

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ЭЛАСТОМЕРОВ

Дипломное проектирование

*Рекомендовано
учебно-методическим объединением
по химико-технологическому образованию
в качестве учебно-методического пособия для студентов
учреждений высшего образования
по специальности 1-48 01 02 «Химическая технология
органических веществ, материалов и изделий» специализации
1-48 01 02 05 «Технология переработки эластомеров»*

Минск 2024

УДК 678.074(075.8)
ББК 35.728я73
Т38

А в т о р ы :

*Ж. С. Шашок, А. В. Касперович, Е. П. Усс,
О. А. Кротова, А. В. Лешкевич*

Р е ц е н з е н т ы :

кафедра технологии пищевых производств
УО «Белорусский государственный университет пищевых
и химических технологий» (доктор технических наук,
профессор, заведующая кафедрой *Е. А. Цед*);
кандидат технических наук, начальник инженерно-технического
центра ОАО «Белшина» *С. Н. Каюшников*

Все права на данное издание защищены. Воспроизведение всей книги или ее части не может быть осуществлено без разрешения учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет».

Технология переработки эластомеров. Дипломное проектирование : учеб.-метод. пособие для студентов специальности 1-48 01 02 «Химическая технология органических веществ, материалов и изделий» специализации 1-48 01 02 05 «Технология переработки эластомеров» / Ж. С. Шашок [и др.]. – Минск : БГТУ, 2024. – 104 с.
ISBN 978-985-897-180-9.

В учебно-методическом пособии рассмотрены основные подходы к проектированию участков и цехов современных производств резиновых изделий, приведены методики расчетов норм расхода основного сырья и вспомогательных материалов, потребного количества технологического оборудования, представлены примеры обоснования рецептур резиновых смесей различного назначения, описания некоторых технологических схем производства шин и резинотехнических изделий. Изложены правила оформления текстовой и графической части дипломного проекта (работы), а также представлен примерный перечень тем дипломных проектов (работ).

УДК 678.074(075.8)
ББК 35.728я73

ISBN 978-985-897-180-9

© УО «Белорусский государственный технологический университет», 2024

ПРЕДИСЛОВИЕ

Пособие разработано в соответствии с учебным планом по специальности 1-48 01 02 «Химическая технология органических веществ, материалов и изделий» специализации 1-48 01 02 05 «Технология переработки эластомеров», стандартом предприятия.

Дипломное проектирование, включающее подготовку дипломного проекта или дипломной работы, является частью итоговой аттестации и завершающим этапом обучения студентов в вузе, проводимого в соответствии с требованиями образовательного стандарта и учебными планами. Оно заключается в самостоятельном выполнении студентом инженерной, технической, организационно-экономической и управленческой научно-исследовательской работы в области переработки эластомеров и создания эластомерных материалов и изделий.

Целями дипломного проектирования являются:

- выявление подготовленности студента для самостоятельной работы в условиях современного производства, прогресса науки, техники и культуры, а также закрепление и углубление теоретических и практических знаний по избранной специальности и применение их для решения конкретных отраслевых задач;

- формирование навыков ведения самостоятельной проектно-конструкторской или исследовательской работы и овладение методикой проектирования или научного исследования;

- развитие у студента навыков обобщения и анализа результатов, полученных другими исследователями или разработчиками.

По уровню выполнения дипломного проекта (работы) и результатам его (ее) защиты в Государственной экзаменационной комиссии (ГЭК) делается заключение о возможности присвоения студенту квалификации инженера-химика-технолога.

Дипломный проект (работа) выполняется студентом в течение отрезка времени, отведенного для этого учебным планом по специальности 1-48 01 02 «Химическая технология органических веществ, материалов и изделий» специализации 1-48 01 02 05 «Технология переработки эластомеров», с включением в этот отрезок периода нахождения студента на преддипломной практике. Руководители и консультанты оказывают студенту помощь в выборе наилучших инженерных и научно-технических решений и контролируют календарный план выполнения дипломного проекта.

Защита дипломного проекта (работы) осуществляется на заседании ГЭК в сроки, указанные в приказе по БГТУ. В ГЭК представляются дипломный проект, подписанный студентом, консультантами, руководителем работы и заведующим кафедрой, отзыв и рецензии на дипломный проект.

Показателем работы студента над дипломным проектом (работой) является создание или совершенствование действующего технологического процесса, конструкции изделия, оборудования, оснастки (выполнение научных исследований в данной отрасли науки, поисковая работа по созданию новых видов материалов, изделий и т. д.).

Студент, который выполняет дипломный проект (работу) и является его (ее) автором, полностью отвечает за принятые в проекте решения и расчеты, оформление, стиль изложения расчетно-пояснительной записки, своевременное представление проекта на рабочую комиссию. Подписи руководителя и консультантов на расчетно-пояснительной записке и графической части свидетельствуют о том, что проект выполнен дипломником самостоятельно и в соответствии с заданием на дипломное проектирование, а его объем отвечает существующим нормам.

1. ТРЕБОВАНИЯ К ДИПЛОМНОМУ ПРОЕКТУ (РАБОТЕ)

Дипломный проект (работа) должен включать расчетно-пояснительную записку и графическую часть (чертежи, графики, схемы, диаграммы, таблицы, рисунки и другой иллюстративный материал), наглядно представляющую выполненную работу и полученные результаты. Графическая часть по решению кафедры может быть представлена на защите дипломного проекта (работы) в виде электронной презентации с распечаткой бумажного раздаточного материала для членов ГЭК. Наличие электронной презентации не исключает необходимости представления графической части на бумажном носителе, которая должна быть включена в расчетно-пояснительную записку.

Общий объем текстового материала (без учета приложений) должен быть в пределах 60–100 страниц текста.

К пояснительной записке предъявляются следующие требования:

- четкость и логическая последовательность изложения материала;
- убедительность аргументации, краткость и ясность формулировок, исключающих неоднозначность толкования;
- конкретность изложения результатов, доказательств и выводов.

В пояснительной записке к дипломному проекту (работе) необходимо в логической последовательности изложить содержание выполняемой работы, результаты расчетов, исследований, описание технологических процессов и другие необходимые материалы в соответствии со спецификой выполняемого дипломного проекта (работы).

Объем графического или иллюстративного материала должен составлять для дипломного проекта не менее 8 и не более 14 листов и для дипломной работы – не менее 6 и не более 10 листов формата А1 по ГОСТ 2.301–81. Разработка графических и иллюстративных материалов должна осуществляться главным образом с применением современных графических программ. Графический материал по размерам и способу исполнения должен свободно просматриваться с расстояния 3,0–3,5 м, что соответствует шрифтам при электронном наборе макетов плакатов формата А4 с последующей распечаткой в формате А1 для заголовка – 24 пт, подрисуночных подписей, заголовков таблиц – 18 пт, обозначений на рисунках и текста в таблицах – 16 пт.

Допускается представление дипломных проектов с использованием мультимедийных средств.

2. СОДЕРЖАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА

Расчетно-пояснительная записка технологического дипломного проекта включает следующие структурные элементы:

Титульный лист

Задание на дипломный проект

Реферат на русском языке

Реферат на иностранном языке

Содержание

Введение

1. Аналитический обзор и патентная проработка

2. Технологический раздел

2.1. Обоснование реконструкции (техническое перевооружение)

2.2. Техническая характеристика изделий и их конструкция

2.3. Рецепты резиновых смесей и их обоснование

2.4. Характеристика каучуков и ингредиентов

2.5. Описание технологической схемы процесса

2.6. Материальный баланс

2.7. Выбор и расчет основного и вспомогательного оборудования

2.8. Расчет основных параметров технологического оборудования

или оснастки

2.9. Контроль качества и метрологическое обеспечение производства

3. Автоматизация производства

4. Мероприятия по охране труда и безопасности жизнедеятельности

5. Мероприятия по охране окружающей среды

6. Экономические расчеты

Заключение

Список использованной литературы

Приложения

2.1. Титульный лист

Титульный лист является первой страницей пояснительной записки и оформляется в соответствии с СТП БГТУ 001-2019 (см. прил. А для дипломного проекта и прил. Б для дипломной работы). На титульном

листе должны быть указаны тема, инициалы и фамилия руководителя дипломного проекта (работы) в соответствии с приказом ректора БГТУ, инициалы и фамилия дипломника, ученые звания, степени, инициалы и фамилии заведующей выпускающей кафедры, консультантов по отдельным разделам проекта (работы), нормоконтролера и председателя ГЭК. Исчисление страниц пояснительной записки начинается с титульного листа, номер страницы на котором не ставится.

2.2. Задание на дипломный проект

Исходным документом для разработки дипломного проекта (дипломной работы) является задание. Темами дипломного проекта (работы) могут быть: реконструкция цеха или отдельного производства; разработка технологии самостоятельного производства в составе завода по производству шин, резинотехнических изделий или резиновых изделий другого назначения (технологический дипломный проект); исследования в области совершенствования рецептуры и модифицировании свойств эластомерных материалов (исследовательская дипломная работа).

Темы дипломных проектов (работ) ежегодно разрабатываются кафедрой. Они направлены на повышение эффективности производства, качества выпускаемой продукции. Темы тесно связаны с решением проблем предприятий на современном этапе и тематикой научно-исследовательских работ, разрабатываемых на кафедре «Полимерные композиционные материалы», которые проводятся в тесном сотрудничестве с предприятиями, научными организациями и другими вузами. Задание на дипломное проектирование утверждается заведующим кафедрой и оформляется приказом по БГТУ.

Дипломное проектирование выполняется на основе материалов, собранных студентом по заданной теме во время преддипломной практики, а также при изучении научно-технической и патентной литературы.

В процессе выполнения дипломного проекта (работы) студент должен внести в него новые решения, которые могут представлять собой использование новых технологических процессов, нового оборудования, введение автоматизации и механизации технологических процессов, более рациональную компоновку цеха, использование новой системы транспорта, нового сырья и материалов, новых рецептур, методов модифицирования.

Задание на дипломное проектирование включает: тему проекта (работы); срок сдачи студентом законченного проекта (работы); исходные данные к проекту (работе); содержание расчетно-пояснительной записки проекта (работы); перечень графического и иллюстративного материала; календарный план выполнения этапов и всего проекта (работы) в целом.

Задание на дипломное проектирование студент получает перед началом преддипломной практики. В нем должны быть указаны фамилии консультантов по отдельным разделам проекта. Задание на проектирование при нумерации страниц пояснительной записки считать одним листом.

2.3. Реферат

Реферат должен быть оформлен в соответствии с прил. В (в случае дипломного проекта) и прил. Г (в случае дипломной работы) и содержать последовательно размещенный после заголовка материал:

- сведения об объеме пояснительной записки, количестве иллюстраций, таблиц, использованных источников и приложений;
- перечень ключевых слов;
- текст реферата;
- сведения об объеме графического и (или) иллюстративного материала.

Заголовок «Реферат» записывают строчными буквами, кроме первой прописной, симметрично тексту и выделяют полужирным начертанием. Все рубрики реферата оформляют в виде отдельных абзацев. Текст реферата может состоять из нескольких абзацев. Перечень ключевых слов дают с начала строки без абзацного отступа. При отсутствии в пояснительной записке таблиц и приложений сведения о них в реферате не приводят. Перечень ключевых слов должен включать от 5 до 15 слов или словосочетаний из текста записки, которые в наибольшей мере характеризуют ее содержание. Ключевые слова записывают в именительном падеже прописными буквами через запятые. Перенос слов (словосочетаний) в перечне не допускается. Точку в конце перечня ключевых слов не ставят.

Текст реферата должен отражать:

- объект исследования или разработки;
- цель проекта (работы);
- результаты работы;

- основные конструктивные, технологические, технико-эксплуатационные и технико-экономические характеристики объекта;
- степень внедрения или рекомендации по внедрению с указанием области применения;
- экономическую и социальную эффективность либо значимость проекта (работы).

Для работ исследовательского характера (или с исследовательской частью) в тексте реферата после цели работы следует дополнительно указать метод либо методологию выполняемой исследовательской работы. Сведения об объеме графического и (или) иллюстративного материала необходимо приводить в пересчете на листы формата А1 по ГОСТ 2.301–81. Объем реферата должен составлять не более одной страницы текста. Реферат следует представлять на языке составления пояснительной записки. Текст реферата дублируется на иностранном языке, изученном обучающимся.

2.4. Содержание

Содержание включает введение, наименование всех разделов, подразделов, пунктов (если последние имеют наименование), заключение, список использованных источников, перечень графического и (или) иллюстративного материала и наименования приложений с указанием номеров страниц, на которых начинаются эти элементы пояснительной записки курсового проекта (работы). Все заголовки элементов пояснительной записки в содержании записывают строчными буквами (кроме первой прописной). Конец последнего слова каждого заголовка, записанного в содержании, соединяют отточием с номером страницы, на которой расположен заголовок. Номера страниц следует проставлять арабскими цифрами вплотную к правому полю для письма без буквы «с» и знаков препинания. Заголовок «Содержание» записывают симметрично тексту строчными буквами (за исключением первой прописной), выделяют полужирным начертанием.

2.5. Введение

Приводится анализ состояния и перспективы развития отрасли в соответствии с темой дипломного проекта (работы). Отражается потребность в продукции и степень ее удовлетворения. Делается вывод

о целесообразности выпуска данного вида продукции и необходимости проектирования участка или цеха, реконструкции предприятия или усовершенствования технологического процесса. Указываются цель и задачи дипломного проектирования (работы).

2.6. Аналитический обзор и патентная проработка

В представленном разделе необходимо дать характеристику состояния вопроса по технологии производства соответствующих изделий, по рецептурам и материалам для их изготовления, оборудованию, механизации и автоматизации технологических процессов на основании изучения научно-технической, отечественной и зарубежной литературы, включая периодическую и патентную литературу. При составлении обзора литературы необходимо использовать также имеющиеся на предприятии материалы по эксплуатации опытного оборудования и линии, отчеты научно-исследовательских институтов.

Обзор должен включать критическое сопоставление преимуществ и недостатков технологий, перспективное направление развития данного производства, что позволит наметить пути качественного улучшения технологических процессов в разрабатываемом проекте.

Составление обзора невозможно без поиска, анализа и переработки большого объема литературных источников, при выполнении которого студенты учатся грамотно излагать свои мысли. При написании аналитического обзора необходимо приводить ссылки на источники информации, откуда заимствуется текст, формула, иллюстрация, результат исследования и т. д. В обзоре приветствуется использование данных из отечественных или зарубежных научных изданий (монографий, учебных пособий, периодической литературы, патентов). Поиск данных рекомендуется производить **за последние 5–10 лет**. Не менее 30% использованных источников должны представлять зарубежные публикации. Допускается цитирование интернет-ресурсов в количестве не более 15%.

В качестве периодических изданий для выполнения литературного обзора рекомендуется использовать реферативный журнал в области «Химия и химическая технология», журналы «Каучук и резина», «Полимерные материалы и технологии», «Клеи. Герметики. Технологии», «Успехи химии», «Высокомолекулярные соединения», «Промышленное производство и применение эластомеров», «Вестник

Казанского технологического университета», «Мир транспорта и технологических машин», Polymer Science, Polymer Engineering & Science, Rubber Chemistry and Technology, Journal of Rubber Research, Tire Science and Technology, Rubber World и др.

Пример оформления патента в аналитическом обзоре

Известно устройство [1], в котором конструкция головки для непрерывного совместного формования содержит корпус с формующими каналами и матрицу. Благодаря этому изобретению удастся снизить усилие формования непрерывного потока материала, что способствует уменьшению степени искажения поверхности раздела материалов и повышению качества стыка дублируемых слоев. При этом характерным недостатком устройства является малая степень колебательного воздействия на формирование граничной поверхности при производстве изделий с большой толщиной слоев из высоковязких материалов.

Пример использования в аналитическом обзоре материалов статьи

В работе [2] рассматривалось исследование влияния замены цинковых белил на «оболочковый» активатор путем нанесения слоя оксида цинка на поверхность частиц. Дозировка цинковых белил в исходной рецептуре составляла 15,0 мас. ч. на 100,0 мас. ч. каучука. Были изготовлены смеси, в составе которых варьировалось соотношение белил цинковых и активатора (БЦ-О-К) в пределах от 1 : 0 до 0 : 1 (1 : 0; 4 : 1; 3 : 2; 1 : 1; 2 : 3; 1 : 4; 0 : 1). Смеси изготавливали на основе натурального каучука. Сравнение экспериментальных смесей проводилось с эталонной резиновой смесью, содержащей 15,0 мас. ч. ZnO на 100,0 мас. ч. каучука. Выявлено, что с увеличением в комбинации активаторов доли «оболочкового» продукта наблюдается снижение скорости сшивания каучука в главном периоде, которую оценивали по разности между оптимальной продолжительностью вулканизации и продолжительностью индукционного периода, а также по максимуму скорости изменения крутящего момента.

2.7. Технологический раздел

Технологическая часть состоит из следующих подразделов: «Обоснование реконструкции (техническое перевооружение)», «Техническая характеристика изделий и их конструкция», «Рецепты резиновых смесей и их обоснование», «Характеристика каучуков и ингредиентов»,

«Описание технологической схемы процесса», «Материальный баланс», «Выбор и расчет основного и вспомогательного оборудования», «Расчет основных параметров технологического оборудования или оснастки», «Контроль качества и метрологическое обеспечение производства».

2.7.1. Обоснование реконструкции (техническое перевооружение)

Обоснование целесообразности реконструкции или строительства нового цеха производится на основании критической оценки существующей технологической схемы с учетом производительности технологического оборудования, автоматизации и механизации операций и процесса в целом, поточности производства и качества выпускаемой продукции, которое должно соответствовать мировым стандартам.

На основании критической оценки предлагается усовершенствованная технологическая схема производства. Выбор технологической схемы должен быть обоснован, т. е. приводятся данные, показывающие возможность получения продукции высокого качества за счет применения современного оборудования, перспективных рецептур и материалов, автоматизации и механизации производства при наименьших затратах, методов модифицирования РТИ. Таким образом, наряду с выбором оптимальной схемы технологического процесса приводится техническое и экономическое обоснование выбора основного технологического оборудования с учетом его производительности, обеспечения санитарных норм техники безопасности и выпуска качественной продукции.

При выборе оборудования необходимо учесть современные требования, предъявляемые к технологическому процессу, новые методы технологии, непрерывность, поточность, имеющиеся достижения на передовых заводах резиновой промышленности.

Из однотипных видов оборудования следует выбирать то, которое в наибольшей степени позволяет осуществить принцип агрегирования на основе непрерывности и поточности технологического процесса.

Оборудование выбирается по каталогам, справочникам, альбомам оборудования и другим литературным источникам, а также электронным ресурсам.

После выбора принципиальной схемы производства и оборудования дается описание технологического процесса и его физико-химической сущности, приводятся параметры и режимы на всех стадиях

технологического процесса. Кроме того, описываются транспортные линии, применяемые в технологическом процессе, рассматриваются вопросы автоматизации и механизации транспортировки материалов, полуфабрикатов и готовой продукции, анализируется возможность организации потоков.

Особое внимание при разработке технологического процесса следует обратить на снижение отходов производства путем создания безотходных технологий.

Пример обоснования реконструкции (технического перевооружения)

В связи со строительством большого количества логистических центров, пунктов пересылки, а также площадок по перегрузке грузов между отдельными странами возникла необходимость в отдельном типе шин, который используется для напольного колесного безрельсового авто- и электротранспорта, предназначенного для загрузки и разгрузки железнодорожных вагонов, контейнеров, грузовых автомобилей и прицепов, трюмов морских и речных судов, при штабелировании тарно-штучных грузов в условиях крытых складов, для внутри- и межцеховой транспортировки различных грузов.

В настоящий момент ведение технологического процесса вулканизации массивных шин на предприятии осуществляется на гидравлическом прессе, имеющем моральный и физический износ. Недостатки ведения процесса вулканизации на данном типе оборудования следующие:

- небольшое прессовое усилие, оказываемое гидроцилиндром прессы, что приводит к высокому уровню брака по показателю внешневинового дефекта «гребень по пресс-форме»;
- низкая производительность прессы;
- ограниченный размерами обогривательных плит ассортимент выпускаемых изделий;
- высокое энергопотребление за счет отсутствия теплоизоляционного кожуха прессы и как следствие – потеря тепла в окружающую среду;
- низкий уровень автоматизации и сигнализации в случае возникновения аварийных ситуаций;
- выгрузка свулканизованных шин протекает при температуре, равной температуре вулканизации.

Данные недостатки гидравлического прессы являются сдерживающими факторами для развития производства массивных шин на предприятии.

В представленном дипломном проекте предлагается вулканизацию массивных шин производить в имеющихся на предприятии автоклавах с использованием экваториальных многопозиционных пресс-форм. Применение в технологическом процессе вулканизации автоклава имеет следующие преимущества:

- на 22% выше прессовое усилие, создаваемое гидроцилиндром, что позволяет исключить самопроизвольное раскрытие пресс-формы в процессе вулканизации и как следствие – повысить внешневидовые показатели выпускаемых изделий и снизить уровень дефектности;
- высокая производительность за счет возможности установки нескольких пресс-форм одновременно на стол автоклава;
- наличие автоматической системы оповещения и реагирования в случае нарушения течения режима вулканизации;
- возможность расширения ассортимента выпускаемой продукции за счет лучших конструктивных параметров автоклава;
- наличие системы охлаждения пресс-форм за счет их орошения холодной водой, что позволяет снизить риск получения ожогов при выгрузке шин из пресс-формы;
- низкая себестоимость изготавливаемой продукции за счет выпуска большого объема и ассортимента.

