические свойства неорганических веществ: Учеб.пособие для вузов. 3-е изд., испр./; Под ред. Р.А.Лидина. - М.: Химия, 2000. 480 с.: ил.;
- 9 Постоянный технологический регламент производства БутилКаучука ТР-БК-5,6,8-36-10, 2015. – 82с.;
- 10 Свойства органических соединений. Справочник /Под ред. А.А. Потехина. Л.: Химия, 1984. - 520 с.;
- 11 Постоянный технологический регламент производства БутилКаучука ТР-БК-5,6,8-36-10, 2015. – 85с.;

- 12 Технические условия на изобутилен 38.103504-81;
- 13 Технические условия на изопрен
- 14 Технические условия на изопентан 38.103.251-83;
- 15 ГОСТ 7568-88. Хлористый этил. Технические условия;
- 16 Постоянный технологический регламент производства БутилКаучука ТР-БК-5,6,8-36-10, 2015. – 115с.;
- 17 Инструкция ПИ-БК-6-20-10, изменение 2014.-28с.;
- 18 Инструкция ПИ-БК-6-20-10, изменение 2014.-33с.;
- 19 Инструкция ПИ-БК-6-20-10, изменение 2014.-3с.;
- 20 Иоффе, И.Л. Проектирование процессов и аппаратов химической технологии: Учебник для техникумов. - Л.: Химия, 1991. -352 с., ил.;
- 21 Гельперин, Н.И. Основные процессы и аппараты химической технологии. -М.: Химия, 1981 - 812 с., ил.;
- 22 Дытнерский, Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии: Учебник для вузов. Изд. 2-е. В 2-х кн. Часть 1. Теоретические основы процессов химической технологии. Гидромеханические и тепловые процессы и аппараты. М.: Химия, 1995. - 400 с.: ил.;
- 23 Павлов, К.Ф., Романков, П.Г., Носков, А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии. Учебное пособие для вузов/Под ред.чл.-корр.АН СССР П.Г.Романкова. - 10-е изд., перераб. и доп. - Л.: Химия, 1987. - 576 с., ил.;
- 24 Мухлёнов, И.П., Авербух, А.Я., Тумаркина, Е.С.Общая химическая технология: Учеб.для химико-техн.спец.вузов. В 2-х т. Т.1: Теоретические основы химической технологии;/ Под ред. И.П.Мухлёнова.- 4-е изд., перераб. и доп.- М.: Высш.шк., 1984.- 256 с., ил.;
- 25 Михалев, М.Ф., Третьяков, Н.П., Мильченко, А.И., Зобнин, В.В.Расчёт и конструирование машин и аппаратов химических производств: Примеры и задачи: Учеб. пособие для студентов втузов;/ Под общ.ред.М.Ф.Михалева. Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1984. - 301 с., ил.;

- 26 Касаткин, А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. – М. : Химия, 1973. – 784 с.;
- 27 Кузнецов, А.А., Кагерманов, С.М., Судаков, Е.Н. Расчеты процессов и аппаратов нефтеперерабатывающей промышленности. Изд. 2-е, пер. и доп.-Л.: Химия, 1974.-375 с. ;
- 28 Кутепов, А.М. Общая химическая технология: Учеб. для техн.вузов / А.М.Кутепов, Т.И.Бондарева, М.Г.Беренгартен. - 2-е изд., испр. и доп. - М.: Высш.шк., 1990. -520 с.; ил.;
- 29 Плановский, А.Н., Рамм, В.М., Коган, С.З. Процессы и аппараты химической технологии. 5-е изд.– М. : Химия, 1968. – 847 с.;
- 30 Лащинский, А.А., Толчинский, А.Р., Основы конструирования и расчёта химической аппаратуры- Л.: "Машиностроение", 1970 г., 752 стр.;
- 31 Постоянный технологический регламент производства бутилкаучука ТР-БК-5,6,8-36-10;
- 32 ГОСТ 12.1.007-76. Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности;
- 33 Федеральный закон от 17.07.1999 N 181-ФЗ (ред. от 09.05.2005, с изм. от 26.12.2005) "Об основах охраны труда в Российской Федерации"
- 34 ГОСТ 12.1.007-76 Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности;
- 35 Потехина, А.А. Свойства органических соединений. Справочник /Под ред. А.А. Потехина. Л.: Химия, 1984. - 520 с.;
- 36 СП 4.13130.2013. Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям;
- 37 Баратов, А.Н. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения. М.-1990;
- 38 СП 5.13130.2009. Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования;

39 Бродский, А.К. Общая экология: учеб. для студ. высш. учеб. заведений/ А.К. Бродский.-5-е издание М.: Академия, 2010;

40 Мищенко, К.П. Краткий справочник физико-химических величин под ред.К.П.Мищенко и А.А.Равделя, Л.: Химия, 1974, - 200 с.;

41 Айнштейн, В.Г. Общий курс процессов и аппаратов химической технологии: Учебник для вузов.Кн.1,2. / Под общ.ред. В.Г. Айнштейна. – М. : Химия, 1999. – 869 с. ;

42 Гутник, С.П. Расчеты по технологии органического синтеза. М: Химия, 1988. – 272 с.;

43 Бродский, А.К. Общая экология: учеб.для студ. высш. учеб. заведений/ А.К. Бродский.-5-е издание М.: Академия, 2010;

44 Писарев, А.С. Экономика производства: учебное пособие для ву-зов - изд. ТГУ, г. Тольятти, 2002.- 280 с.;

45 Горфикель, В.Я., Швандар, В.А. Экономика предприятия: учебник для вузов- 3-е изд., перераб. и доп.- М.: ЮНИТИ- ДАНА, 2003.-713 с.;

46 Балдоржиев, Д.Д. Экономическая теория: Учеб.пособие / Д.Д. Балдоржиев. — Смоленск, 2002. – 396 с.;

47 Борисов, Е. Ф. Основы экономики: Учебное пособие / Е. Ф. Борисов. — М.: Юрайт — Издат, 2009. – 316 с.;

48 Куликов, Л.М. Экономическая теория: Учебник/Л.М. Куликов. – М.: ТК Велби, Издательство Проспект, 2010. – 432с.;

49 Мамедова, О.Ю. Современная экономика: Учебное пособие /Под ред. О. Ю. Мамедова. — Ростов-на-Дону: Феникс, 2011. – 456 с.;

50 Колосова, Р.П. Экономика: Учебник / Под ред. Р. П. Колосовой. – М.: Норма, 2011. – 345 с.;

51 Экономика: Учебное пособие /Под ред. А.С. Булатова. — М.: Юристъ, 2009. – 896 с.;

52 Экономическая теория: Учеб. пособие /Под ред. Н.И. Базылева.- М.: ИНФРА – М, 2011. – 662 с.