Данные технологические решения позволяют повысить качество выпускаемых массивных шин, производительность труда и значительно уменьшить расходы от потери брака и снижения себестоимости выпускаемой продукции.

2.7.2. Техническая характеристика изделий и их конструкция

В данном разделе приводятся ГОСТы или ТУ на соответствующие изделия, описание назначения, условий эксплуатации изделий и технических требований к ним. Дается характеристика конструкций изделий. Приводятся эскизы или фотографии изделий, спецификация либо технологическая карта на изделие, физико-механические показатели готового изделия с указанием ходимости или долговечности при его эксплуатации.

2.7.3. Рецепты резиновых смесей и их обоснование

Выбор рецептуры проводится путем сравнения 2–3 аналогичных рецептов (действующих и перспективных) с учетом технологичности резиновых смесей, физико-механических показателей резин и стоимости 1 кг или 1 т смеси. При выборе рецептуры для изделий принимают

во внимание следующее: выбранная рецептура должна максимально удовлетворять требованиям, предъявляемым к данному изделию или частям изделия, например каркасу, брекеру, протектору, манжетам, рукавам и т. д. в условиях эксплуатации; в рецептуре по возможности, не должны содержаться дефицитные компоненты; все ингредиенты должны быть нетоксичными и поддаваться автоматической развеске или дозированию; необходимо стремиться к максимальной унификации ингредиентов в рецептах резиновых смесей, что важно для оптимальной организации работы современных подготовительных цехов (уменьшение линий подачи ингредиентов, количества бункеров, автоматических весов и т. д.). Рецепты резиновых смесей рассчитываются и оформляются в соответствии с табл. 2.1.

Таблица 2.1

Рецепт резиновой смеси (указывается назначение смеси)

Наименование каучуков и ингредиентов	Массовые части на 100 мас. ч. каучука	Массовые проценты	Плотность каучука и ингредиентов, кг/м ³	Объем каучука и ингредиентов, м ³	Объемные проценты	Расчетная навеска компонентов на одну заправку, кг		
						1-я стадия	2-я стадия	3-я стадия
<i>Пример</i>								
СКИ-3	100,00	50,30	910	0,10989	68,69			
Сера молотая	2,00	1,01	2000	0,00098	0,612			
<i>Итого</i>		100,00			100,00			

После таблицы указываются:

- теоретическая плотность резиновой смеси, кг/м³;
- объем заправки в резиносмеситель (марка резиносмесителя) на 1-й стадии, м³;
- объем заправки в резиносмеситель (марка резиносмесителя) на 2-й стадии, м³;
- объем заправки в резиносмеситель (марка резиносмесителя) на 3-й стадии, м³.

Количество столбцов в графе «Расчетная навеска компонентов на одну заправку» может варьировать с учетом стадийности изготовления резиновых смесей. Расчет навесок осуществляется исходя из конкретного объема смесительного оборудования, используемого на производстве.

Для расчета навески ингредиентов на одну заправку для изготовления смеси определенного состава необходимо знать массу заправки G , кг:

$$G = V_3 \cdot \rho_{см}, \quad (2.1)$$

где V_3 – объем единовременной заправки, м³; $\rho_{см}$ – плотность резиновой смеси, кг/м³.

В свою очередь объем единовременной заправки зависит от вида применяемого оборудования и полезного использования объема смесительной камеры. Для резиносмесителя полезный объем составляет, как правило, 0,53–0,70 его полного объема в зависимости от типа резиносмесителя. Объем единовременной загрузки на вальцы V_3 , м³, приближенно находят по формуле

$$V_3 = 0,065 \cdot D \cdot L, \quad (2.2)$$

где 0,065 – эмпирический коэффициент; D – диаметр рабочей поверхности валка, м; L – длина рабочей поверхности валка, м.

Плотность резиновой смеси $\rho_{см}$, кг/м³, рассчитывают по следующей формуле:

$$\rho_{см} = \frac{m_{общ}}{V_{общ}}, \quad (2.3)$$

где $m_{общ}$ – суммарная масса всех ингредиентов, входящих в состав резиновой смеси, кг; $V_{общ}$ – суммарный объем всех ингредиентов, м³.

Навеску каждого ингредиента P , кг, на одну заправку вычисляют по формуле

$$P = g \cdot \frac{G}{\sum g}, \quad (2.4)$$

где g – содержание одного ингредиента, мас. ч. на 100 мас. ч. каучука; $\sum g$ – содержание всех ингредиентов, входящих в состав смеси, мас. ч. на 100 мас. ч. каучука.

Содержание каучука и ингредиентов C , мас. %, находят по следующей формуле:

$$C = \frac{m \cdot 100}{m_{общ}}, \quad (2.5)$$

где m – масса одного ингредиента, входящего в состав смеси, кг.

Объем каучука и ингредиентов V , м³, рассчитывают по формуле

$$V = \frac{m}{\rho}, \quad (2.6)$$

где ρ – плотность соответствующего ингредиента, входящего в состав смеси, кг/м³.

Объемные проценты C' , об. %, определяют по следующей формуле:

$$C' = \frac{V \cdot 100}{V_{\text{общ}}}, \quad (2.7)$$

где V – объем соответствующего ингредиента, входящего в состав смеси, м³.

После приведения рецепта резиновой смеси в последующих таблицах записываются нормы экспресс-контроля резиновой смеси (табл. 2.2), физико-механические показатели вулканизатов (табл. 2.3): условное напряжение при заданном удлинении, условная прочность при растяжении, относительное удлинение при разрыве, твердость по Шору А и др.

Таблица 2.2

Нормы показателей экспресс-контроля резиновых смесей

Режим вулканизации		Минимальный крутящий момент, дН·м	Максимальный крутящий момент, дН·м
температура, °С	продолжительность, мин		
<i>Пример</i>			
190 ± 2	1,5	1,4–2,4	12,0–15,5

Таблица 2.3

Нормы физико-механических показателей резин

Режим вулканизации		Условное напряжение при удлинении 300%, МПа	Условная прочность при растяжении, МПа, не менее	Относительное удлинение при разрыве, %	Сопротивление раздиру, кН/м, не менее	Твердость Шор А, усл. ед. Шор А	Температурный предел хрупкости, °С, не выше
температура, °С	продолжительность, мин						
<i>Пример</i>							
143 ± 2	40	9,3 ± 2,0	13,2	525 ± 75	55		

В табл. 2.4 приведен пример расчета навесок компонентов для резиновой смеси на основе СК(М)С-30АРКМ-15 при изготовлении ее на лабораторном резиносмесителе с объемом единовременной заправки $2 \cdot 10^{-3}$ м³.

Таблица 2.4

Расчет навесок ингредиентов на одну заправку

Наименование каучука и ингредиентов	Массовые части на 100 мас. ч. каучука	Массовые проценты	Плотность каучука и ингредиентов, кг/м ³	Объем каучука и ингредиентов, м ³	Объемные проценты	Расчетная навеска компонентов на одну заправку, кг
СК(М)С-30АРКМ-15	100,00	53,19	960	0,10417	63,40	1,220
Сера молотая	1,50	0,80	2050	0,00073	0,44	0,018
Сульфенамид Ц	2,50	1,32	1300	0,00192	1,17	0,030
Белила цинковые	3,00	1,60	5470	0,00055	0,33	0,037
Стеариновая кислота	2,00	1,06	950	0,00210	1,28	0,024
Замедлитель подвулканизации	0,50	0,27	1500	0,00033	0,20	0,006
Битум нефтяной	5,00	2,66	1000	0,00500	3,04	0,061
Пластификатор нефтяной	17,00	9,04	970	0,01753	10,67	0,208
Противостаритель	0,50	0,27	1150	0,00043	0,26	0,006
Защитный воск	1,00	0,53	1010	0,00099	0,60	0,012
Техуглерод типа НАФ	55,00	29,26	1800	0,03056	18,61	0,672
<i>Итого</i>	188,00	100,00	—	0,16431	100,00	2,294

Рецепты латексных смесей оформляются в соответствии с таблицей 2.5.

Таблица 2.5

**Рецепт латексной смеси (указывается назначение смеси)
в пересчете на сухие вещества**

Наименование компонентов	Части массы на 100 ч. массы сухого вещества латекса	Массовые проценты
<i>Пример</i>		
Латекс натуральный центрифугированный	100,00	83,96
Белила цинковые	5,00	4,19
Цинкапт	2,00	1,68
<i>Итого</i>	107,00	100,00

Примечание. Поскольку латексная смесь готовится из нескольких дисперсий и растворов, то можно приводить и рецептуры этих составляющих.

После приведения рецептуры в следующей таблице указываются нормы химико-аналитических показателей латексной смеси в процессе приготовления (табл. 2.6).

Нормы химико-аналитических показателей латексной смеси
(указывается назначение смеси)

Показатель	Стадии контроля	
	после «вызревания»	перед применением
Массовая доля сухого вещества, %		
Вязкость, сП, не более		
Фильтруемость, г/см ²		
рН, не менее		

При обосновании выбранных рецептов прежде всего следует четко изложить эксплуатационные требования к изделию или его частям и технологические требования к резиновым смесям, идущим на изготовление изделия, а затем показать, как эти требования выполняются рецептурно, чем вызвано применение данного каучука или комбинации каучуков, ингредиентов и что выбранное содержание ингредиентов является оптимальным. Также необходимо отразить влияние использования большей или меньшей дозировки ингредиентов на технологические свойства резиновых смесей, физико-механические показатели вулканизатов, эксплуатационные свойства изделий и экономические показатели.

Обоснование рецепта проводится в следующей последовательности: каучук, вулканизирующая группа, наполнители, пластификаторы, противостарители, модификаторы и др. При обосновании рецептуры необходимо также принимать во внимание влияние на технологические свойства резиновых смесей и физико-механические показатели вулканизатов строения и структуры каучуков, типы вулканизационных связей, физико-механических свойств технического углерода, модификаторов, противостарителей. Переходя от обоснования одного рецепта к другому, не следует повторяться: если целесообразность применения одного из ингредиентов была приведена в предыдущем обосновании, то достаточно лишь на него сослаться, но при условии использования этого компонента в обычно применяемых дозировках.

После обоснования рецептур указываются другие материалы, используемые в производстве проектируемых изделий (ткани, корда, армирующие материалы, пропиточные составы, смазки, клеи и другие вспомогательные материалы).

Пример обоснования рецептуры резиновых смесей

Резиновая смесь для изготовления протектор-боковины

Боковиной считается резиновый слой, покрывающий боковые стенки каркаса и предохраняющий его от механических повреждений и влаги.

Из-за малой деформируемости протектора и брекера, а также меридиального расположения корда в каркасе боковина подвержена большим нагрузкам. В каркасе уровень максимальных напряжений радиальных шин примерно в 2 раза выше, чем у диагональных, что определяет скорейший выход боковины из строя в результате усталостного утомления или озонного растрескивания.

Основным требованием к резинам боковин является высокая усталостная выносливость и атмосферостойкость. Резины боковины должны быть достаточно эластичными и прочными, чтобы длительное время выдерживать многократные деформации и мало влиять на жесткость каркаса.

Рецептура резиновой смеси для изготовления протектор-боковины представлена в табл. 2.7.

Таблица 2.7

Рецепт резиновой смеси для изготовления протектор-боковины покрышки

Наименование каучука и ингредиентов	Массовые части на 100 мас. ч. каучука	Массовые проценты	Плотность каучука и ингредиентов, кг/м ³	Объем каучука и ингредиентов, м ³	Объемные проценты	Расчетная навеска компонентов на одну заправку, кг	
						1-я стадия	2-я стадия
СКИ-3	50,00	27,78	920	0,05435	34,05	58,50	–
СКД	50,00	27,78	910	0,05495	34,42	58,50	–
Сера молотая	1,30	0,72	2050	0,00063	0,40	1,52	1,53
Сантокур CBS	0,90	0,50	1300	0,00069	0,43	1,05	1,07
Белила цинковые	5,00	2,78	5470	0,00091	0,57	5,85	–
Стеариновая кислота	2,00	1,11	950	0,00211	1,32	2,34	–
Бензойная кислота	0,80	0,44	1270	0,00063	0,39	0,93	–
Канифоль	2,00	1,11	1040	0,00192	1,20	2,34	–
Масло И-40	5,00	2,78	970	0,00515	3,23	5,85	–
Смола СИС (КИС)	5,00	2,78	1170	0,00427	2,68	5,85	–
Дусантокс 6PPD	2,00	1,11	1190	0,00168	1,05	2,34	–
Ацетонанил Н	2,00	1,11	1050	0,00190	1,19	2,34	–
Защитный воск	2,00	1,11	810	0,00247	1,55	2,34	–
Техуглерод N660	52,00	28,89	1860	0,02796	17,51	60,84	–
<i>Итого</i>	180,00	100,00	–	0,15962	100,00000		213,19

Теоретическая плотность резиновой смеси – 1128 кг/м³.

Объем загрузки смесительного оборудования РС-270 на 1-й стадии – 0,187 м³, на 2-й стадии – 0,189 м³.

Комбинация каучуков СКИ-3 (50,00 мас. ч.) и СКД (50,00 мас. ч.) в рецептуре данной резиновой смеси приводит к резкому повышению усталостной выносливости, а также обеспечивает удовлетворительные технологические свойства смесей и прочность стыка боковины.

Принимая во внимание то, что боковина работает в режиме заданной деформации, с целью снижения напряжений в резине и, соответственно, повышения ее работоспособности при выборе содержания вулканизирующей группы стремятся к созданию материала с относительно низким модулем при сохранении прочностных свойств. В связи с этим содержание серы в резине боковины составляет 1,30 мас. ч.

Резиновые смеси должны обладать достаточной устойчивостью к преждевременной вулканизации при температуре переработки, поэтому в резиновых смесях для боковины применяют ускорители с большим индукционным периодом. В качестве ускорителя вулканизации используется сантокур CBS (0,90 мас. ч.). Сантокур CBS производится в форме порошка и вводится для повышения скорости вулканизации резиновой смеси в главном периоде. Данный ускоритель обладает замедленным действием в начальной стадии вулканизации и высокой активностью на последующих стадиях. Резиновая смесь с данным ускорителем устойчива к подвулканизации и может обрабатываться при сравнительно высоких температурах.

Наибольшую активность ускорители вулканизации проявляют в присутствии цинковых белил (5,00 мас. ч.), которые являются активатором вулканизации. При использовании цинковых белил увеличивается концентрация поперечных связей при одном и том же количестве связанной серы. Полученные вулканизаты характеризуются более высокими физико-механическими показателями: прочностью, сопротивлением раздиру и динамической выносливостью.

Также в качестве активатора вулканизации в резиновую смесь вводится стеариновая кислота (2,00 мас. ч.), которая является вторичным активатором ускорителей вулканизации и диспергатором компонентов.

При изготовлении деталей боковин смеси подвергаются интенсивной переработке, в это время наиболее важными являются пластозластические свойства и их стойкость к подвулканизации. Для повышения последней вводятся замедлители подвулканизации. В данном рецепте резиновой смеси используется бензойная кислота (0,80 мас. ч.), которая хорошо диспергируется в резиновой смеси и незначительно влияет на скорость вулканизации.

Для обеспечения хорошей перерабатываемости и лучшего распределения ингредиентов в каучуке вводятся мягчители и пластификаторы.

Применение масла И-40 в дозировке 5,00 мас. ч. способствует умеренному уменьшению вязкости резиновой смеси и незначительному изменению прочностных свойств вулканизатов. Наряду с маслом И-40 в рецептуру вводится канифоль (2,00 мас. ч.). При введении ее в резиновые смеси не только уменьшается их вязкость, но и существенно повышается клейкость и вследствие ее кислого характера замедляется подвулканизация.

Инден-стирольные и инден-кумароновые смолы (5,00 мас. ч.), кроме придания резиновым смесям хороших технологических свойств и большей клейкости, сохраняют высокое сопротивление вулканизатов разрыву.

Поскольку резины боковин, кроме знакопеременных деформаций, подвержены воздействию солнечного света и других атмосферных факторов, то противостарители вводятся в повышенных дозировках и в виде комбинации: дусантокс 6PPD (2,00 мас. ч.), защитный воск (2,00 мас. ч.) и ацетонанил Н (2,00 мас. ч.). Дусантокс 6PPD и ацетонанил Н являются эффективными антиоксидантами, антиозонантами и противоутомителями. Защитный воск относится к физическим противостарителям, которые выпотевают на поверхности резиновых изделий и образуют пленку, защищающую резины от атмосферного старения. Кроме того, они способствуют миграции химических противостарителей на поверхность резины, тем самым еще в большей степени защищая поверхностный слой резины от атмосферного старения.

Для снижения усадочных явлений и обеспечения каркасности резиновых смесей при шприцевании, а также получения резин с заданным модулем в рецептуру вводятся наполнители. В данном случае применяется технический углерод N660, обладающий средней активностью. Выбор марки его обусловлен тем, что технический углерод N660 сообщает резинам большую усталостную выносливость по сравнению с усиливающими типами технического углерода. Введение наполнителя (52,00 мас. ч.) осуществляется на первой стадии смешения.

Резиновая смесь для изготовления виброизоляторов (амортизаторов)

Резиновые виброизоляторы используют для смягчения воспринимаемых переменных по величине и направлению нагрузок, поглощения шума и вибрации при движении узлов машины. Требования, предъявляемые к данным изделиям, следующие: высокая износостойкость, стойкость к динамическим нагрузкам, низкие гистерезисные потери.

Резиновые смеси для изготовления изделий также должны удовлетворять перечню условий: хорошо перерабатывать на оборудовании, не допускать подвулканизации, обеспечивать заданные технические свойства резин, содержать доступные ингредиенты, обеспечивать минимальный расход энергии и максимальную производительность труда.

Рецептура резиновой смеси для изготовления амортизаторов, работающих в среде воздуха, представлена в табл. 2.8.

Для получения резины, обладающей высокими показателями износостойкости и стойкости к многократным деформациям, применяется комбинация каучуков СКИ-3 и СКД (75,00 и 25,00 мас. ч. соответственно). Совмещение этих каучуков позволяет также улучшить технологические свойства резиновых смесей (например, каркасность) и оказать весомый экономический эффект на затраты при производстве формовых резинотехнических изделий.

Таблица 2.8

Рецептура резиновой смеси для изготовления амортизаторов

Наименование каучука и ингредиентов	Массовые части на 100 мас. ч. каучука	Массовые проценты	Плотность каучука и ингредиентов, кг/м ³	Объем каучука и ингредиентов, м ³	Объемные проценты	Расчетная навеска компонентов на одну заправку, кг
СКИ-3	75,00	31,94	920	0,0815	48,21	14,64
СКД	25,00	10,65	910	0,0275	16,25	4,88
Сера молотая	2,25	0,96	2050	0,0011	0,65	0,44
Сульфенамид Ц	0,60	0,26	1300	0,0005	0,27	0,12
Белила цинковые	45,50	19,37	5470	0,0083	4,92	8,88
Стеариновая кислота	2,00	0,85	950	0,0021	1,25	0,39
Ангидрид фталевый	0,50	0,21	1300	0,0004	0,23	0,10
Ацетонанил Н	1,00	0,43	1050	0,0010	0,56	0,20
IPPD	2,00	0,85	1180	0,0017	1,00	0,39
Защитный воск	1,00	0,42	810	0,0012	0,73	0,19
Техуглерод N234	40,00	17,03	1800	0,0222	13,14	7,81
Техуглерод N774	40,00	17,03	1850	0,0216	12,79	7,81
<i>Итого</i>	234,85	100,00	–	0,1691	100,00	45,84

Теоретическая плотность резиновой смеси – 1389 кг/м³.

Объем загрузки смесительного оборудования X(S)M-55 – 0,033 м³.

Поскольку в рецептуре используются непередельные каучуки (СКИ-3 и СКД), вулканизирующим агентом является сера (2,25 мас. ч.). Она позволяет достичь наибольшей динамической выносливости резин за счет образования полисульфидных связей в процессе вулканизации изделий.

Для придания резиновой смеси высокой стойкости к подвулканизации (за счет широкого индукционного периода) вводится ускоритель вулканизации сульфенамид Ц (0,60 мас. ч.). Он также обеспечивает резиновым смесям быстрое достижение оптимума вулканизации.

Белила цинковые (45,50 мас. ч.) в данной резиновой смеси выполняют двойную функцию, являясь одновременно и первичным активатором процесса вулканизации, и наполнителем. В качестве активатора цинковые белила увеличивают концентрацию поперечных связей при одном и том же содержании связанной серы. Использование цинковых белил в качестве наполнителя повышает теплопроводность изделий.

Стеариновая кислота (2,00 мас. ч.) является вторичным активатором вулканизации и способствует лучшему диспергированию порошкообразных ингредиентов (это обусловлено дифильным характером ее молекул и поверхностно-активными свойствами).

Для замедления нежелательного процесса подвулканизации в смесь вводится фталевый ангидрид в количестве 0,50 мас. ч. Фталевый ангидрид хорошо диспергируется в резиновой смеси, не оказывает влияния на скорость вулканизации и физико-механические показатели вулканизатов.

Комбинация двух марок технического углерода N234 и N774 (по 40,00 мас. ч. каждого), вводимая в резиновую смесь, обеспечивает хорошие технологические свойства при переработке резиновых смесей: меньшую усадку, лучшую каркасность заготовок. Комбинация наполнителей также придает изделиям необходимые динамические характеристики и твердость. Изделие эксплуатируется в условиях светового, теплового и озонового старения, поэтому для защиты от этих условий в резиновой смеси применяется комбинация химических противостарителей: ацетонанила Н (1,00 мас. ч.) и IPPD (2,00 мас. ч.). IPPD также является эффективным противоутомителем для изделий, работающих в условиях динамических нагрузок.

В качестве инертного физического антиозонанта в данной резиновой смеси используется защитный воск (1,00 мас. ч.). Он мигрирует

на поверхность резины, образуя на ней защитную пленку, имеющую кристаллическую структуру, а также способствует миграции химических антиозонантов на поверхность.

2.7.4. Характеристика каучуков и ингредиентов

Характеристика каучуков и ингредиентов, используемых в производстве шин и резинотехнических изделий, приводится в виде табл. 2.9. В ней, помимо каучуков и ингредиентов, может содержаться характеристика применяемых материалов (ткани, корды, смазки и др.).

В графе «Контролируемые показатели» должны быть не только перечислены контролируемые показатели для данного вида сырья, но и указано их количественное значение.

2.7.5. Описание технологической схемы процесса

В данном подразделе на основании 2.7.1 «Обоснование реконструкции (техническое перевооружение)» представляется описание технологической схемы с учетом предлагаемых мероприятий. При этом указываются технологические режимы и параметры проводимого процесса, его физико-химическая сущность, последовательность операций, способы транспортировки резиновых смесей, полуфабрикатов, материалов и готовой продукции.

После описания технологической схемы приводятся методы и способы контроля качества изделия и полуфабрикатов, а также перечень возможных видов брака и пути их устранения.

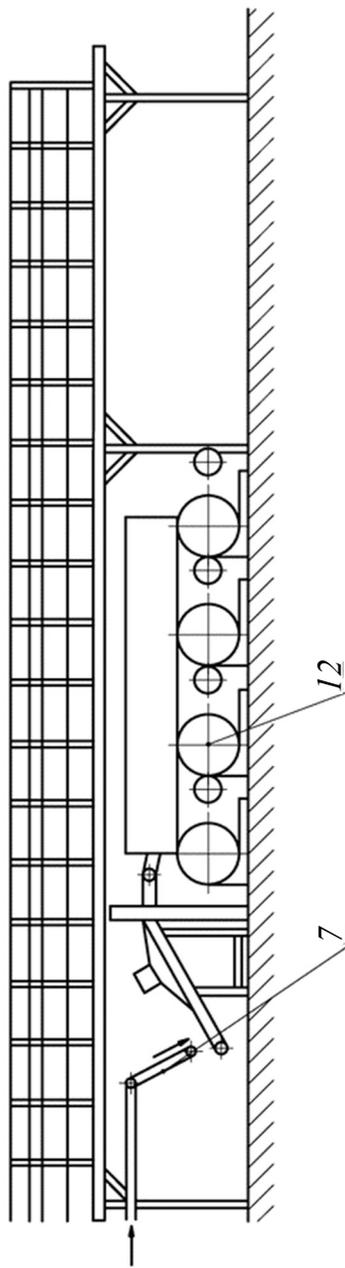
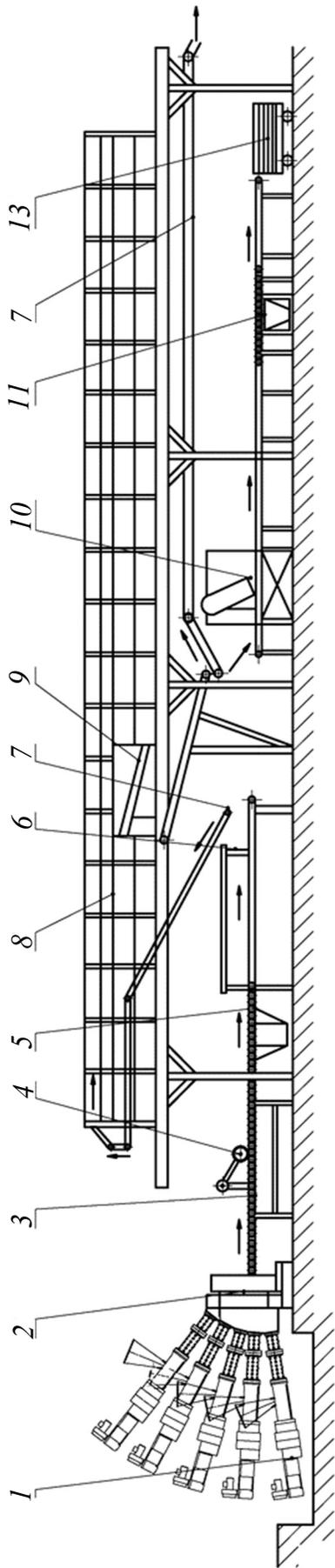
При разработке технологического процесса изготовления резиновых смесей описание его должно включать: подготовку каучуков и ингредиентов к процессу изготовления резиновых смесей; выбор и обоснование способа транспортировки каучуков и ингредиентов со склада в подготовительный цех; выбор и обоснование способов приготовления резиновых смесей с указанием режимов; физико-химическую сущность процесса развески и приготовления резиновых смесей; контроль процесса смешения; последовательность обработки резиновых смесей после смешения; контроль качества резиновых смесей; возможные виды брака, причины возникновения и способы устранения.

Пример описания технологической схемы

Технологическая схема процесса изготовления протекторных заготовок на экструзионной линии «Пентаплекс» представлена на рисунке.

Характеристика каучуков, ингредиентов и материалов

Наименование материалов	Нормативный документ	Назначение материалов	Химическая формула	Контролируемые показатели	Выпускаемая форма материалов	Вид упаковки, тары	Возможные способы транспортировки материалов со склада в цех	Возможные способы развески каучуков и ингредиентов	
СКИ-3	ГОСТ 24605-81	Каучук	$\left[\begin{array}{c} \text{—CH}_2\text{—C=CH—CH}_2\text{—} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array} \right]_n$	<i>Пример</i>		Брикеты 30 ± 1 кг	Полиэтиленовая пленка, деревянно-ящики	Автотранспортом, подвесной портной системой, электропортом	Автоматический, ручной
				<p>Вязкость по Муни, усл. ед. – 65–74;</p> <p>Пластичность – 0,36–0,41;</p> <p>Массовая доля стабилизаторов, % – 0,20–0,40;</p> <p>Условная прочность при растяжении при 23°C, МПа, не менее – 27;</p> <p>Условная прочность при растяжении при 100°C, МПа – 22,5;</p> <p>Относительное удлинение при разрыве, %, не менее – 500;</p> <p>Эластическое восстановление после определения пластичности, мм, не более – 1,8</p>					



Технологическая схема процесса изготовления протекторных заготовок на экструзионной линии «Пентаплекс»:

1 – экструдеры; 2 – экструзионная головка; 3 – усадочный транспортер; 4 – устройство маркировки;

5 – станция взвешивания; 6 – устройство измерения ширины; 7 – ленточный конвейер;

8 – двухуровневая охлаждающая установка; 9 – станция обдува; 10 – резательная машина;

11 – весы; 12 – бобина; 13 – книжка-тележка

Резиновые смеси заданной ширины в паллетах напольным транспортом подаются к питателям экструдеров штифтового типа 1. Загрузочные транспортеры оборудованы звуковыми магнитными металлоискателями. Питающие конвейеры обеспечивают подачу холодной резиновой смеси в экструзионный агрегат «Пентаплекс», который включает в себя пять экструдеров штифтового типа. Штифты многократно разбивают резиновую смесь, что обеспечивает гомогенизацию ее по массе и температуре, а также усиливает сцепление материала со стенками цилиндра и тем самым способствует росту производительности. Штифтовой экструдер включает в себя три узла, температура в которых поддерживается станцией темперирования: шнек ($T = 85^{\circ}\text{C}$), цилиндр ($T = 60\text{--}90^{\circ}\text{C}$) и голова ($T = 90^{\circ}\text{C}$). Цилиндр, в свою очередь, состоит из четырех температурных зон: зона загрузки ($T = 50^{\circ}\text{C}$), зона сжатия ($T = 50^{\circ}\text{C}$), зона пластикации ($T = 60^{\circ}\text{C}$) и зона нагнетания ($T = 90^{\circ}\text{C}$).

В начале процесса (после длительных простоев) температурные зоны нагреваются циркулирующей водой до номинальных температур после прохождения холодной воды через электронагреватели. За счет образующихся сил трения между резиновой смесью и червяком, а также резиновой смесью и корпусом экструдера ее температура значительно повышается, поэтому напряжение периодически уменьшается (для регулирования температур), что приводит к охлаждению резиновой смеси (для предотвращения ее подвулканизации).

Экструдеры передают разогретую резиновую смесь в профилирующую головку 2 пентаплексного агрегата. При помощи вставленных предварительно шаблонов, предварительной и окончательной профильных планок в головке формируется объединенный из пяти (или менее) разных резиновых смесей профиль одного протектора или одной (двух) боковины. Положением отдельных частей экструзионной головки управляют гидравлические цилиндры, что позволяет производить замену вставок, предшаблонов и шаблонов, очистку головки, в том числе разборку и сборку червяков. Гидравлические цилиндры питают гидравлический агрегат – источник сжатой жидкости (масла).

Через загрузочную воронку в экструдер поступает резиновая смесь, имеющая температуру 25°C , которая после подвергается разогреву, сжатию и пластикации. На выходе из экструдера установлены вкладыши, задающие направление движения потока резиновой смеси. Далее резиновая смесь проходит через предварительную и окончательную планки, в которых протекторная заготовка приобретает заданный профиль. Заготовка, выходящая из экструзионной головки,

имеет температуру 110°C. На выходе из экструзионной головки выделяются пары, получаемые при горячей экструзии. Для их удаления применяется вытяжное оборудование. Откидная часть конструкции для сбора паров (вытяжного зонта) находится над экструзионной головкой, неподвижная часть вытяжного зонта установлена над усадочным конвейером.

Тянущий валок, который расположен в начале наклонного конвейера (рольганга) после головки, оттягивает резиновый профиль из головки на усадочный транспортер 3. Различные диаметры роликов усадочного конвейера обеспечивают усадку заготовки. В зависимости от пластичности смеси происходит усадка заготовки на 10–15%. На усадочном конвейере находится устройство для маркировки 4. С помощью маркировочной краски на профилированную ленту наносятся маркировочные полосы (не более пяти) для идентификации протекторной заготовки и буквенная маркировка (дата, смена, размер и модель шины) с помощью оттиска на профилированной ленте. Далее профиль перемещается на конвейер, на котором находятся весы погонного метра 5. Измерение ширины профиля осуществляется бесконтактным методом с помощью камеры 6 после измерения одного погонного метра профилированной ленты. Весы погонного метра считывают вес профиля, система управления регулирует скорость усадочного конвейера и скорость линии в зависимости от величины веса.

Затем профиль по ленточному конвейеру 7 поступает в двухуровневую охлаждающую установку 8. В ее состав входят транспортер, устройство для автоматического введения профиля, три горизонтальных охлаждающих конвейера и нисходящий конвейер. Охлаждающее устройство представляет собой систему ванн. Для того чтобы вода свободно сливалась в поддон, внутри имеются перфорированные пластмассовые транспортные ленты. Охлаждение экструдированного профиля на охлаждающих конвейерах производится орошением водой сверху и снизу. Температура охлаждающей воды не превышает 25°C. Перемещение ленты в камере осуществляется с помощью транспортеров, которые установлены ярусом для уменьшения длины камеры. В конце третьего горизонтального охлаждающего конвейера расположено первое устройство обдува 9, предназначенное для удаления с поверхности профиля остатков влаги за счет обдува сжатым воздухом сверху и снизу из сопел. Сопла подсоединены к вентилятору с шумозащитной крышей. Далее профиль поступает на ниспадающий конвейер, на переходной конвейер и в станок поперечного раскроя 10

для раскроя профиля на заготовки (отрезки) заданной длины. Отрезки попадают на ускорительный конвейер и на конвейер второго устройства обдува для удаления с поверхности отрезков остатков охлаждающей воды. Далее через ускорительный конвейер отрезки поступают на штучные весы 11, которые контролируют их вес. За штучными весами находится отборочный конвейер, с которого обслуживающий персонал обеспечивает укладку заготовок в книжки-тележки 13. В зависимости от технологических особенностей сборочного комплекса возможно осуществление закатки профиля в бобины 12. В процессе хранения происходит окончательная усадка на 1,5–2,0% за 2 ч, при этом заготовки должны лежать свободно, не свешиваясь.

Линия «Пентаплекс» позволяет получить заготовки с большой монолитностью при выпуске подканавочного слоя, использовать для беговой части протектора две резиновые смеси с различными свойствами. При этом габариты деталей стабилизируются в пределах 0,1 мм. Благодаря такой высокой точности снижаются силовая неоднородность, динамический дисбаланс шины, повышается комфортность езды.

2.7.6. Материальный баланс

Расчет материального баланса сводится к расчету суточного и годового количества изделий или полуфабрикатов (с учетом отбора на проведение испытаний); расчету суточного и годового расхода резиновых смесей; расчету суточного и годового расхода каучуков, ингредиентов и материалов.

В основу расчета материального баланса положены заводские нормы расхода полуфабрикатов на принятую расчетную единицу изделий (1000 шт. покрышек, 1000 пар обуви и т. д.) и нормы потерь на различных стадиях технологического процесса (при смешении, вальцевании, стрейнировании, вулканизации и т. д.). Нормы расхода и нормы потерь могут корректироваться исходя из предлагаемых мероприятий по усовершенствованию технологического процесса. Расчеты проводятся на основании заданного объема выпуска изделий или полуфабрикатов, режимного фонда времени работы.

2.7.6.1. Расчет материального баланса при проектировании шинного производства

Материальный баланс составляется по заданному ассортименту на суточную и годовую потребность производства. При составлении его определяется необходимое количество сырья, материалов, полуфабрикатов для выполнения заданной программы производства.

Материальный баланс содержит:

- расчет суточного и годового количества товарной продукции;
- определение потребного количества изделий для испытаний;
- расчет суточного и годового расхода резиновых смесей, каучука, ингредиентов, текстильных и вспомогательных материалов, металлоизделий по проектируемому производству исходя из установленных норм расхода материалов на единицу изделий с учетом отходов (неизбежные потери при хранении, транспортировке, технологическом процессе).

При расчете обычно принимаются заводские нормы расхода материалов, отходов и потерь. В табл. 2.10–2.20 представлены примеры оформления материального баланса расхода компонентов для приготовления резиновых смесей, клеев, смазок, пропиточного и изолирующего составов, а также вспомогательных материалов для изготовления шин.

Таблица 2.10

Расчет суточного и годового выпуска изделий

Наименование изделий	Выпуск продукции, шт.		Отбор изделий на испытания, шт.			Производственная программа с учетом отбора изделий на испытания, шт.	
	год	сутки	%	год	сутки	год	сутки
<i>Пример</i>							
Автопокрышка 16.9 R38	2200	6,45	0,25	6	0,02	2206	6,62

Примечания:

1. Процент отбора изделий на испытания принимается исходя из заводских данных или из ГОСТа.
2. Расчет суточной производственной программы выполняется исходя из режимного фонда времени работы предприятия в году.

Таблица 2.11

Расчет суточного и годового расхода резиновых смесей

Наименование резиновых смесей	Расход на 1000 шт. изделий, кг	Процент потерь и отходов резиновых смесей	Расход на 1000 шт. изделий с учетом потерь и отходов, кг	Потребность в резиновой смеси на программу с учетом потерь и отходов	
				в сутки, кг	в год, т
<i>Пример</i>					
Для изготовления протектора	41340	0,18	41414,41	911,79	310,92

Примечание. При расчете расхода резиновых смесей необходимо привести данные не менее 5 наименований резиновых смесей.

Таблица 2.12

Расчет суточного и годового расхода каучука и ингредиентов

Наименование каучуков и ингредиентов	Массовый процент по рецепту	Расход каучуков и ингредиентов		Процент безвозвратных потерь каучуков и ингредиентов	Расход каучуков и ингредиентов с учетом потерь	
		в год, т	в сутки, кг		в год, т	в сутки, кг
<i>Пример</i>						
СКИ-3	19,31	137,20	402,34	0,09	137,32	402,70
Масло И-40	8,70	61,81	181,27	0,08	61,86	181,42

Таблица 2.13

Сводная таблица материального баланса расхода каучуков и ингредиентов для приготовления резиновых смесей

Наименование ингредиентов	Назначение смеси						Итого	
	А		Б		и т. д.		в сутки, кг	в год, т
	в сутки, кг	в год, т	в сутки, кг	в год, т	в сутки, кг	в год, т		

Примечание. А, Б – наименование резиновых смесей.

Таблица 2.14

Расчет потребного количества клеев и смазок

Назначение клея или смазки	Норма расхода на 1000 шт. покрышек	Потери		Расход на 1000 шт. покрышек с учетом потерь, кг	Расход на программу с учетом потерь	
		%	кг		в сутки, кг	в год, т

Таблица 2.15

Расчет потребного количества пропиточного состава для кордов

Наименование корда	Норма расхода на 1000 шт. покрышек	Потери		Расход на 1000 шт. покрышек с учетом потерь, кг	Расход на программу с учетом потерь	
		%	кг		в сутки, кг	в год, т

Таблица 2.16

Расчет потребного количества изолирующего состава для гранул и листов резиновых смесей

Вид резиновой смеси	Расход на 1 т смеси, кг	Потери		Расход на 1 т смеси с учетом потерь, кг	Расход состава на выпуск смесей с учетом потерь	
		%	кг		в сутки, кг	в год, т

Таблица 2.17

**Расход ингредиентов для приготовления клеев, смазок,
пропиточного и изолирующего составов**

Наименование ингредиентов	Массовый процент по рецепту	Расход ингредиентов		Процент потерь ингредиентов	Расход ингредиентов с учетом потерь	
		в год, кг	в сутки, кг		в год, кг	в сутки, кг

Таблица 2.18

**Расчет потребного количества обрезиненного корда,
металлокорда, корда-суровья и тканей**

Наименование материала	Ширина корда, ткани, м	Норма расхода обрезиненного корда на 1000 шт. покрышек, м ²	Процент потерь обрезиненного корда	Расход обрезиненного корда на 1000 шт. покрышек с учетом потерь, м ²
1	2	3	4	5
	<i>n</i>	<i>A</i>	<i>b</i>	$B = \frac{A(100+b)}{100}$
<i>Пример</i>				
25КНТС	1,60	1 006	1,55	10 567

Окончание табл. 2.18

Потребность в обрезиненном корде на программу, м ²		Коэффициент изменения площади корда при обрезинке	Потребность в корде-суровье			
			в год		в сутки	
в год	в сутки		м ²	м	м ²	м
6	7	8	9	10	11	12
$P = \frac{B \cdot X_1}{1000}$	$P = \frac{B \cdot X_2}{1000}$	<i>K</i>	$C = \frac{P}{K}$	$\frac{C}{n}$	$C_1 = \frac{P_1}{K}$	$\frac{C_1}{n}$
<i>Пример</i>						
208 744	558,20	0,98	213 004	132 128	569,5	356,1

Примечания:

1. Расчет потребности в обрезиненном корде осуществляется с учетом выпуска покрышек, отобранных на испытание. X_1 и X_2 – соответственно годовой и суточный выпуск покрышек с учетом отобранных на испытания.

2. При расчете потребности в корде-суровье необходимо учитывать коэффициент изменения его площади при обрезинке и ширину корда.

Таблица 2.19

Расчет потребного количества проволоки и вентиляй

Наименование материалов	Норма расхода на 1000 шт. покрышек	Потери		Расход на 1000 шт. покрышек с учетом потерь, кг	Расход на программу с учетом потерь	
		%	кг		в сутки, кг	в год, т

Таблица 2.20

Сводная таблица вспомогательных материалов для изготовления шин

Наименование материалов	Клеи и смазки		Пропиточный и изолирующий состав		Прочее		Итого	
	в сутки, кг	в год, т	в сутки, кг	в год, т	в сутки, кг	в год, т	в сутки, кг	в год, т

2.7.6.2. Расчет материального баланса при проектировании производства резинотехнических изделий

Производство резинотехнических изделий включает в себя:

- 1) производство формовых резинотехнических изделий;
- 2) производство неформовых резинотехнических изделий;
- 3) производство рукавов;
- 4) производство транспортерных лент и плоских приводных ремней.

В зависимости от ассортимента проектируемых изделий необходимо знать следующие данные: массу одной детали программы выпуска изделий в штуках при проектировании производств формовых РТИ; массу 1 м (метр длины) неформовых изделий (техпластина, шприцованные неформовые изделия и т. д.) и объем выпускаемой продукции в метрах (метр длины) при проектировании производства неформовых изделий.

Расчет материального баланса при проектировании производства формовых резинотехнических изделий

При производстве формовых резинотехнических изделий расчет годовой и суточной программ проводится согласно табл. 2.21.

Таблица 2.21

Расчет годового и суточного выпуска формовых резинотехнических изделий

Наименование изделия	Масса одного изделия, кг	Выпуск продукции, шт.		Отбор изделий на испытания, шт.			Производственная программа с учетом отбора изделий на испытания, шт.	
		год	сутки	%	год	сутки	год	сутки
<i>Пример</i>								
Амортизатор	0,530	9365	38,38	1,0	94	0,38	9459	38,76

Расчет суточной производительности осуществляется исходя из эффективного фонда времени $T_{эф}$, дни, который определяют по формуле

$$T_{\text{эф}} = T_{\text{к}} - T_{\text{рем}} - T_{\text{пр}} - T_{\text{вых}}, \quad (2.8)$$

где $T_{\text{к}}$ – календарный фонд времени, дни; $T_{\text{рем}}$ – ремонтные дни; $T_{\text{пр}}$ – праздничные дни; $T_{\text{вых}}$ – выходные дни.

Для расчета материального баланса при производстве амортизаторов были приняты следующие данные: $T_{\text{к}} = 365$ дней, $T_{\text{рем}} = 10$ дней, $T_{\text{пр}} = 10$ дней, $T_{\text{вых}} = 101$ день.

$$T_{\text{эф}} = 365 - 10 - 10 - 101 = 244 \text{ дня.}$$

Суточный выпуск $V_{\text{сут}}$, шт., находят из соотношения

$$V_{\text{сут}} = \frac{V_{\text{год}}}{T_{\text{эф}}}, \quad (2.9)$$

где $V_{\text{год}}$ – годовой выпуск продукции, шт.

Годовой выпуск амортизаторов составляет 9365 шт. Тогда суточный выпуск

$$V_{\text{сут}} = \frac{9365}{244} = 38,38 \text{ шт.}$$

С учетом процента отбора изделий на испытания в год годовая производственная программа $\Pi_{\text{год}}$, шт., рассчитывается по формуле

$$\Pi_{\text{год}} = V_{\text{год}} + (V_{\text{год}} \cdot O_{\text{исп}}), \quad (2.10)$$

где $O_{\text{исп}}$ – отбор изделий на испытания в год, шт.

Процент отбора амортизаторов на испытания составляет 1,0%. Годовая производственная программа

$$\Pi_{\text{год}} = 9365 + (9365 \cdot 0,01) = 9459 \text{ шт.}$$

Суточная производственная программа с учетом отбора изделий на испытания в сутки $\Pi_{\text{сут}}$, шт., вычисляется по формуле

$$\Pi_{\text{сут}} = \frac{\Pi_{\text{год}}}{T_{\text{эф}}}. \quad (2.11)$$

Суточная производственная программа амортизаторов с учетом отбора на испытания

$$\Pi_{\text{сут}} = \frac{9459}{244} = 38,76 \text{ шт.}$$

Расчет потребности в резиновых смесях, суточного и годового расхода каучуков и ингредиентов производится в соответствии с табл. 2.11–2.13.

Расчет материального баланса при проектировании производства неформовых резинотехнических изделий

При производстве неформовых резинотехнических изделий (тех-пластина, шприцованные неформовые изделия и т. д.) расчет годовой и суточных программ выполняется согласно табл. 2.22.

Таблица 2.22

Расчет годового и суточного выпуска неформовых резинотехнических изделий

Наименование изделий	Масса 1 м изделия, кг	Выпуск продукции, тыс. м		Отбор изделий на испытания, м			Производственная программа с учетом отбора изделий на испытания, тыс. м	
		год	сутки	%	год	сутки	год	сутки

Расчет потребности в резиновых смесях, суточного и годового расхода каучуков и ингредиентов производится также согласно табл. 2.11–2.13.

Расчет материального баланса при проектировании производства рукавов

При производстве рукавов расчет годовой и суточной программ осуществляется по табл. 2.21, а расход резиновых смесей – по табл. 2.23.

Таблица 2.23

Расчет расхода резиновых смесей для производства заданного количества рукавных изделий

Наименование изделий	Шифр резиновой смеси и ее назначение	Плотность резиновой смеси, кг/м ³	Расход резиновой смеси на 1000 м рукавов	
			при плотности смеси 1000 кг/м ³ , кг	при фактической плотности данной смеси, кг
1	2	3	4	5

Окончание табл. 2.23

Потери резиновых смесей		Расход резиновой смеси на 1000 м рукавов с учетом потерь, кг	Годовой выпуск рукавных изделий, млн (тыс.) м	Расход резиновых смесей с учетом потерь (валовой расход)	
%	кг			в год, т	в сутки, кг
6	7	8	9	10	11

Расчет суточного и годового расхода каучука и ингредиентов, включая сводную таблицу материального баланса, аналогичен расчетам по табл. 2.11–2.13.

Расчет потребного количества армирующих материалов для производства рукавов оформляется в соответствии с табл. 2.24.

Таблица 2.24

Расчет потребного количества текстильных материалов для производства рукавов оплеточной и навивочной конструкций

Наименование изделий	Тип и основная характеристика нитей для изготовления силового слоя	Число оплеток	Расход текстильного материала на 1000 м рукавов, кг	Потери		
				на испытания	межоперационные	всего
1	2	3	4	5	6	7

Окончание табл. 2.24

Расход с учетом потерь текстильного материала на 1000 м рукавов, кг	Годовой выпуск рукавных изделий, тыс. м	Валовой расход текстильного материала на заданное количество рукавов	
		в год, т	в сутки, кг
8	9	10	11

Примечания:

1. Расход потребного количества проволоки для производства определенных типов рукавов рассчитывается так же, как и для текстильных материалов.
2. Расчет потребного количества тканей для рукавов обмоточной конструкции аналогичен расчетам, приведенным в табл. 2.18.

Расчет материального баланса при проектировании производства транспортерных лент и плоских приводных ремней

Расчет годовой и суточной программ выполняется в соответствии с табл. 2.25.

Таблица 2.25

Расчет потребного количества резиновых смесей для заданного производства транспортерных лент и плоских приводных ремней

Наименование изделий	Шифр резиновой смеси и ее назначение	Плотность резиновой смеси, кг/м ³	Расход резиновой смеси на 1000 м ² прокладки, кг		Потери резиновых смесей		Годовой выпуск изделий, м ²	Расход резиновых смесей с учетом потерь	
			при плотности смеси 1000 кг/м ³	при фактической плотности данной смеси	%	кг		в год, т	в сутки, кг

Расчет суточного и годового расхода каучуков и ингредиентов, включая сводную таблицу материального баланса их расхода для всех смесей, аналогичен расчету при проектировании шинного производства.

Расчет потребного количества текстильных материалов проводится согласно табл. 2.26.

Таблица 2.26

Расчет потребности в текстильных материалах

Наименование изделий	Характеристика ткани, идущей на изготовление сердечника		Процент отхода ткани
	тип ткани	ширина ткани в суровье, м	
1	2	3	4

Окончание табл. 2.26

Расход ткани с учетом потерь на 1000 м ² прокладки транспортерных лент, м ²		Годовая программа выпуска прокладки, тыс. м ²	Валовой расход ткани в суровье			
фрикционная ткань	ткань в суровье		в год		в сутки	
		м ²	м	м ²	м	
5	6	7	8	9	10	11

2.7.6.3. Расчет материального баланса при проектировании производства обуви

Расчет материального баланса по производству обуви выполняется в соответствии с табл. 2.27–2.31.

Таблица 2.27

Расчет суточного и годового выпуска обуви

Наименование изделий	Выпуск товарной продукции, пар		Отбор изделий на испытания		Расчетное задание в парах	
	в год	в сутки	%	количество пар	в год	в сутки

Примечание. Расчет производится исходя из количества рабочих дней предприятия в году.

Таблица 2.28

Расчет суточного и годового расхода резиновых смесей без учета потерь

Наименование изделий	Назначение и шифр резиновой смеси	Расчетное задание в парах		Расход резиновых смесей на 1000 пар, кг	Расчет на программу	
		в сутки	в год		в сутки, кг	в год, т

Таблица 2.29

Расчет суточного и годового расхода резиновых смесей с учетом потерь

Назначение и шифр резиновой смеси	Расход без потерь		Количество потерь в год			Расход с потерями	
	в сутки, кг	в год, т	%	в сутки, кг	в год, т	в сутки, кг	в год, т

Примечание. Расчет суточного и годового расхода каучука и ингредиентов проводится в соответствии с табл. 2.12 и 2.13.

Таблица 2.30

Расчет суточного и годового расхода текстильных материалов

Наименование изделий	Тип ткани	Ширина ткани, м	Отходы, %	Расход ткани с учетом потерь на одну пару		Валовой расход ткани			
						в сутки		в год	
				м	м ²	м	м ²	м	м ²

Таблица 2.31

Расчет суточного и годового расхода клея

Назначение клея	Норма расхода на одну пару, кг	Потери		Расход на одну пару с учетом потерь, кг	Расход на программу с учетом потерь	
		%	кг		в сутки, кг	в год, т

2.7.7. Выбор и расчет основного и вспомогательного оборудования**2.7.7.1. Выбор и расчет потребного количества основного оборудования при проектировании шинного производства**

В соответствии с разработанной технологической схемой осуществляется выбор оборудования на основе опыта передовых отечественных и зарубежных предприятий.

Расчет необходимого количества резиносмесителей производится по форме табл. 2.32.

Таблица 2.32

Расчет потребного количества резиносмесителей

Шифр и назначение смеси	Годовой расход резиновой смеси на программу, кг	Производительность резиносмесителя, кг/ч	Потребное количество машино-часов в год	Годовой эффективный фонд времени работы резиносмесителя, ч	Расчетное количество резиносмесителей, шт.
-------------------------	---	--	---	--	--

Производительность резиносмесителя Q , кг/ч, находят по формуле

$$Q = \frac{60 \cdot V \cdot \rho \cdot \alpha}{\tau}, \quad (2.12)$$

где V – объем загрузки резиносмесителя, м^3 ; ρ – плотность смеси, $\text{кг}/\text{м}^3$; α – коэффициент использования машинного времени (принимается 0,8–0,9); τ – продолжительность цикла смешения, мин.

Расчет эффективного времени работы оборудования $T_{\text{эф}}$, ч, выполняют по формуле

$$T_{\text{эф}} = T - T_{\text{ппр}} - T_{\text{н. пр}}, \quad (2.13)$$

где T – режимный фонд времени работы оборудования, который рассчитывается исходя из режимного фонда времени работы предприятия в году и количества часов работы оборудования в сутки. При этом необходимо учитывать, что суточный фонд времени работы технологического оборудования составляет 23 ч; $T_{\text{ппр}}$ – затраты времени на планово-предупредительный ремонт; $T_{\text{н. пр}}$ – время неизбежных технологических простоев (чистка, разогрев, заправка, перезарядка и т. д.); $T_{\text{ппр}}$ и $T_{\text{н. пр}}$ принимаются по данным завода.

Распределение резиновых смесей по резиносмесителям осуществляется в соответствии с табл. 2.33.

Таблица 2.33

Распределение резиновых смесей по резиносмесителям

Номер резиносмесителя	Тип резиносмесителя	Назначение резиновой смеси	Расчетное количество резиносмесителей			Принятое количество резиносмесителей			Коэффициент использования оборудования
			1-я стадия	2-я стадия	3-я стадия	1-я стадия	2-я стадия	3-я стадия	

Расчет оснастки резиносмесителя

Расчет оснастки резиносмесителя проводится по табл. 2.34 и 2.35.

Таблица 2.34

Расчет необходимого количества и объема бункеров для резиносмесителя № _____

Наименование ингредиентов	Расход ингредиентов в сутки, т	Часовой расход ингредиента, т/ч	Время хранения ингредиента в бункере, ч	Масса запаса, т
1	2	3	4	5
		A	t	$P = A \cdot t$

Окончание табл. 2.34

Насыпная масса ингредиента, т/м ³	Объем запаса, м ³	Объем бункера, м ³	Количество бункеров, шт.	
			по расчету	принятое к установке
6	7	8	9	10
α	$V_3 = \frac{P}{\alpha}$	$V_6 = K \cdot V$	$n_p = \frac{V_3}{V_6}$	n_y

Таблица 2.35

Выбор и характеристика весов для оснащения резиносмесителя № _____

Номер и тип резиносмесителя	Шифр и назначение резиновой смеси	Наименование ингредиентов	Навеска ингредиента по рецепту	Тип весов	Характеристика весов

Примечание. Выбор весов производится по справочной литературе с учетом возможности взвешивания на одних весах до четырех компонентов.

Время хранения ингредиентов определяется исходя из практических данных работы заводов и справочной литературы; объем бункера – по каталогу; $K = 0,6–0,7$ – коэффициент заполнения бункера; V – объем бункера по каталогу. При рассмотрении вопросов о хранении ингредиентов на складах, а также процесса смешения необходимо привести техническую характеристику бункеров. Бункер для технического углерода (табл. 2.36) предназначен для создания в зоне резиносмесителя технологического запаса технического углерода и для промежуточного хранения его перед подачей питателем к дозирующему устройству.

Таблица 2.36

Техническая характеристика бункеров для технического углерода

Показатель	Значение показателя	
	БТУ-4,5	БТУ-8
Полный объем бункера, м ³	4,5	8,0
Давление сжатого воздуха в пневмосистеме, МПа	0,4	0,6
Расход сжатого воздуха, м ³ /ч, не более	0,38	
Тип вибратора	Пневматический	
Габаритные размеры, мм, не более:		
длина	1522	2068
ширина	1522	1918
высота	4207	4214
Масса, кг, не более	900	1240

В бункере устанавливаются реле верхнего и нижнего уровней материала; для предотвращения сводообразования применяются различные устройства: пульсаторы-сводоразрушители, вибраторы, пневмопушки.

Для промежуточного хранения порошкообразных ингредиентов и создания технологического запаса сыпучих химикатов применяются различные по конструкции и техническим характеристикам бункеры (табл. 2.37 и 2.38).

Таблица 2.37

Техническая характеристика бункера для серы

Показатель	Значение показателя
Полный объем бункера, м ³	2,0
Расход сжатого воздуха, м ³ /ч, не более	0,17
Тип вибратора	Пневматический
Габаритные размеры, мм, не более:	
длина	1618
ширина	1250
высота	2290
Масса, кг, не более	380

Таблица 2.38

Техническая характеристика бункера для сыпучих химикатов

Показателя	Значение показателя
Полный объем бункера, м ³	2,0
Давление сжатого воздуха в пневмосистеме, МПа	0,4–0,6
Расход сжатого воздуха, м ³ /ч, не более	0,17
Тип вибратора	Пневматический
Габаритные размеры, мм, не более:	
длина	1280
ширина	1070
высота	3135

Жидкие материалы – масла, дибутилфталат и другие подаются из железнодорожных цистерн по трубопроводу через фильтр в резервуары-хранилища, имеющие при необходимости змеевики или паровые рубашки для подогрева материала. Затем они по трубопроводам перекачиваются в промежуточные расходные емкости, в которых происходит подогрев, плавление, фильтрация, а затем передача мягчителей на весовой дозатор в подготовительных производствах (табл. 2.39).

Для хранения разных групп материалов обычно устанавливаются следующие склады: каучуков, химикатов, технического углерода, текстильных материалов, вязких и жидких материалов, готовой продукции. Расчет площади заводских складов для сырья, материалов и готовой продукции проводится согласно формулам, приведенным ниже.

Таблица 2.39

Техническая характеристика емкости с обогревом

Показатель	Значение показателя
Полный объем, л	330 ± 7
Рабочий объем, л	300 ± 9
Рабочая температура внутри емкости, °С	80–90
Давление пара в рубашке, МПа	0,15–0,20
Температура пара, °С	115 ± 5
Расход пара на обогрев, кг/ч, не более	81
Тип реле уровня	Вибрационный
Частота вращения мешалки, об/мин, не более	50
Габаритные размеры, мм, не более:	
длина	1160
ширина	1160
высота	2010
Масса, кг, не более	620

Размеры и оборудование складов рассчитываются с учетом норм запаса материала, принятых по данным завода.

Общий запас материала M определяют по следующей формуле

$$M = P \cdot H, \quad (2.14)$$

где P – суточный расход материала; H – норма запаса материала, дни.

Расчет норм запаса материалов на складе необходимо привести в виде табл. 2.40.

Таблица 2.40

Расчет норм запаса материалов на складе

Материал	Суточный расход материала	Норма запаса материала, дни	Общий запас материала
	P	H	M

Потребное количество стеллажей n , шт., вычисляют из соотношения

$$n = \frac{M}{A}, \quad (2.15)$$

где A – загрузка стеллажа, т.

Потребное количество штабелей c , шт., определяют по формуле

$$c = \frac{n}{b}, \quad (2.16)$$

где b – количество стеллажей в штабеле, шт.

Полезную площадь S , m^2 , для хранения каучуков и химикатов находят по следующей формуле:

$$S = a \cdot c, \quad (2.17)$$

где a – площадь одного штабеля, m^2 .

Расчет данных для площади хранения каучуков и химикатов необходимо свести в табл. 2.41.

Таблица 2.41

Расчет площади для хранения каучуков и химикатов

Наименование компонентов	Общий запас материала, т	Способ хранения	Загрузка стеллажа, т	Потребное количество стеллажей, шт.	Количество стеллажей в штабеле, шт.	Потребное количество штабелей, шт.	Площадь одного штабеля, m^2	Полезная площадь, m^2
	M		A	n	b	c	a	S

Примечания:

1. Для текстильных материалов предварительно рассчитывается количество рулонов по формуле (2.15).
2. Для вентиляей и проволоки расчет ведется на количество ящиков (в ящике находится 100 шт. вентиляей) и на количество бухт.
3. Для готовой продукции расчет выполняется с учетом норм запаса.

Объем технического углерода V , m^3 , вычисляют по формуле

$$V = \frac{M}{\rho_n}, \quad (2.18)$$

где M – общий запас технического углерода, т; ρ_n – насыпная масса, t/m^3 .

Рабочий объем бункера V_p , m^3 , для технического углерода рассчитывают по следующей формуле:

$$V_p = K \cdot V_n, \quad (2.19)$$

где K – коэффициент заполнения бункера (принимается $K = 0,6-0,7$); V_n – полный объем бункера, m^3 (берется по каталогу).

Расчетное потребное количество бункеров n_p , шт., для технического углерода определяют по формуле

$$n_p = \frac{V}{V_p}. \quad (2.20)$$

Полезную площадь S , m^2 , для хранения наполнителей находят по следующей формуле:

$$S = a \cdot n, \quad (2.21)$$

где a – площадь одного бункера, m^2 ; n – принятое количество бункеров, шт.

Расчет бункерного склада наполнителей необходимо свести в табл. 2.42.

Таблица 2.42

Расчет бункерного склада наполнителей

Тип технического углерода	Общий запас материала, т	Насыпная масса, т/м ³	Объем технического углерода, м ³	Объем бункера, м ³		Потребное количество бункеров, шт.		Площадь одного бункера, м ²	Полезная площадь, м ²
				полный	рабочий	расчетное	принятое		
	M	a	V	V _п	V _р	n _р	n	a	S

Примечание. 80% от общего количества технического углерода принято хранить в бункерах, а остальные 20% – в таре.

Объем мягчителей V , м³, вычисляют по следующему выражению:

$$V = \frac{M}{j}, \quad (2.22)$$

где M – общий запас мягчителей, т; j – плотность, кг/м³.

Рабочий объем резервуара V_p , м³, для хранения вязких и жидких материалов рассчитывают по формуле

$$V_p = K \cdot V_{п}, \quad (2.23)$$

где K – коэффициент заполнения резервуара; $V_{п}$ – полный объем резервуара, м³.

Расчетное потребное количество резервуаров n_p , шт., для вязких и жидких материалов определяют по следующей формуле:

$$n_p = \frac{V}{V_p}. \quad (2.24)$$

Полезную площадь S , м^2 , для хранения мягчителей находят по формуле

$$S = a \cdot n, \quad (2.25)$$

где a – площадь одного резервуара, м^2 ; n – принятое количество резервуаров, шт.

Расчет площадей для хранения вязких и жидких материалов необходимо свести в табл. 2.43.

Таблица 2.43

Расчет площадей для хранения вязких и жидких материалов

Наименование материалов	Общий запас, т	Плотность, $\text{кг}/\text{м}^3$	Объем мягчителей, м^3	Объем резервуара, м^3		Потребное количество резервуаров, шт.		Площадь одного резервуара, м^2	Полезная площадь, м^2
				полный	рабочий	расчетное	принятое		
	M	j	V	$V_{\text{п}}$	$V_{\text{р}}$	$n_{\text{р}}$	n	a	S

Расчетные данные площади склада готовой продукции оформляются в виде табл. 2.44.

Таблица 2.44

Расчет площади склада готовой продукции

Изделие	Запас, дни	Количество готовой продукции, шт.	Способ хранения	Площадь под единицу продукции, м^2	Потребная площадь, м^2

Площадь складов с учетом проходов S_1 , м^2 , рассчитывают по формуле

$$S_1 = 2 \cdot S, \quad (2.26)$$

где S – полезная площадь, м^2 .

Для оборотного фонда принимается 10% от общей площади S_2 , м^2 :

$$S_2 = \frac{(S_1 + S) \cdot 10}{100}. \quad (2.27)$$

Сводные данные по расчету складских помещений необходимо привести в виде табл. 2.45.

Таблица 2.45

Сводная таблица по расчетам складских помещений

Склад	Полезная площадь, м^2	Площадь склада с учетом проходов, м^2	Оборотный фонд, принимаемый 10% от общей площади	Общая площадь, м^2	
				по расчету	по чертежу
	S	S_1	S_2	S_2	

Расчет потребного количества агрегатов для обрезаки корда, промазки тканей и выпуска протекторных и других заготовок

При расчете агрегатов и разогревательных вальцов необходимо учитывать возвратные отходы, величина которых в процентах принимается по данным завода. Скорость работы агрегата устанавливается с учетом реальной скорости, принятой на заводе.

Расчет потребного количества агрегатов для выпуска протекторных, камерных заготовок, количества каландров, диагонально-резательных машин, кольцеделательных и других устройств осуществляется в соответствии с табл. 2.46–2.52.

Таблица 2.46

Расчет потребного количества агрегатов для выпуска протекторных, камерных и других заготовок

Наименование заготовки	Годовой выпуск резиновой смеси, кг	Масса 1 м ² заготовки (по спецификации), кг	Возвратные отходы		Годовой выпуск резиновой смеси с учетом возвратных отходов, кг
			%	кг	
1	2	3	4	5	6
		P	g		P_1

Окончание табл. 2.45

Скорость работы агрегата, м/с	Производительность агрегата, кг/ч	Потребное количество машино-часов в год	Годовой эффективный фонд времени работы агрегата, ч	Расчетное количество агрегатов	Принято к установке	Коэффициент использования оборудования
7	8	9	10	11	12	13
v	$Q = 3600 \cdot v \cdot g$	$N = \frac{P_1}{Q}$	$T_{эф}$	$n_p = \frac{N}{T_{эф}}$	n_y	$K = \frac{n_p}{n_y}$

Примечание. Производительность агрегата принимается по данным завода.

Таблица 2.47

Расчет потребного количества каландровых линий

Наименование материала	Годовой выпуск корда-суровья, ткани, м	Скорость работы линии, м/с	Производительность линии, м/ч	Потребное количество машино-часов в год
1	2	3	4	5
	P	v	$Q = 3600 \cdot v$	$N = \frac{P}{Q}$

Окончание табл. 2.47

Годовой эффективный фонд времени работы линии, ч	Расчетное количество линий	Принято к установке количество линий	Коэффициент использования оборудования
6	7	8	9
$T_{эф}$	$n_p = \frac{N}{T_{эф}}$	n_y	$K = \frac{n_p}{n_y}$

Примечание. Производительность линии принимается по данным завода.

Таблица 2.48

Расчет потребного количества диагонально-резательных машин (ДРМ)

Наименование ткани	Годовой расход обрезиненной ткани, м ²	Ширина ткани, м	Годовой расход обрезиненной ткани, м	Число резов в минуту	Угол закроя	Длина реза, м
1	2	3	4	5	6	7
	P	b	$A = \frac{P}{b}$	m	α	$l = \frac{b}{\cos \alpha}$

Окончание табл. 2.48

Производительность, м/ч	Потребное количество машино-часов в год	Потребное количество ДРМ		Коэффициент использования оборудования
		расчетное	принятое	
8	9	10	11	12
$Q = 60 \cdot m \cdot l$	$N = \frac{A}{Q}$	$n_p = \frac{N}{T_{эф}}$	n_y	$K = \frac{n_p}{n_y}$

Таблица 2.49

Расчет потребного количества кольцеделательных агрегатов, станков для обертки колец, станков для обертки крыльев

Размер покрышки	Тип станка	Годовая программа, шт.	Количество колец в покрышке, шт.	Потребное количество колец в год, шт.
1	2	3	4	5
		A	b	$P = A \cdot b$

Окончание табл. 2.49

Производительность, шт./ч	Количество машино-часов работы оборудования	Потребное количество станков, шт.		Коэффициент использования оборудования
		расчетное	принятое	
6	7	8	9	10
Q	$N = \frac{P}{Q}$	$n_p = \frac{N}{T_{эф}}$	n_y	$K = \frac{n_p}{n_y}$

Примечание. Производительность станка принимается по данным завода.

Таблица 2.50

Расчет необходимого количества станков для сборки брекерных браслетов

Размер покрышки	Тип станка	Годовая программа, шт.	Слойность браслета	Потребное количество браслетов в год, шт.	Производи- тельность станка, шт./ч
1	2	3	4	5	6
		A	c	P	Q

Окончание табл. 2.50

Количество машино-часов работы оборудования	Потребное количество станков, шт.		Коэффициент использования оборудования
	расчетное	принятое	
7	8	9	10
$N = \frac{P}{Q}$	$n_p = \frac{N}{T_{эф}}$	n_y	$K = \frac{n_p}{n_y}$

Примечание. Производительность станка принимается по данным завода.

Таблица 2.51

Расчет необходимого количества сборочных станков

Размер покрышки	Тип станка	Годовая програм- ма, шт.	Произво- дительно- ность станка, шт./ч	Количество машино- часов работы оборудования	Потребное количество станков, шт.		Коэффи- циент использо- вания обо- рудования
					расчет- ное	при- нятое	
		P	Q	$N = \frac{P}{Q}$	$n_p = \frac{N}{T_{эф}}$	n_y	$K = \frac{n_p}{n_y}$

Примечание. Производительность станка принимается по данным завода.

Таблица 2.52

Расчет необходимого количества вулканизационного оборудования

Годовая программа, шт.	Режим вулканизации, мин	Время перезарядки, мин	Общий режим вулканизации, мин	Количество форм в вулканизаторе, шт.
1	2	3	4	5
P	t	τ	$T = t + \tau$	K

Окончание табл. 2.52

Производительность вулканизатора, шт./ч	Количество машино-часов работы оборудования	Потребное количество вулканизаторов, шт.		Коэффициент использования оборудования
		расчетное	принятое	
6	7	8	9	10
$Q = \frac{60 \cdot K}{T}$	$N = \frac{P}{Q}$	$n_p = \frac{N}{T_{эф}}$	n_y	$K = \frac{n_p}{n_y}$

Примечание. При расчете годового эффективного фонда времени вулканизационного оборудования $T_{эф}$ необходимо учитывать, что суточный фонд времени работы оборудования составляет 24 ч.

Расчет потребного количества различного оборудования (поточных линий для сборки покрышек, станков для стыковки камер и т. д.) в соответствии с технологическим процессом производится по общей табл. 2.53.

Таблица 2.53

Расчет потребного количества оборудования

Наименование оборудования	Годовая программа, шт.	Часовая производительность оборудования, шт./ч	Потребное количество машино-часов в год	Годовой эффективный фонд времени работы оборудования, ч	Потребное количество оборудования, шт.		Коэффициент использования оборудования
					расчетное	принятое	
	P	Q	$N = \frac{P}{Q}$	$T_{эф}$	$n_p = \frac{N}{T_{эф}}$	n_y	$K = \frac{n_p}{n_y}$

Примечание. Часовая производительность оборудования принимается по паспорту или исходя из более оптимальных решений по данным завода.

Рассчитанное количество оборудования и его техническая характеристика сводятся в табл. 2.54.

Таблица 2.54

Сводная ведомость установленного технологического оборудования

Наименование оборудования	Принятое количество оборудования, шт.	Коэффициент использования оборудования	Техническая характеристика
---------------------------	---------------------------------------	--	----------------------------

2.7.7.2. Расчет основного технологического оборудования при проектировании производств резинотехнических изделий

Производство формовых и неформовых резинотехнических изделий

Расчеты оборудования для подготовительного цеха при проектировании производств резинотехнических изделий, включая производство формовых и неформовых изделий, проводятся согласно табл. 2.32–2.35.

При производстве латексных изделий необходимо осуществлять подбор шаровых мельниц, реакторов с мешалкой, баков приготовления латексной смеси. Расчет потребности данного вида оборудования выполняется по табл. 2.53.

Расчет количества вулканизационного оборудования, применяемого при производстве формовых и неформовых резинотехнических изделий, выполняется по табл. 2.55–2.58.

Таблица 2.55

Расчет количества гидравлических прессов для вулканизации формовых изделий

Наименование изделий	Годовая программа выпуска изделий, шт.	Этажность пресса	Количество пресс-форм на одной плите пресса	Количество гнезд в пресс-форме	Время вулканизации при заданной температуре, мин
1	2	3	4	5	6
	P	Ξ	S	U	t

Окончание табл. 2.55

Время на перезарядку пресса, мин	Часовая производительность гидравлического пресса, шт./ч	Потребное количество машино-часов для выполнения программы	Эффективный фонд времени работы гидравлического пресса в году, ч	Потребное количество гидравлических прессов, шт.		Коэффициент использования оборудования
				расчетное	принятое	
7	8	9	10	11	12	13
τ	$Q = \frac{60 \cdot \Xi \cdot S \cdot U}{t + \tau}$	$N = \frac{P}{Q}$	$T_{\text{эф}}$	$n_p = \frac{N}{T_{\text{эф}}}$	n_y	$K = \frac{n_p}{n_y}$

Таблица 2.56

Расчет количества литьевых машин для литья и вулканизации формовых изделий

Наименование изделий	Годовая программа выпуска изделий, шт.	Время темпа работы машины, с	Число гнезд в пресс-форме	Часовая производительность литьевой машины, шт./ч
1	2	3	4	5
	P	t	U	$Q = \frac{3600 \cdot U}{t}$

Окончание табл. 2.56

Потребное количество машино-часов для выполнения программы	Эффективный фонд времени работы литьевой машины в году, ч	Потребное количество литьевых машин, шт.		Коэффициент использования оборудования
		расчетное	принятое	
6	7	8	9	10
$N = \frac{P}{Q}$	$T_{\text{эф}}$	$n_p = \frac{N}{T_{\text{эф}}}$	n_y	$K = \frac{n_p}{n_y}$

Таблица 2.57

**Расчет количества барабанных вулканизаторов непрерывного действия
для вулканизации неформовых изделий**

Наименование изделий	Годовая программа выпуска изделий, м	Количество оборотов барабана за 1 ч	Диаметр барабана, м	Часовая производительность барабанного вулканизатора, м/ч
1	2	3	4	5
	P	m	D	$Q = \alpha \cdot \pi \cdot D \cdot m$

Окончание табл. 2.57

Потребное количество машино-часов для выполнения программы	Эффективный фонд времени работы барабанного вулканизатора в году, ч	Потребное количество барабанных вулканизаторов, шт.		Коэффициент использования оборудования
		расчетное	принятое	
6	7	8	9	10
$N = \frac{P}{Q}$	$T_{эф}$	$n_p = \frac{N}{T_{эф}}$	n_y	$K = \frac{n_p}{n_y}$

Примечание. α – доля охвата барабана изделием ($\alpha = 2/3$).

Таблица 2.58

**Расчет количества линий для непрерывной вулканизации
шприцованных неформовых изделий в ваннах с расплавом солей**

Наименование изделий	Годовая программа выпуска изделий, м	Шифр резиновой смеси	Температура вулканизации, °С	Скорость движения транспортера в ванне, м/мин	Часовая производительность ванны, м/ч
1	2	3	4	5	6
	P			v	$Q = 60 \cdot v$

Окончание табл. 2.58

Потребное количество машино-часов для выполнения программы	Эффективный фонд времени работы ванны в году, ч	Потребное количество ванн, шт.		Коэффициент использования оборудования
		расчетное	принятое	
7	8	9	10	11
$N = \frac{P}{Q}$	$T_{эф}$	$n_p = \frac{N}{T_{эф}}$	n_y	$K = \frac{n_p}{n_y}$

Производство рукавов

Расчет потребного количества линий для сборки рукавов осуществляется в соответствии с табл. 2.59.

Таблица 2.59

Расчет необходимого количества поточных линий для сборки рукавов

Наименование изделий	Годовая программа, млн м	Скорость сборки рукавов, м/мин	Часовая производительность линии сборки рукавов, м/ч	Потребное количество машино-часов для выполнения годовой программы
1	2	3	4	5
	P	v	$Q = 60 \cdot v$	$N = \frac{P}{Q}$

Окончание табл. 2.59

Эффективный фонд времени работы оборудования линии в году, ч	Потребное количество линий сборки рукавов, шт.		Коэффициент использования оборудования
	расчетное	принятое	
6	7	8	9
$T_{\text{эф}}$	$n_p = \frac{N}{T_{\text{эф}}}$	n_y	$K = \frac{n_p}{n_y}$

Расчет котлов для вулканизации рукавов осуществляется по табл. 2.60.

Таблица 2.60

Расчет количества котлов для вулканизации рукавов

Наименование рукавов	Годовая программа выпуска рукавов, м	Характеристика котла		Вместимость рукавов в вулканизационном котле на тележке (-ах) или барабанах, м	Цикл вулканизации рукавов, ч	Часовая производительность котла, м/ч
		длина, м	диаметр, м			
1	2	3	4	5	6	7
	P	L	D	g	t	$Q = \frac{g}{t}$

Окончание табл. 2.60

Потребное количество машино-часов для выполнения программы	Эффективный фонд времени вулканизационного котла в году, ч	Потребное количество котлов, шт.		Коэффициент использования оборудования
		расчетное	принятое	
8	9	10	11	12
$N = \frac{P}{Q}$	$T_{\text{эф}}$	$n_p = \frac{N}{T_{\text{эф}}}$	n_y	$K = \frac{n_p}{n_y}$

При вулканизации дорновых рукавов на тележках количество рукавов, укладываемых на тележку, и количество тележек, помещаемых

в котел, берется по данным завода. При вулканизации бездорновых рукавов в свинцовой оболочке на барабанах количество метров рукавов, наматываемых на барабан, и число барабанов, помещаемых в котел, принимается также по данным завода.

Производство транспортерных лент и плоских приводных ремней

Расчет оборудования подготовительного цеха при проектировании производства транспортерных лент и плоских приводных ремней аналогичен расчету для шинного производства.

Расчет необходимого количества оборудования для обкладки и вулканизации транспортерных лент и ремней осуществляется по табл. 2.61 и 2.62.

Таблица 2.61

Расчет количества поточных линий и обкладочных каландров

Наименование изделий	Валовой расход ткани суровья в год, м	Выпуск сердечников транспортерных лент в год, м	Скорость сборки сердечников транспортерных лент, м/мин	Скорость обкладки сердечников транспортерных лент, м/мин
1	2	3	4	5
	P	P_1	v	v_1

Продолжение табл. 2.61

Производительность сборки сердечников, м/ч	Производительность обкладочного каландра, м/ч	Потребное количество машино-часов в году для сборки сердечников	Потребное количество машино-часов в году для обкладки сердечников
6	7	8	9
$Q = 60 \cdot v$	$Q_1 = 60 \cdot v_1$	$N = \frac{P}{Q}$	$N_1 = \frac{P_1}{Q_1}$

Окончание табл. 2.61

Эффективный фонд времени работы оборудования в году, ч	Потребное количество линий сборки сердечников, шт.		Потребное количество обкладочных каландров, шт.	
	расчетное	принятое	расчетное	принятое
10	11	12	13	14
$T_{эф}$	$n_p = \frac{N}{T_{эф}}$	n_y	$n_p = \frac{N_1}{T_{эф}}$	n_y

Таблица 2.62

Расчет количества прессов для вулканизации

Наименование изделий	Выпуск сердечников транспортерных лент в году, м	Размеры плит вулканизационного пресса, мм	Этажность пресса	Количество сердечников, укладываемых на плиту при вулканизации, шт.
1	2	3	4	5
	P	$a \times b$	\mathcal{E}	n

Продолжение табл. 2.62

Длина вулканизуемого участка, м	Время вулканизации ленты, мин	Время на перезарядку пресса, мин	Производительность вулканизационного пресса, м/ч	Потребное количество машино-часов для выполнения программы
6	7	8	9	10
l	t	τ	$Q = \frac{60 \cdot \mathcal{E} \cdot l \cdot n}{t + \tau}$	$N = \frac{P}{Q}$

Окончание табл. 2.62

Эффективный фонд времени работы пресса в году, ч	Потребное количество вулканизационных прессов, шт.		Коэффициент использования оборудования
	расчетное	принятое	
11	12	13	14
$T_{\text{эф}}$	$n_p = \frac{N}{T_{\text{эф}}}$	n_y	$K = \frac{n_p}{n_y}$

Примечание. Время вулканизации транспортерной ленты включает время вулканизации t и время на перезарядку пресса τ .

2.7.8. Расчет основных параметров технологического оборудования или оснастки

В данном подразделе дается описание устройства и принципа действия одного из видов основного оборудования разработанного технологического процесса и выполняются по указанию руководителя инженерные расчеты, которые, как правило, включают в себя расчет производительности оборудования, механические расчеты наиболее ответственных узлов и деталей оборудования и тепловые расчеты.

2.7.9. Контроль качества и метрологическое обеспечение производства

В данном подразделе описываются цель и задачи стандартизации, сертификации и аттестации продукции и приводятся стандарты предприятия.

Контроль качества производства включает:

- контроль поступающих на производство каучуков, ингредиентов и других материалов на их соответствие требованиям ГОСТов и ТУ;
- контроль технологического процесса на всех его стадиях;
- контроль качества полуфабрикатов;
- контроль качества готовой продукции на соответствие требованиям стандартов;
- контроль правильности транспортировки, складирования и хранения изделий.

Метрологическое обеспечение должно содержать сведения об измерениях, методах и средствах их единства и способах достижения требуемой точности.

В подразделе в виде таблиц должны быть приведены виды отходов и брака для полуфабрикатов и изделий с указанием причин его возникновения и мер предупреждения.

Выполнение данного подраздела проводится на основании материалов, собранных в период преддипломной практики.

2.8. Автоматизация производства

В разделе описываются современные методы автоматического управления технологическим процессом с использованием ЭВМ, включая автоматический контроль, регулирование и стабилизацию технологического процесса, а также автоматический контроль его параметров (температуры, давления, расхода ингредиентов при смешении, расхода воды, пара, электроэнергии и т. д.).

Выполнение этого раздела производится на основании материалов, собранных в период преддипломной практики, и литературных данных под руководством консультанта с *кафедры автоматизации производственных процессов и электротехники* в соответствии с методическими разработками этой кафедры.

2.9. Мероприятия по охране труда и безопасности жизнедеятельности

Раздел «Мероприятия по охране труда и безопасности жизнедеятельности» состоит из двух подразделов: «Мероприятия по охране труда» и «Мероприятия по безопасности жизнедеятельности».

Содержание должно отразить творческий подход дипломника к написанию раздела, заключающийся в критическом анализе состояния охраны труда и безопасности жизнедеятельности на предприятии в целом и особенно в разработке своих мероприятий и предложений по предупреждению травматизма и улучшению условий труда работников.

В подразделе «Мероприятия по охране труда» дается анализ опасных и вредных производственных факторов, определяются категории помещений, зданий и открытых площадок для размещения оборудования по пожаро- и взрывоопасности зон, категории санитарной характеристики процессов и т. д. по объекту проектирования. Приводятся конкретные мероприятия по технике безопасности, производственной санитарии и гигиене, пожарной безопасности. Определяется номенклатура, количество, площадь и местоположение санитарно-бытовых помещений.

Подраздел «Мероприятия по безопасности жизнедеятельности» должен предусматривать решения, направленные на защиту коллектива предприятия и повышение устойчивости объекта проектирования при возникновении техногенных чрезвычайных ситуаций.

При разработке этого раздела студент-дипломник использует собранные на практике материалы, рекомендуемую методическую литературу, нормативные правовые акты (НПА), технические нормативные правовые акты (ТНПА) и другие нормативно-технические документы, а также методические разработки *кафедры безопасности жизнедеятельности* под руководством консультанта от этой кафедры.

2.10. Мероприятия по охране окружающей среды

Раздел «Мероприятия по охране окружающей среды» дипломного проекта (работы) выполняется студентом в ходе дипломного проектирования и должен включать следующие подразделы:

- общая часть;
- анализ технологических решений;
- охрана атмосферного воздуха от загрязнения;
- охрана поверхностных и подземных вод от загрязнения и истощения;
- охрана окружающей среды от загрязнения отходами производства;
- охрана и рациональное использование земельных ресурсов;
- охрана растительности.

Все материалы, необходимые для выполнения данного раздела, студентом-дипломником собираются на предприятии во время

прохождения преддипломной практики. В период прохождения преддипломной практики на предприятии студенту необходимо собрать материал, содержащий следующую информацию:

- географическое расположение промышленного объекта (область, географический пункт, расположение в населенном пункте);

- перечень объектов, граничащих с территорией промышленной площадки предприятия, с указанием их взаимного расположения;

- санитарный класс предприятия, размеры и границы санитарно-защитной зоны;

- физико-географические и климатические условия размещения промплощадки предприятия;

- фоновые концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе в районе расположения проектируемого (реконструируемого) объекта;

- описание генерального плана объекта, включая площадь промышленной площадки предприятия, плотность застройки, элементы благоустройства промплощадки;

- материальный баланс и блок-схему материальных потоков рассматриваемого процесса, расход тепловых и энергетических ресурсов на осуществление процесса;

- характеристику выбросов реконструируемого цеха (производства), включая общее количество источников выбросов, выбрасываемые вещества с разбивкой на классы опасности, массу выбрасываемых загрязняющих веществ в год (с указанием годового количества производимой продукции) и др.;

- характеристику сооружений по очистке газовоздушных выбросов в реконструируемом цеху с рассмотрением принципа работы основного пылегазоочистного оборудования и степени очистки;

- источники водоснабжения (городской водопровод, артезианские скважины, поверхностные водные объекты и пр.) рассматриваемого производства;

- характеристику сточных вод (хозяйственно-бытовых, производственных, поверхностного стока), образующихся на предприятии, с указанием расхода, состава, с детальным описанием сточных вод реконструируемого цеха;

- характеристику сооружений по очистке сточных вод, образующихся на производстве, с рассмотрением принципа работы основного оборудования, степени очистки и т. д.;

– требования, предъявляемые к сточным водам, сбрасываемым в городские канализационные сети;

– характеристику отходов, образующихся в реконструируемом цеху, с указанием места их образования, фактического количества и нормативов образования, класса опасности отходов, физикохимических свойств отходов, условий хранения, способа обращения с отходами и т. д.

В период дипломного проектирования студент посещает консультации (по расписанию учебных занятий), которые проводит преподаватель *кафедры промышленной экологии* – консультант раздела «Мероприятия по охране окружающей среды» дипломного проекта (работы).

2.11. Экономические расчеты

Экономическая эффективность производства – главная его оценка. Экономические показатели являются основными при выборе технологического процесса производства и оборудования. Детальные экономические расчеты проводятся после выполнения всех разделов проекта. Расчеты и другие вопросы данного раздела осуществляются под руководством консультанта от *кафедры управления и организации производства* в соответствии с методическими указаниями кафедры.

2.12. Заключение

В сжатой форме излагаются основные результаты дипломного проекта, при этом подчеркивается целесообразность принятых новых решений в сравнении с действующими на базовом предприятии.

2.13. Список использованной литературы

В списке указываются все информационные источники, использованные при разработке дипломного проекта, в порядке появления ссылок на них в тексте. Список помещается после изложения текстового материала пояснительной записки перед приложением, нумеруется арабскими цифрами без точки и печатается с абзацного отступа. Список литературы необходимо оформлять согласно ГОСТ 7.1–2003 (см. прил. Д).

2.14. Приложения

Иллюстрационный материал, таблицы, текст вспомогательного характера и т. д. допускается давать в виде приложений, которые оформляются как продолжение пояснительной записки. Каждое приложение должно начинаться с нового листа с указанием по центру вверху первого листа слова «ПРИЛОЖЕНИЕ» прописными буквами и иметь заголовок, который записывается ниже отдельной строкой строчными буквами (кроме первой прописной) с выравниванием по центру.

Приложения обозначаются прописными буквами русского алфавита (за исключением Ё, З, Й, О, Ч, Ъ, Ы, Ь). Например, ПРИЛОЖЕНИЕ А. Приложения должны иметь общую с остальной частью документа сквозную нумерацию страниц.

3. СОДЕРЖАНИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДИПЛОМНОЙ РАБОТЫ

Расчетно-пояснительная записка исследовательской дипломной работы включает следующие структурные элементы:

Титульный лист (*см. подраздел 2.1*)

Задание на дипломную работу (*см. подраздел 2.2*)

Реферат на русском языке (*см. подраздел 2.3*)

Реферат на иностранном языке (*см. подраздел 2.3*)

Содержание (*см. подраздел 2.4*)

Введение

1 Аналитический обзор и патентная проработка

2 Объекты и методы исследования

2.1 Объекты исследования

2.2 Методы исследования

3 Экспериментальная часть

4 Технологическая схема производства с инженерными расчетами

5 Мероприятия по охране труда и безопасности жизнедеятельности (*см. подраздел 2.9*)

6 Мероприятия по охране окружающей среды (*см. подраздел 2.10*)

7 Экономические расчеты (*см. подраздел 2.11*)

Заключение (*см. подраздел 2.12*)

Список использованной литературы (*см. подраздел 2.13*)

Приложения (*см. подраздел 2.14*)

3.1. Введение

На основании анализа литературных данных приводится краткая характеристика состояния вопроса в соответствии с темой дипломной работы и раскрывается важность проводимых исследований для резиновой промышленности. Введение должно заканчиваться постановкой цели и задачи работы.

3.2. Аналитический обзор и патентная проработка

Дается анализ соответствующей области науки и техники на основании данных научно-технической и патентной литературы.

Описываются возможные механизмы реакций и процессов. Раздел аналитического обзора литературы тесно увязывается с разделами экспериментальной части. На основании обзора литературы делаются выводы о целесообразности проведения научного исследования.

3.3. Объекты и методы исследования

3.3.1. Объекты исследования

Дается описание объектов исследования, включающее состав исследуемых компонентов, их структурные формулы и физико-химическую характеристику. Описывается рецептура резиновых смесей с указанием физико-механических показателей вулканизатов или других композиций, в которых проводится изучение свойств исследуемых материалов. Приводятся режимы изготовления резиновых смесей и их вулканизации с указанием соответствующего оборудования или способа изготовления других композиций, модельных образцов и т. д.

Пример описания объектов исследования

В данной работе в качестве объектов исследования применялись резиновые смеси и резины на их основе, содержащие различные по составу и свойствам активаторы вулканизации. Резиновые смеси и вулканизаты были получены при использовании стандартной рецептуры бутадиен-стирольного каучука СКС-30АРК (*приведите рецепт*).

Опытные резиновые смеси были получены путем замены в стандартной рецептуре 1,00 мас. ч. стеариновой кислоты и 3,00 мас. ч. цинковых белил на 4,00 мас. ч. нового активатора вулканизации.

Исследуемые новые активаторы вулканизации представляли собой сплав оксида цинка и стеариновой в различных соотношениях: 10:90, 15:85... (*привести физико-химический состав исследуемых компонентов*).

3.3.2. Методы исследования

Дается краткое описание методик исследования со ссылками на ГОСТы, ТУ либо другие источники. В случае разработки или применения новых методов исследования приводится их описание и взаимосвязь с известными общепринятыми методами.

Пример описания методов исследования

3.3.2.1 Определение упругопрочностных показателей резин

Упругопрочностные характеристики вулканизатов оценивают по показателям относительного удлинения при разрыве (ϵ_p) и условной

прочности при растяжении (f_p). Испытания проводят на разрывной машине РМИ-60 в соответствии с ГОСТ 270–75 «Резина. Метод определения упругопрочностных свойств при растяжении».

Сущность метода заключается в растяжении образцов с постоянной скоростью до разрыва и измерении силы при заданных удлинениях и в момент разрыва и удлинения образца в момент разрыва. В ходе непрерывного растяжения образца фиксируют относительное удлинение при разрыве, нагрузку при заданном удлинении и разрывную нагрузку. При обработке результатов, если значения испытаний отклоняются от средней величины более чем на 10%, их не учитывают и среднее арифметическое вычисляют из оставшихся образцов, число которых должно быть не менее трех.

Условную прочность при растяжении (f_p) находят по формуле

$$f_p = \frac{P_p}{S_0}, \quad (3.1)$$

где P_p – разрывная нагрузка, Н; S_0 – площадь поперечного сечения образца, см².

3.4. Экспериментальная часть

Экспериментальная часть делится на подразделы в соответствии с проведенными исследованиями.

По каждому подразделу дается описание проведенных исследований. Полученные результаты оформляются в виде графиков, диаграмм и обобщенных таблиц. Выполняется статистическая обработка результатов исследования (эти данные можно привести в одном из приложений) и на основании литературных данных приводится теоретическое обоснование итогов. Такие обобщения делаются по каждому подразделу исследования.

Пример описания проведенного исследования

3.1 Определение пластоэластических свойств резиновых смесей с исследуемым компонентом

Для оценки способности каучуков и резиновых смесей к пластическим деформациям необходимо знать не только пластичность, но и сопротивление невулканизированного каучука к воздействию внешних сил, легкость его деформации под действием сжимающих сил, способность к эластическому восстановлению. Эти свойства каучуков и

резиновых смесей, характеризующие их поведение при технологической переработке, принято называть пластоэластическими свойствами. Пластоэластические свойства резиновых смесей оказывают влияние на производительность технологического процесса, а также качество готовой продукции.

В таблице 3.1 представлены результаты исследования вязкости по Муни резиновых смесей с исследуемым компонентом.

Таблица 3.1 – Результаты исследования вязкости по Муни резиновых смесей

Наименование добавки	Дозировка добавки	Вязкость по Муни резиновой смеси, усл. ед. Муни
Без добавки	–	25,0
Исследуемый компонент	2,5	20,9
	5,0	18,5
	7,5	18,2
	10,0	18,0

На основании полученных результатов исследований установлено, что введение всех анализируемых компонентов приводит к снижению на 24,0–28,0% вязкости по Муни исследуемых резиновых смесей по сравнению с композицией без добавки. Так, значение данного показателя для композиций, содержащих исследуемые компоненты, находится в пределах от 18,0 до 20,9 усл. ед. Муни, а для смеси, не содержащей добавки, вязкость составляет 25,0 усл. ед. Муни. Понижение вязкости резиновых смесей будет способствовать уменьшению энергозатрат при их формовании, улучшению качества получаемых заготовок и снижению температур на всех стадиях переработки эластомерных композиций. В итоге уменьшается опасность преждевременного начала вулканизации и появляется возможность увеличения содержания наполнителей в составе резиновой смеси, что вызывает снижение их стоимости.

3.5. Технологическая схема производства с инженерными расчетами

Разработка схемы технологического процесса выполняется с учетом результатов исследования и связывается с рецептурой изготавливаемых изделий или технологическим процессом.

4. ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ ТЕКСТОВОЙ ЧАСТИ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА (РАБОТЫ)

Оформление дипломного проекта (работы) осуществляется в соответствии с требованиями СТП БГТУ 001-2019. Материалы дипломного проекта (работы) должны быть изложены в логической последовательности, технически грамотно, четко и кратко. Расчеты в пояснительной записке иллюстрируются рисунками, эскизами, схемами, графиками, диаграммами.

4.1. Изложение текста пояснительной записки

Пояснительную записку проекта (работы) следует выполнять на белой бумаге формата А4 на одной стороне листа с помощью компьютера и принтера. Цвет шрифта должен быть черным, язык изложения текста – русским или белорусским. Интенсивность печати на всем протяжении записки должна быть четкой и равномерной. Запрещается применять экономичный режим работы принтера. Допускается выполнять иллюстрации и таблицы, включаемые в приложения, на листах формата А3.

Текст следует печатать, соблюдая поля, мм: правое – 10 ± 1 ; верхнее – 20 ± 1 ; левое – 23 ± 1 ; нижнее – 15 ± 1 (при отсутствии рамки и основной надписи на листе). При наличии на листе рамки и основной надписи – по форме 2 (расстояние между верхней границей основной надписи с последней строкой текста, если лист полностью заполняется текстом, должно составлять 10–15 мм).

Текст пояснительной записки следует печатать шрифтом Times New Roman размером 14 пт. Сплошной текст должен быть отпечатан через одинарный межстрочный интервал. Размер шрифта символов в формулах и уравнениях, заголовках элементов записки, в том числе и разделов, заголовках и подрисуночных надписях иллюстраций, заголовках и тексте таблиц должен соответствовать размеру основного шрифта текста. Индексы при основных символах в формулах и уравнениях, а также при написании символов в тексте и таблицах следует выполнять шрифтом размером 9 пт.

Запись формул химических соединений должна соответствовать общепринятым правилам: число атомов отдельных элементов, а также

структурных групп элементов указывают нижним индексом арабскими цифрами; в комплексных соединениях разделительным знаком является «·». Примеры: $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$; $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$.

Незначительные опечатки, описки, графические неточности, обнаруженные при выполнении текста записки и иллюстраций в ней, а также в результате проверки руководителем и консультантами проекта (работы), допускается исправлять подчисткой или закрашиванием белой краской с нанесением на данных местах аккуратных исправлений от руки (черными чернилами, пастой или тушью).

Абзацные отступы должны составлять 12–15 мм. Размеры полей и абзацных отступов нужно соблюдать одинаковыми на протяжении всего текста пояснительной записки проекта (работы).

Структурные элементы записки «Реферат», «Содержание», «Введение», «Заключение», «Список использованных источников», «Перечень графического и (или) иллюстративного материала», а также каждый из основных разделов и каждое из приложений следует начинать с нового листа. При необходимости после содержания могут быть размещены структурные элементы «Определения» и «Условные обозначения и сокращения». На заглавных листах реферата, содержания, структурных элементов «Определения» и «Условные обозначения и сокращения», введения, списка использованных источников, перечня графического и (или) иллюстративного материала, основных разделов должна быть выполнена рамка и основная надпись по форме 2 (приложение Е). Эта надпись выполняется в дополнение к требованиям ГОСТ 2.105–95 с целью идентификации дипломного проекта (работы), его исполнителя, руководителя и консультантов. На последующих листах указанных рубрик пояснительной записки рамку и основную надпись по форме 2а допускается не выполнять.

Первый лист всех разделов пояснительной записки, включая реферат, введение, список литературы, содержание, следует выполнять по форме 2 ГОСТ 2.104–2006. Основную надпись и заполнение ее граф допускается производить с уменьшением размеров букв шрифта для обеспечения полной записи в рамках. Последующие листы разделов допускается оформлять без основной надписи или по ГОСТ 2.104 (форма 2а).

Заполнение основных надписей производится в соответствии с приложением И.

В графе 1 помещается название раздела.

В графе 2 – буквенно-цифровое обозначение в виде БГТУ XX.XX.ПЗ.

Индексы разделов устанавливаются в пределах текста пояснительной записки без пропусков цифровых индексов.

Пример оформления графы 1:

Аналитический обзор и патентная проработка

Пример оформления графы 2:

БГТУ 01.00.ПЗ.

Не присваивается индекс реферату, введению, содержанию, заключению, списку литературы. Они записываются

В графе 10 помещают:

«Разраб.» – фамилию дипломника;

«Пров.» – фамилию руководителя проекта;

«Консульт.» – фамилию консультанта;

«Консульт.» – фамилию второго консультанта. При его отсутствии графу не заполнять;

«Н. контр.» (нормоконтролер) – фамилию нормоконтролера;

«Утв.» – фамилию заведующего кафедрой.

В графе 11 – фамилии лиц соответственно графе 10.

В графе 12 – подписи лиц, указанных в графе 11.

В графе 13 – даты подписания.

В графе 14 – литеру, соответствующую стадии разработки проекта по ГОСТ 2.103, присваиваемую руководителем проекта (работы). Для учебных проектов проставляется литера «У».

В графе 7 – цифру «1».

В графе 8 – количество страниц в пределах одного раздела.

В графе 9 – восьмизначный индекс без «БГТУ» и через запятую цифровое обозначение года представления проекта к защите без указания слова «год» или «г.». Порядок написания восьмизначного индекса приведен в приложении И.

Пример оформления графы 9 для факультета «Технология органических веществ», кафедры «Полимерные композиционные материалы» с присвоением квалификации «инженер-химик-технолог»:

31307***, 2024

*** – порядковый номер проекта по приказу ректора университета об утверждении тематики дипломных проектов (работ).

Остальные графы формы 2 не заполняются.

В форме 2а заполняются только графы 2 и 7 соответственно проставлением индекса раздела и номера страницы.

Основные разделы пояснительной записки должны быть пронумерованы арабскими цифрами. Заголовок раздела должен включать в свой состав собственный порядковый номер. Разделы могут состоять из подразделов, пунктов и подпунктов. Подразделы должны иметь заголовки с порядковыми номерами внутри раздела. Номер подраздела в его заголовке необходимо записывать арабскими цифрами после номера раздела и отделять их точкой.

Пункты должны иметь порядковую нумерацию внутри подраздела. Номер пункта последовательно включает в свой состав номера раздела, подраздела и пункта, разделенные точками. Порядковый номер пункта следует записывать арабскими цифрами. Пункт может иметь заголовок.

Подпункты должны иметь порядковую нумерацию внутри пункта. Номер подпункта включает последовательно номера раздела, подраздела, пункта и подпункта, разделенные точками. Порядковый номер подпункта следует записывать арабскими цифрами.

Заголовки разделов, подразделов, а также пунктов (при их наличии) должны быть записаны строчными буквами, кроме первой прописной, с абзацного отступа полужирным шрифтом. Точку после последней цифры номера заголовка и в конце заголовка не ставят. Перенос слов в заголовках, за исключением содержания и упоминаний их в тексте, запрещен. Заголовок раздела, подраздела, пункта должен быть кратким и наиболее точно отражать содержание соответствующей рубрики текста. Если заголовок занимает более одной строки, то последующая (последующие) его строка должна быть записана без абзацного отступа. Если заголовок состоит из двух предложений, то их разделяют точкой.

Заголовки разделов должны быть отделены от текста интервалом в 18 пт, заголовки подразделов и пунктов: сверху – интервалом в 18 пт, снизу – интервалом в 12 пт. Соседние, последовательно записанные заголовки раздела и подраздела следует отделять друг от друга интервалом 12 пт, а подраздела и пункта – интервалом 6 пт.

Запрещено переносить заголовки подразделов и пунктов с листа на лист, а также записывать их в конце текста, если после указанных заголовков на листе размещается меньше двух строк текста.

Заголовки элементов текста «Реферат», «Содержание», «Введение», «Заключение», «Список использованных источников» следует записывать в начале соответствующих страниц строчными буквами, кроме первой прописной, полужирным шрифтом симметрично тексту и отделять от него интервалом в 18 пт.

Примеры выполнения заголовков:

Заголовок раздела:

1 Аналитический обзор и патентная проработка

Заголовок подраздела:

3.1 Рецепты резиновых смесей и их обоснование

Заголовок пункта:

4.2.2 Расчет потребного количества оборудования

Нумерация страниц пояснительной записки должна быть сквозной. Страницы следует нумеровать арабскими цифрами. Номер страницы проставляют над текстом в правом верхнем углу листа на расстоянии 10 ± 2 мм от верхней и правой его границ. Иллюстрации и таблицы, расположенные на отдельных листах, а также листы приложений включают в общую нумерацию страниц.

Иллюстрацию (таблицу), размещенную на листе формата А3, учитывают как одну страницу. Также за одну страницу принимают лист бланка задания на дипломное проектирование (на выполнение дипломной работы).

Внутри текста основных разделов, реферата, введения, заключения, приложений могут быть приведены перечисления. Пункты перечисления записывают после двоеточия с абзацного отступа каждый. Перед пунктами перечисления следует ставить дефис, а при необходимости ссылки в тексте на один или несколько пунктов – строчную букву русского алфавита (за исключением ё, й, з, о, ь, ы, ь) с проставленной после нее круглой скобкой. Для дальнейшей детализации перечислений (сложные перечисления) необходимо использовать арабские цифры с проставленной после них круглой скобкой. Запись подчиненных пунктов сложного перечисления выполняют с абзацными отступами по отношению к основному.

Примеры выполнения перечислений

Простое перечисление

При разработке данного класса шин необходимо учитывать следующие требования:

- должны выдерживать большие нагрузки;
- обладать высокой проходимостью;
- обеспечивать устойчивость и маневренность;
- иметь отличное сцепление с дорожным покрытием.

Сложное перечисление

Согласно международным стандартам, резинотехнические изделия (РТИ) подразделяют на следующие классы:

- формовые:
 - а) кольца:
 - 1)
 - 2)
 - 3)
 - б) уплотнители;
 - в) технические пластины;
 - г) резиновые рукава;
 - д) сальники;
- конвейерные (транспортерные);
- неформовые:
 - а) рукава;
 - б) вакуумные трубки;
 - в) уплотнители для стекол.

В тексте пояснительной записки не допускается:

- употреблять обороты разговорной речи, техницизмы, профессионализмы;
- использовать для одного и того же понятия различные научно-технические термины, близкие по смыслу (синонимы), а также иностранные слова и термины при наличии равнозначных слов и терминов в русском (белорусском) языке;
- применять произвольные словообразования и сокращения слов, кроме установленных правилами орфографии и соответствующими стандартами (ГОСТ 2.316–2008, ГОСТ 7.12–93);
- сокращать обозначения единиц физических величин, если они употребляются без цифр, за исключением физических величин в головке таблиц и в расшифровке буквенных обозначений, входящих в формулы;
- употреблять математические знаки без цифр и вне формул, например \leq (менее или равно), \geq (более или равно), \neq (не равно), а также знаки № (номер), % (процент);
- применять индексы стандартов (ГОСТ, СТБ, КТП, СТП, ТУ) без регистрационного номера;
- использовать в тексте математический знак (–) минус перед отрицательными значениями величин. Следует писать слово «минус».

В тексте должны применяться научно-технические термины, обозначения и определения, установленные соответствующими стандартами, а при их отсутствии – общепринятые в научно-технической литературе.

Если имеется необходимость применения специфической терминологии и сокращений, то в конце документа перед списком использованных источников должен быть приведен перечень принятых терминов с соответствующими разъяснениями, которые включаются в содержание курсовой работы.

4.2. Оформление формул и уравнений

Все расчеты выполняются только в системе СИ, за исключением использования формул из первоисточников, в которых употреблены внесистемные единицы. Результаты расчетов по формулам с внесистемными единицами должны быть переведены в единицы системы СИ.

Все формулы и уравнения нумеруются арабскими цифрами сквозной нумерацией или в пределах раздела.

Номера формул включают последовательно номер раздела (обозначение приложения) и порядковый номер формулы, разделенные точкой, они должны быть заключены в круглые скобки, например: (3.1), (Б.14). Номер формулы следует проставлять вплотную у правого поля текста. Ссылки на формулы, ранее приведенные в тексте записки, а также на формулы в приложениях необходимо выполнять, используя их номера, например: «...по формуле (2.8)...», «...расчетная зависимость (А.6)...».

Формула отделяется от текста отступом в один междустрочный интервал. В формулах и уравнениях в качестве символов величин следует применять обозначения, установленные соответствующими стандартами, а при их отсутствии – принятыми в отрасли.

Пояснения каждого символа с указанием единицы измерения даются под формулой с новой строки в той последовательности, в какой они приведены в формуле. Первая строка расшифровки должна начинаться без абзацного отступа со слова «где» без двоеточия после него.

Расчетные формулы и уравнения записываются в общем виде, затем расшифровываются символы, входящие в эти формулы (если они ранее в тексте не были расшифрованы), далее приводятся числовые значения всех величин и коэффициентов в том порядке, в каком они располагаются в формуле, после этого записывается окончательный результат с указанием единиц измерения. Промежуточные вычисления, сокращения и зачеркивания не допускаются.

Все используемые формулы, а также подставляемые в них величины и коэффициенты должны снабжаться ссылками на источники.

Формулы, следующие одна за другой, не разделенные текстом, разделяют запятой, записывая каждую на отдельной строке. Формулы следует записывать симметрично тексту (ГОСТ 2.105).

Переносить формулы, а также выполняемые по ним расчеты на следующую строку допускается только на знаках математических операций и других математических знаках, причем знак в начале следующей строки повторяют. При переносе формулы (расчета) на знаке умножения применяют знак «×».

Порядок изложения и упоминания математических уравнений в записке должен соответствовать порядку изложения и упоминания формул.

Пример оформления формулы

Расход на 1000 шт. изделий с учетом потерь и отходов X , кг, рассчитывается по формуле

$$X = A \cdot \frac{100 + a}{100}, \quad (4.1)$$

где A – расход на 1000 шт. изделий, кг;

a – процент потерь и отходов резиновых смесей, %.

4.3. Оформление иллюстраций

Иллюстрации (чертежи, графики, схемы, компьютерные распечатки, диаграммы, рисунки, фотоснимки) следует располагать в пояснительной записке непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые, а именно после окончания абзаца с упоминанием иллюстрации. Иллюстрацию, для размещения которой недостаточно места на соответствующей странице, необходимо располагать в начале следующей страницы. Допускается размещение иллюстраций на отдельных листах. На все иллюстрации должны быть даны ссылки в тексте. Количество иллюстраций должно быть достаточным для пояснения излагаемого текста.

Иллюстрации выполняют с применением компьютерной техники или от руки. Цвет исполнения иллюстраций черный (при выполнении от руки следует использовать черные чернила, пасту, тушь). Допускается выполнение цветных иллюстраций, предпочтительно диаграмм, фотоснимков и схем. Исполнение иллюстраций, представляющих собой чертежи и схемы, должно соответствовать требованиям стандартов ЕСКД и СПДС, а имеющих вид графиков и диаграмм – согласно рекомендациям Р 50-77-88.

Иллюстрации следует нумеровать в пределах каждого раздела и приложения арабскими цифрами. Номер иллюстрации включает в свой состав номер раздела (обозначение приложения) и порядковый номер по разделу (приложению), разделенные точкой, например: Рисунок 2.3; Рисунок А.4.

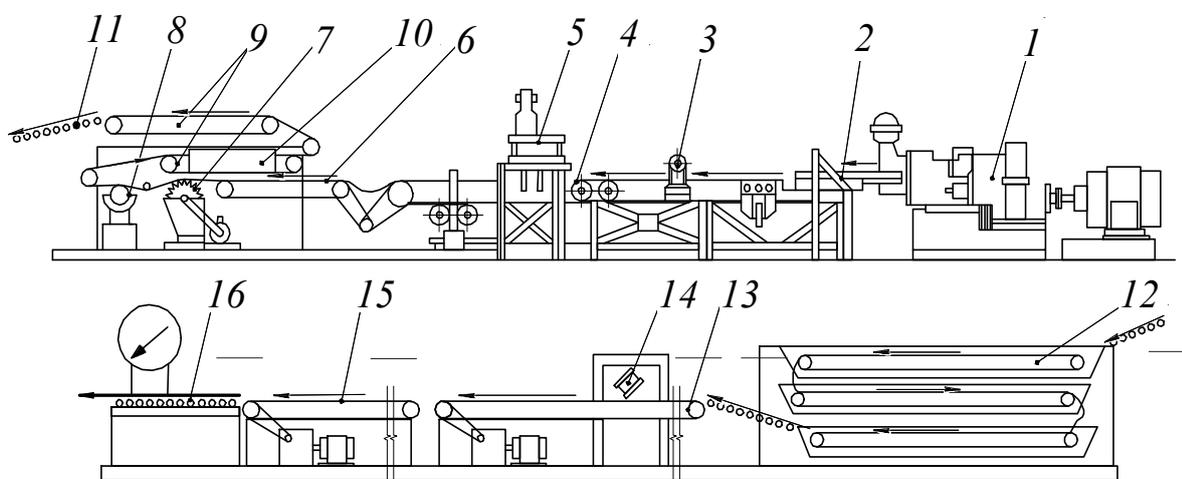
Иллюстрации должны иметь наименования. При необходимости они снабжаются пояснительными данными (подрисуночным текстом). Рисунок отделяют от текста интервалом 14 пт. Слово «Рисунок» с порядковым номером и наименование иллюстрации помещают после пояснительных данных и записывают следующим образом:

Рисунок 4.1 – Схема агрегата для выпуска протекторных заготовок

При ссылках на иллюстрации следует писать: «...в соответствии с рисунком 3.2...»; «...на рисунке Б.3 представлен фотоснимок...».

Пример оформления рисунка

Схема агрегата для выпуска протекторной ленты на основе резиновой смеси одного состава приведена на рисунке 4.1.



1 – червячная машина; 2, 15 – приемный и отборочный транспортеры; 3 – маркировочный валик; 4 – весовой транспортер; 5 – контрольные весы для непрерывного взвешивания; 6, 9, 13 – транспортеры; 7 – шероховальное устройство; 8 – барабан для промазки клеем; 10 – короб с вытяжной вентиляцией; 11 – рольганг; 12 – охлаждающие ванны; 14 – дисковый нож; 16 – весы с рольгангом

Рисунок 4.1 – Схема агрегата для выпуска протекторных заготовок

Не допускается отрыв (перенос со страницы на страницу) иллюстрации от подрисуночной подписи и наименования.

В обоснованных случаях разрешается выполнение рисунков на отдельных листах формата А4 с размещением его наименования и подписной подписи вдоль длинной стороны листа. При этом рисунок должен читаться при повороте листа на 90° по часовой стрелке.

4.4. Оформление таблиц

Таблицы применяют для лучшей наглядности и удобства сравнения показателей. Название таблицы должно отражать ее содержание, быть точным и кратким. Его следует помещать над таблицей. При переносе части таблицы название помещают только над первой частью таблицы. Нижнюю ограничивающую горизонтальную черту при переносе таблицы не проводят.

Таблицы в пределах раздела (приложения) нумеруют арабскими цифрами. Номер таблицы включает номер раздела (обозначение приложения) и порядковый номер, которые разделяют точкой. Запись заголовка таблицы начинают со слова «Таблица», первую букву которого размещают над левым углом таблицы, затем пишут ее номер, а далее через тире строчными буквами, кроме первой прописной, название таблицы. Пример:

Таблица 4.1 – Техническая характеристика автопокрышки 17.5R25

Таблицу следует располагать в записке непосредственно после текста, в котором она упоминается. При этом недопустимо отрывать заголовков таблицы, а также заголовков ее с головкой при переносе со страницы на страницу.

Таблицу следует отделять от текста интервалом 12 пт. Допускается в обоснованных случаях выполнять таблицы, размещая их заголовки и головку вдоль длинной стороны листа таким образом, чтобы таблица читалась при повороте листа на 90° по часовой стрелке. В указанном случае таблицу (таблицы) следует выполнять на отдельных листах формата А4. Допускается переносить таблицу со страницы на страницу с соблюдением требований, приведенных выше. При переносе части таблицы на другую (другие) страницы слово «Таблица», ее номер и название таблицы (заголовки) записывают один раз над первой частью таблицы. На последующей странице (страницах) над левым углом части (частей) продолжения таблицы пишут слово «Продолжение» и «Окончание» и указывают номер таблицы, например: «Продолжение таблицы 3.2».

Если строки и графы таблицы выходят за формат одной страницы, то в первом случае повторяют головку, во втором случае боковик. Допускается при делении таблицы и переносе со страницы на страницу в ее первой части графы головки (строки боковика) нумеровать арабскими цифрами. В таком случае на последующих страницах головку (боковик) заменяют номерами граф (строк). Цифровой материал, как правило, оформляют в виде таблиц.

В конце заголовков таблиц, заголовков и подзаголовков их граф и строк точки не ставят. Заголовки и подзаголовки граф указывают в единственном числе. Для сокращения текста заголовков и подзаголовков граф отдельные понятия заменяют буквенными обозначениями, если они пояснены в тексте или приведены на иллюстрациях, предшествующих таблице. Показатели с одним и тем же буквенным индексом группируют последовательно в порядке возрастания индексов.

Пример оформления таблицы

Основные характеристики шины размера 17.5R25 приведены в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Техническая характеристика автопокрышки 17.5R25

Наименование показателей	Значение показателей
Обозначение шины	17.5R25
Тип шины	бескамерная, радиальной конструкции
Индекс нагрузки	167/182
Индекс скорости	B/A2
Тип рисунка протектора	карьерный (E-3/L-3)
Условное обозначение обода	14.00-2.0
Наружный диаметр шины, мм	1348
Ширина профиля шины, мм	460 ± 13
Статический радиус шины, мм	605
Максимальная допустимая нагрузка на шину, кг	5450/8500
Внутреннее давление в шине, кПа	500/575
Максимальная скорость, км/ч	50/10
Масса шины, кг	148,6 ± 5,0

Если числовые значения показателя в разных строках таблицы имеют различные размерности, то их указывают после каждого числового значения в соответствующей строке. Допускается выполнять заголовки таблицы, а также текст в ее головке и боковике шрифтом размером 12 пт.

5. ГРАФИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА

К графическому материалу относят чертежи агрегатов, машин, узлов, деталей, технологии производства, диаграммы, схемы, таблицы и другой материал, отвечающий требованиям единой системы конструкторской документации (ЕСКД), системы проектной документации для строительства (СПДС) и единой системы программной документации (ЕСПД).

Технологическая схема разрабатываемого процесса выполняется в соответствии с ГОСТ 2.301 и представляет собой последовательное схематическое изображение основного оборудования, необходимого для производства изделия. Технологическая схема выполняется в любом графическом редакторе на стандартных листах формата А1. Все элементы данной схемы должны быть выполнены в соответствии с требованиями, предъявляемыми к оформлению графического материала СТП БГТУ 001-2019. Каждому элементу схемы необходимо присвоить нумерацию (начиная с единицы) согласно порядку их упоминания при описании технологической схемы разрабатываемого процесса в пояснительной записке. Обозначения и порядковые номера элементов ставятся на полочке выносной линии.

Компоновка оборудования цеха или участка выполняется исходя из расчетов материального баланса и подбора основного и вспомогательного оборудования, при этом необходимо учитывать нормы и правила техники безопасности. Чертеж выполняется на стандартных листах формата А1 в масштабах 1:50, 1:100, 1:200. На чертеже должны быть нанесены основные размеры цеха или участка и привязка оборудования к строительным конструкциям здания.

При выполнении компоновки оборудования внутри помещения нужно руководствоваться следующими требованиями:

- обеспечивать основные проходы шириной не менее 2 м в местах постоянного пребывания работающих, а также по фронту обслуживания пультов управления;
- подбирать проезды шириной не менее 3,5 м;
- устанавливать проходы шириной не менее 1,5 м по фронту обслуживания машин и аппаратов;
- создавать проходы шириной не менее 1 м у оконных проемов, между аппаратами и стенами помещений.

Чертеж общего вида основного оборудования выполняется в соответствии с ГОСТ 2.118–2013 (обозначение: БГТУ ХХХХХХ.ХХХ ВО). Он должен содержать:

- изображения (виды, разрезы, сечения, выносные элементы), текстовую часть, надписи и таблицы, необходимые для понимания конструктивного устройства изделия;

- наименования (если возможно, то и обозначения) составных частей изделия, для которых объясняется принцип работы, приводятся технические характеристики, и т. д.;

- габаритные, установочные и присоединительные размеры;

- технические требования;

- технические характеристики (при необходимости).

Наименование и обозначение составных частей изделия могут быть указаны одним из следующих способов: на полках линий выносок, проводимых от изделий на чертеже общего вида (приложение Е), в таблице, выполненной на отдельных листах формата А4, идущих за чертежом общего вида (приложение Е). Таблицы могут располагаться на свободном поле чертежа справа от изображения или ниже, но не над основной надписью (приложение Е).

Чертеж детали должен содержать:

- минимальное, но достаточное для изготовления и контроля детали количество изображений (видов и выносимых элементов, разрезов, сечений) по ГОСТ 2.305–2008;

- габаритные размеры, размеры формы и положения всех элементов детали (ГОСТ 2.307–2011);

- предельные отклонения всех размеров (ГОСТ 2.307);

- допуски формы и расположения поверхностей (ГОСТ 2.308–2011);

- шероховатость поверхностей (ГОСТ 2.309–73);

- технические требования (ГОСТ 2.316–2008).

Сборочный чертеж имеет следующее обозначение: БГТУ ХХХХХХ.ХХХ СБ. Он содержит:

- изображение сборочной единицы, обеспечивающее возможность осуществления сборки и контроля изделия с учетом способов упрощенного изображения составных частей изделия (ГОСТ 2.109–73);

- размеры, предельные отклонения и другие параметры, которые должны быть выполнены и проконтролированы по данному сборочному чертежу;

- указания о характере сопряжения и методах его осуществления, если точность сопряжения обеспечивается не заданными предельными

отклонениями размеров, а подбором, прогонкой и т. п., а также указания о выполнении неразъемных соединений (сварных, паяных и др.);

– номера позиций всех составных частей изделия, взятых из спецификации, которая составляется в соответствии с требованиями ГОСТ 2.106–2019;

– габаритные, установочные и присоединительные размеры;

– технические требования;

– технические характеристики (при необходимости).

Спецификация выполняется на каждую сборочную единицу на отдельных листах формата А4 (приложение Ж). На первом листе основная надпись спецификации выполняется по форме 2 ГОСТ 2.104 (приложение Е), а на последующих – по форме 2а (приложение Е).

Оформление конструкторских и технологических чертежей

Графический материал выполняется с помощью компьютерной графики и печатается на бумаге формата А1 либо других форматов, предусмотренных ГОСТ 2.301–68.

Выполнение всех типов чертежей производится на графопостроителях (плоттерах) или печатающих устройствах (принтерах) в соответствии с требованиями ГОСТ 2.004–88. Допускается их выполнение тушью либо гелевой ручкой.

Все листы графической части снабжаются основной надписью формы 1 по ГОСТ 2.104 (приложение Е).

В графе 1 формы 1 указывается наименование графического материала, расположенного на данном формате.

В графе 2 помещается обозначение документа, состоящего из буквенного индекса БГТУ и цифрового, содержащего две группы из девяти цифр в виде XXXXXX.XXX. Для чертежей изделия (оборудования, механизма) структура обозначения (цифровой индекс), определяющая его нумерацию внутри проекта, следующая. Две первые цифры в группе из шести цифр – номер (позиция), обозначающий изделие в соответствии с общим перечнем, приведенным на планировке, схеме или чертеже общего вида.

Четыре последующие цифры этой же группы и первая в группе из трех цифр используются для последовательного деления изделия на сборочные единицы (при отсутствии остаются нули). Две последние цифры предназначаются для обозначения деталей.

Буквенно-цифровое обозначение графического материала должно иметь структурную связанность в пределах всего проекта.

В графе 3 указывается обозначение материала детали (заполняется лишь на чертежах деталей).

В графах 10, 11, 12, 13 указываются должности лиц, подписывающих документ, их фамилии, помещаются подписи с проставлением даты.

Графа 9 заполняется в соответствии с требованиями п. 9.5.6 настоящего стандарта.

При необходимости на листах графического материала размещают текстовую часть, которая может содержать:

- 1) технические требования, техническую характеристику;
- 2) таблицы параметров;
- 3) расшифровку принятых обозначений или изображений;
- 4) надписи с обозначением изображений, а также относящиеся к отдельным элементам изделия.

Нанесение на чертежах надписей, технических требований и таблиц должно отвечать требованиям ГОСТ 2.316.

Текст на поле чертежа располагается в первую очередь над основной надписью параллельно ей. Между текстовой частью и основной надписью не допускается помещать изображения, таблицы и т. п. На листах формата А4 и более допускается размещение текста в две и более колонок. Ширина колонки должна быть не более 185 мм.

Таблицу параметров, которая стандартом предусмотрена для чертежа изделия, помещают по правилам, установленным соответствующим стандартом. Все другие таблицы размещают на свободном месте поля чертежа справа от изображения или ниже его и выполняют по ГОСТ 2.105.

Технические требования на чертеже излагают, группируя вместе однородные и близкие по своему характеру требования, и располагают только над основной надписью. Заголовок «Технические требования» не пишут.

В случае если необходимо указать техническую характеристику изделия, ее размещают отдельно от технических требований с самостоятельной нумерацией пунктов на свободном поле чертежа под заголовком «Техническая характеристика».

При выполнении чертежа на двух и более листах текстовую часть помещают только на первом листе независимо от того, на каких листах находятся изображения, к которым относятся указания, приведенные в текстовой части.

Текстовая часть и заполнение основных надписей на чертежах выполняется чертежным шрифтом согласно ГОСТ 2.304–81.

6. ПРЕДСТАВЛЕНИЕ К ЗАЩИТЕ И ЗАЩИТА ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА (РАБОТЫ)

6.1. Представление к защите дипломного проекта (работы)

Законченный дипломный проект (работа), подписанный обучающимся и консультантами, представляется руководителю, который составляет на него (нее) отзыв.

Отзыв руководителя дипломного проекта (работы) должен содержать оценку:

- актуальности темы дипломного проекта (работы);
- полноты решения поставленной задачи;
- степени самостоятельности и инициативности обучающегося;
- умения обучающегося пользоваться специальной литературой;
- способности обучающегося к инженерной или исследовательской работе;
- возможности использования полученных результатов на практике;
- возможности присвоения выпускнику соответствующей квалификации.

Текстовые и графические материалы дипломного проекта (работы), кроме иллюстрационных, исполнение которых подпадает под требования межгосударственных и государственных стандартов и других нормативных документов, подлежат нормоконтролю. Нормоконтролер не может не допустить дипломный проект (работу) к защите. Решение о допуске (не допуске) принимает только заведующий кафедрой.

Решение о допуске к защите принимается созданной на кафедре рабочей комиссией (комиссиями), которая заслушивает сообщение обучающегося по дипломному проекту (работе) и определяет соответствие дипломного проекта (работы) заданию, а также выясняет готовность обучающегося к защите.

Дипломный проект (работа), отзыв руководителя, решение рабочей комиссии предоставляются заведующему кафедрой, который делает заключение о возможности допуска обучающегося к защите дипломного проекта (работы).

Допуск обучающегося к защите фиксируется подписью заведующего кафедрой на титульном листе пояснительной записки к дипломному проекту (работе) и графических (иллюстративных) материалах.

Если заведующий кафедрой на основании выводов рабочей комиссии не считает возможным допустить обучающегося к защите, этот вопрос рассматривается на заседании кафедры с участием руководителя дипломного проекта (работы). При отрицательном заключении кафедры протокол заседания представляется через декана факультета на утверждение ректору БГТУ, после чего обучающийся информируется о том, что он не допускается к защите дипломного проекта (работы).

6.2. Рецензирование дипломного проекта (работы)

Дипломный проект (работа), допущенный выпускающей кафедрой к защите, направляется заведующим кафедрой на рецензию.

Рецензенты дипломных проектов (работ) утверждаются деканом факультета по представлению заведующего кафедрой не позднее одного месяца до защиты. Они выбираются из числа профессорско-преподавательского состава других кафедр БГТУ, специалистов производства и научных учреждений, педагогического состава других вузов Республики Беларусь.

Рецензент имеет право затребовать у обучающегося – автора дипломного проекта (работы) дополнительные материалы, касающиеся сущности проделанной работы.

В рецензии должны быть отмечены (см. приложение К для дипломного проекта и приложение Л для дипломной работы):

- актуальность темы дипломного проекта (работы);
- степень соответствия дипломного проекта (работы) заданию;
- логичность построения пояснительной записки;
- наличие по теме дипломного проекта (работы) критического обзора литературы, его полнота и последовательность анализа;
- полнота описания методики расчета или проведенных исследований, изложения собственных расчетных, теоретических и экспериментальных результатов, оценка достоверности полученных результатов;
- наличие аргументированных выводов по результатам дипломного проекта (работы);
- практическая значимость дипломного проекта (работы), возможность использования полученных результатов;
- недостатки и слабые стороны дипломного проекта (работы);
- замечания по оформлению пояснительной записки к дипломному проекту (работе) и стилю изложения материала;

– оценка дипломного проекта (работы) производится по действующей шкале знаний: «десять», «девять», «восемь», «семь», «шесть», «пять», «четыре», «три».

Рецензия должна быть подписана рецензентом, подпись скреплена печатью организации, в которой работает рецензент.

Обучающийся должен быть ознакомлен с рецензией не менее чем за сутки до защиты.

6.3. Защита дипломного проекта (работы)

Для рассмотрения выполненных дипломных проектов (работ) и их защиты создаются государственные экзаменационные комиссии (ГЭК) по каждой из специализаций в сроки, определенные учебным планом БГТУ.

Защита дипломных проектов (работ) может проводиться как в БГТУ, так и на предприятиях, в организациях и учреждениях, для которых тематика защищаемых проектов (работ) представляет научный и практический интерес.

До начала защиты дипломного проекта (дипломной работы) в ГЭК дополнительно представляются:

- дипломный проект (дипломная работа);
- отзыв руководителя дипломного проекта (дипломной работы);
- рецензия специалиста, рецензировавшего дипломный проект (дипломную работу).

В ГЭК могут представляться и другие материалы, характеризующие научную и практическую значимость выполненного дипломного проекта (дипломной работы), перечень публикаций и изобретений обучающегося, характеристика его участия в научной, организационной, общественной и других видах работ, не предусмотренных учебными планами. Отсутствие таких материалов не является основанием для снижения отметки, выставляемой по результатам защиты дипломного проекта (дипломной работы).

Защита дипломного проекта (дипломной работы) проводится на открытом заседании ГЭК с участием председателя комиссии и не менее половины ее состава. Лица, присутствующие на защите дипломного проекта (дипломной работы) и не являющиеся членами ГЭК, не могут задавать вопросы обучающемуся (кроме как с разрешения председателя комиссии) и влиять на ход экзамена, защиты.

На защиту одного дипломного проекта (дипломной работы) отводится не более 30 мин. Процедура защиты дипломного проекта (дипломной работы) устанавливается председателем ГЭК и включает доклад обучающегося (10–15 мин) с использованием (по решению выпускающей кафедры) информационных технологий, чтение отзыва руководителя и рецензии, вопросы членов комиссии и ответы обучающегося. При имеющихся замечаниях рецензента обучающийся должен ответить на них. Кроме того, могут быть предусмотрены выступления руководителя дипломного проекта (дипломной работы), а также рецензента, если он присутствует на заседании ГЭК.

Защита заканчивается предоставлением обучающемуся заключительного слова, в котором он вправе высказать свое мнение по замечаниям и рекомендациям, сделанным в процессе обсуждения дипломного проекта (дипломной работы).

После окончания защиты дипломных проектов (дипломных работ) ГЭК продолжает свою работу на закрытом заседании, на котором с согласия председателя комиссии могут присутствовать руководители и рецензенты дипломных проектов (дипломных работ).

В ходе закрытого заседания члены ГЭК:

- оценивают результаты защиты дипломного проекта (дипломной работы) и сдачи государственных экзаменов;

- решают вопрос о присвоении обучающемуся соответствующей квалификации;

- с учетом отметок, полученных при итоговой аттестации, решают вопрос о выдаче выпускникам диплома о высшем образовании, диплома о высшем образовании с отличием, в том числе с золотой медалью.

Решение о выставлении отметки за выполнение и защиту дипломного проекта (дипломной работы) принимается большинством членов ГЭК открытым голосованием. При равном числе членов ГЭК, предлагающих выставление различных отметок, предложение председателя ГЭК является решающим. Результаты защиты дипломных проектов (дипломных работ), решения о присвоении квалификации, выдачи диплома о высшем образовании, диплома о высшем образовании с отличием, в том числе с золотой медалью оглашаются в этот же день после оформления соответствующих протоколов.

Обучающиеся, не защитившие дипломный проект (работу), отчисляются из вуза. Им выдается академическая справка установленного образца. Обучающийся, не защитивший дипломный проект (работу), допускается к повторной защите дипломного проекта (работы) в соответствии с нормативно-правовыми актами.

7. ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ ДИПЛОМНЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ)

1. Проект участка по выпуску формовых резинотехнических изделий.
2. Проект участка по выпуску профилированных заготовок на заводе КГШ.
3. Проект участка вулканизации шин для карьерной техники.
4. Проект участка вулканизации автопокрышек с посадочным диаметром 13 дюймов.
5. Проект реконструкции участка сборки автопокрышек с посадочным диаметром 38 дюймов.
6. Проект участка по выпуску бортовых колец и крыльев для ЦМК шин с посадочным диаметром 25 дюймов.
7. Проект реконструкции участка каландрового цеха.
8. Проект реконструкции подготовительного цеха.
9. Проект участка декристаллизации натурального каучука.
10. Проект модернизации участка изготовления автокамерных заготовок.
11. Проект участка по выпуску рукавов бездорновым способом.
12. Исследование свойств эластомерных композиций с комплексным активатором вулканизации.
13. Проект участка по выпуску формовых резиноармированных изделий.
14. Проект участка по выпуску формовых маслобензостойких резиновых изделий.
15. Проект участка по изготовлению резиновых изделий, работающих в условиях динамических нагрузок.
16. Проект участка по выпуску изделий на основе термоэластопластов.
17. Проект участка по выпуску изделий из полиуретана.
18. Исследование состава шинных резин термическим методом.

Приложение А

ПРИМЕР ОФОРМЛЕНИЯ ТИТУЛЬНОГО ЛИСТА (для дипломного проекта)

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет технологии органических веществ (заочного образования)
Кафедра полимерных композиционных материалов
Специальность 1-48 01 02 «Химическая технология органических
веществ, материалов и изделий»
Специализация 1-48 01 02 05 «Технология переработки эластомеров»

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА к дипломному проекту на тему:

Дипломник	_____
Руководитель проекта	_____
Заведующий кафедрой	_____
Консультанты:	
по автоматизации производства	_____
по охране труда и безопасности жизнедеятельности	_____
по охране окружающей среды	_____
по экономической части	_____
Нормоконтролер	_____
Дипломный проект защищен с оценкой	_____
Председатель ГЭК	_____

Минск 20__

Приложение Б

ПРИМЕР ОФОРМЛЕНИЯ ТИТУЛЬНОГО ЛИСТА (для дипломной работы)

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет технологии органических веществ (заочного образования)
Кафедра полимерных композиционных материалов
Специальность 1-48 01 02 «Химическая технология органических
веществ, материалов и изделий»
Специализация 1-48 01 02 05 «Технология переработки эластомеров»

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА к дипломной работе на тему:

Дипломник	_____
Руководитель работы	_____
Заведующий кафедрой	_____
Консультанты:	
по охране труда и безопасности жизнедеятельности	_____
по охране окружающей среды	_____
по экономической части	_____
Нормоконтролер	_____
Дипломная работа защищена с оценкой	_____
Председатель ГЭК	_____

Минск 20__

ПРИМЕР ОФОРМЛЕНИЯ РЕФЕРАТА (для дипломного проекта)

Реферат

Пояснительная записка 140 с., 13 рис., 76 табл., 61 источник.

ПОЛУФАБРИКАТ, ШИНА, ВУЛКАНИЗАЦИЯ,
ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ ПРЕСС, ПРЕСС-ФОРМА, ОХРАНА ТРУДА,
БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ОХРАНА
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Целью дипломного проекта является проект участка вулканизации шин для карьерной техники.

В расчетно-пояснительной записке приведен аналитический обзор и патентная проработка по теме работы. Представлены общие сведения об устройстве шин для карьерной техники, особенности их вулканизации. Рассмотрено современное оборудование, предназначенное для вулканизации шин, а также технологическая оснастка.

В технологическом разделе обоснована целесообразность проекта участка вулканизации шин для карьерной техники. Приведена техническая характеристика шины 14.00R25 модели BEL-425, а также рассмотрены применяемые в их конструкции различные материалы и полуфабрикаты. Даны и обоснованы рецептуры резиновых смесей. Разработана технологическая схема процесса вулканизации шин. Выполнены технологические расчеты, включающие материальный баланс, инженерный расчет оборудования. Рассмотрены вопросы контроля качества продукции и метрологического оборудования.

Разработана схема автоматизации процесса вулканизации шин.

Рассмотрены мероприятия по охране труда и безопасности жизнедеятельности, охране окружающей среды.

Выполнено экономическое обоснование целесообразности проекта участка вулканизации шин для карьерной техники.

Графическая часть включает:

- технологическая схема – 1 лист А1;
- компоновка оборудования – 1 лист А1;
- общий вид пресса – 1 лист А1;
- чертеж пресс-формы – 1 лист А1;
- схема автоматизации – 1 лист А1.

**ПРИМЕР ОФОРМЛЕНИЯ РЕФЕРАТА
(для дипломной работы)**

Реферат

Пояснительная записка 71 с., 8 рис., 12 табл., 70 источников.

РЕЗИНОВАЯ СМЕСЬ, ОКСИД ЦИНКА, ВЯЗКОСТЬ ПО МУНИ, АКТИВАТОР ВУЛКАНИЗАЦИИ, КИНЕТИКА ВУЛКАНИЗАЦИИ, ПРОЧНОСТЬ, УДЛИНЕНИЕ

Целью дипломной работы является исследование свойств эластомерных композиций с комплексным активатором вулканизации.

В аналитическом обзоре и патентной проработке представлены работы, рассматривающие возможность замены активатора вулканизации оксида цинка на активаторы вулканизации, полностью исключая его в составе резиновой смеси или снижающие его массу в эластомерной композиции до минимальной, не ухудшая при этом технологические показатели резиновых смесей и резин на их основе.

В объектах и методах исследования описана рецептура резиновой смеси, представлены методы исследования с их описанием, приведены расчетные формулы, характеризующие технологические и физико-механические свойства исследуемых образцов.

В экспериментальной части приведены данные испытаний, проанализированы результаты.

Представлена технологическая схема изготовления резиновых смесей с расчетом основного оборудования.

Рассмотрены мероприятия по охране труда и безопасности жизнедеятельности, охране окружающей среды.

Приведен расчет затрат на проведение работы.

Приложение Д

ПРИМЕР ОФОРМЛЕНИЯ СПИСКА ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

Характеристика источника	Пример оформления
Один, два и три автора	<p>Гришин, Б. С. Теория и практика усиления эластомеров. Состояние и направления развития: монография / Б. С. Гришин. – Казань: КНИТУ, 2016. – 420 с.</p> <p>Осовская, И. И. Эластомеры: учеб. пособие / И. И. Осовская, Е. В. Савина, В. Е. Левич. – СПб.: Высшая школа СПбГУ ПДТ, 2016. – 127 с.</p> <p>Крыжановский, В. К. Технология полимерных материалов. Синтез, модификация, стабилизация, рециклинг, экологические аспекты: учеб. пособие / В. К. Крыжановский, А. Ф. Николаев, В. В. Бурлов. – СПб.: Профессия, 2011. – 536 с.</p>
Четыре и более авторов	<p>Сырье и рецептуростроение в производстве эластомеров: учеб. пособие / И. А. Осошкин [и др.]. – Воронеж: ВГТА, 2011. – 331 с.</p>
Отдельный том в многотомном издании	<p>Резниченко, С. В. Большой справочник резинщика: в 2 ч. / С. В. Резниченко, Ю. Л. Морозов. – М.: Техинформ, 2012. – Ч. 1: Каучуки и ингредиенты. – 744 с.</p>
Статья из журнала	<p>Песецкий, С. С. Наноккомпозиты, получаемые диспергированием слоистых силикатов в расплавах полимеров (обзор) / С. С. Песецкий, С. П. Богданович, Н. К. Мышкин // Полимерные материалы и технологии. – 2015. – Т. 1, № 1. – С. 7–37.</p> <p>Thermo-oxidative aging resistance and mechanism of a macromolecular hindered phenol antioxidant for natural rubber / W. Wu [et al.] // J. of Elastomers & Plastics. – 2017. – No. 20. – P. 1–16.</p>
Статьи из сборников тезисов докладов и материалов конференции	<p>Влияние наноструктурированных углеродных материалов на кинетику вулканизации резиновых смесей / Ж. С. Шашок [и др.] // Резиновая промышленность: сырье, материалы, технологии: тез. докл. XXIV Междунар. науч.-практ. конф., Москва, 27–31 мая 2019 г. / Научно-технический центр «НИИШП». – М., 2019. – С. 77–80.</p> <p>Composite materials with functionalized nanoadditives / Zh. S. Shashok [et al.] // Mechatronic Systems and Materials (MSM'2016): abstracts of 12th International Conf., Bialystok, Poland, July 3–8, 2016. – Bialystok, 2016. – P. 169.</p>

Характеристика источника	Пример оформления
Патент	<p>Устройство для определения модуля упругости и твердости: пат. 3955 Респ. Беларусь, МПК G 01 N 3/40 / В. А. Рудницкий, А. П. Крень, В. В. Мозгалев; заявитель Ин-т прикладной физики НАН Беларуси. – № u 20070289; заявл. 18.04.2007; опубл. 30.10.2007 // Афіцыйны бюл. / Нац. Цэнтр інтэлектуальнай уласнасці. – 2007. – № 5. – С. 217–218.</p> <p>Протектор шины, имеющий несколько слоев износа: пат. 2521899 РФ / Дж. Т. Ворффорд, Д. Л. Крайстенбери, Р. С. Лоусон, Т. А. Уайт; заявитель Мишлен Решерш Текник С. А.; Компани Женераль дез Этаблиссман Мишлен. – № 2013124799/11; заявл. 24.10.2011; опубл. 10.07.2014 // Официальный бюл. / Рос. Центр интеллектуал. собственности. – 2014. – 28 с.</p> <p>Резиновая смесь: пат. 2635803 RU, В 21 D 34/29 / А. А. Махотин, Э. А. Горелова, В. С. Мизорова; заявитель ООО НТЦ «Кама». – № 2016126597/10; заявл. 01.07.2016; опубл. 16.11.2017. – Режим доступа: www.freepatent.ru/patents/2635803. – Дата доступа: 23.10.2020.</p>
Стандарт	<p>Резина. Метод определения упругопрочностных свойств при растяжении: ГОСТ 270–75. – Взамен ГОСТ 270–64; введ. 01.01.1978. – М.: Стандартиформ, 2008. – 11 с.</p>
Автореферат диссертации, диссертация	<p>Тагашева, Р. Г. Производные индола с пространственно затрудненными фенольными фрагментами: автореф. дис. ... канд. хим. наук: 02.00.03 / Р. Г. Тагашева; Казан. гос. технол. ун-т. – Казань, 2009. – 19 с.</p> <p>Бондалетов, О. В. Получение модифицированных нефтеполимерных смол на основе различных фракций жидких продуктов пиролиза углеводородного сырья: дис. ... канд. хим. наук: 02.00.13 / О. В. Бондалетов. – Томск, 2011. – 158 л.</p>
Ресурсы удаленного доступа	<p>Standard test method for rubber properties – measurement of cure and after-cure dynamic properties using a rotorless shear rheometer: ASTM D6601-02 (2008). – Взамен ASTM D6601-02 (2002); введ. 01.06.08. – Режим доступа: http://www.astm.org. – Дата доступа: 01.02.2021.</p>

Приложение Е

ОСНОВНЫЕ НАДПИСИ ПО ГОСТ 2.104

					2					
14	15	16	17	18	1			Лит.	Масса	Масштаб
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				4	5	6
					3			Лист 7	Листов 8	
10	11	12	13	9						

Форма 1 – Для конструкторских чертежей

					2					
14	15	16	17	18	1			Лит.	Лист	Листов
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				4	5	6
					3			9		
10	11	12	13							

Форма 2 – Для текстовых документов (первый лист)

					2					Лист
14	15	16	17	18						6
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

Форма 2а – Для всех конструкторских документов
(последующие листы)

Приложение Ж

ОФОРМЛЕНИЕ СПЕЦИФИКАЦИЙ ИЗДЕЛИЙ

Спецификация изделий к конструкторским чертежам (ГОСТ 2.108)

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание

Форма 7. Спецификация технологического оборудования
(ГОСТ 21.101)

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса в кг.	Примечание

Приложение И

ПОРЯДОК СОСТАВЛЕНИЯ ЦИФРОВОГО ВОСЬМИЗНАЧНОГО ИНДЕКСА ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА (РАБОТЫ)

Первая цифра – код факультета:

- 1 – лесохозяйственный;
- 2 – технологии и техники лесной промышленности;
- 3 – технологии органических веществ;
- 4 – химической технологии и техники;
- 5 – принттехнологий и медиакоммуникаций;
- 6 – инженерно-экономический;
- 7 – информационных технологий;
- 8 – заочный.

Две последующие цифры – номер выпускающей кафедры:

- 01 – лесоводства;
- 02 – лесоустройства;
- 03 – лесозащиты и древесиноведения;
- 04 – ландшафтного проектирования и садово-паркового строительства;
- 05 – лесных культур и почвоведения;
- 06 – туризма, природопользования и охотоведения;
- 07 – лесных машин, дорог и технологий лесопромышленного производства;
- 08 – технологии деревообрабатывающих производств;
- 09 – технологии и дизайна изделий из древесины;
- 10 – деревообрабатывающих станков и инструментов;
- 11 – энергосбережения, гидравлики и теплотехники;
- 13 – полимерных композиционных материалов;
- 14 – нефтегазопереработки и нефтехимии;
- 15 – химической переработки древесины;
- 16 – биотехнологии;
- 17 – физико-химических методов сертификации продукции;
- 22 – технологии неорганических веществ и общей химической технологии;
- 23 – химии, технологии электрохимических производств и материалов электронной техники;
- 24 – машин и аппаратов химических и силикатных производств;

- 26 – технологии стекла и керамики;
- 27 – химической технологии вяжущих материалов;
- 28 – промышленной экологии;
- 29 – автоматизации производственных процессов и электротехники;
- 30 – механики и конструирования;
- 32 – полиграфических производств;
- 33 – редакционно-издательских технологий;
- 34 – полиграфического оборудования и систем обработки информации;
- 36 – экономической теории и маркетинга;
- 37 – менеджмента, технологий бизнеса и устойчивого развития;
- 38 – экономики и управления на предприятиях;
- 39 – организации производства и экономики недвижимости;
- 42 – информационных систем и технологий;
- 43 – информатики и веб-дизайна;
- 44 – программной инженерии.

Четвертая и пятая цифры – код квалификации:

- 01 – инженер лесного хозяйства;
- 02 – инженер садово-паркового строительства;
- 03 – специалист по туризму и природопользованию;
- 04 – инженер-механик;
- 05 – инженер-технолог;
- 06 – инженер-энергомеджер;
- 07 – инженер-химик-технолог;
- 08 – инженер по сертификации;
- 09 – инженер;
- 10 – инженер по автоматизации;
- 11 – инженер-химик-эколог;
- 12 – инженер-электромеханик;
- 13 – редактор-технолог;
- 14 – экономист-менеджер;
- 15 – менеджер-экономист;
- 16 – маркетинг-экономист;
- 17 – инженер-программист;
- 18 – инженер-программист-системотехник;
- 19 – программист-дизайнер.

Три последние цифры обозначают порядковый номер проекта по приказу ректора университета об утверждении тематики дипломных проектов.

**ПРИМЕР РЕЦЕНЗИИ
(для дипломного проекта)**

Рецензия

на дипломный проект студента _____

на тему: _____

1. Актуальность темы дипломного проекта _____

2. Степень соответствия дипломного проекта заданию _____

3. Логичность построения пояснительной записки _____

4. Наличие по теме дипломного проекта критического обзора литературы, его полнота и последовательность анализа _____

5. Полнота описания методики расчета или приведенных исследований, изложение собственных расчетных, теоретических и экспериментальных результатов, оценка достоверности полученных результатов _____

6. Наличие аргументированных выводов по результатам дипломного проекта _____

7. Практическая значимость дипломного проекта, возможность использования полученных результатов _____

8. Недостатки и слабые стороны дипломного проекта _____

9. Замечания по оформлению пояснительной записки к дипломному проекту и стилю изложения материала _____

10. Оценка дипломного проекта _____

Рецензент:

(должность рецензента,
место работы) МП

(подпись)

(ФИО)

**ПРИМЕР РЕЦЕНЗИИ
(для дипломной работы)**

Рецензия

на дипломный проект студента _____

на тему: _____

1. Актуальность темы дипломной работы _____

2. Степень соответствия дипломной работы заданию _____

3. Логичность построения пояснительной записки _____

4. Наличие по теме дипломной работы критического обзора литературы, его полнота и последовательность анализа _____

5. Полнота описания методики расчета или приведенных исследований, изложение собственных расчетных, теоретических и экспериментальных результатов, оценка достоверности полученных результатов _____

6. Наличие аргументированных выводов по результатам дипломной работы _____

7. Практическая значимость дипломной работы, возможность использования полученных результатов _____

8. Недостатки и слабые стороны дипломной работы _____

9. Замечания по оформлению пояснительной записки к дипломной работе и стилю изложения материала _____

10. Оценка дипломной работы _____

Рецензент:

(должность рецензента,
место работы) МП

(подпись)

(ФИО)

ЛИТЕРАТУРА

1. Проекты (работы) дипломные. Требования и порядок подготовки, представление к защите и защиты: СТП БГТУ 001-2019. – Введ. 20.03.2019. – Минск: БГТУ, 2019. – 66 с.
2. Корнев, А. Е. Технология эластомерных материалов / А. Е. Корнев, А. М. Буканов, О. Н. Шевердяев. – М.: НППА «Истек», 2009. – 500 с.
3. Принципы составления и оптимизации рецептур резиновых смесей / В. М. Гончаров [и др.]. – Красноярск: СибГТУ, 2002. – 84 с.
4. Шутилин, Ю. Ф. Справочное пособие по свойствам и применению эластомеров / Ю. Ф. Шутилин. – Воронеж: ВГТА, 2003. – 871 с.
5. Гришин, Б. С. Материалы резиновой промышленности (информационно-аналитическая база данных): в 2 ч. / Б. С. Гришин. – Казань: КГТУ, 2010. – Ч. 1. – 506 с.
6. Каблов, В. Ф. Материалы и создание рецептур резиновых смесей для шинной и резинотехнической промышленности: учеб. пособие / В. Ф. Каблов, О. М. Новопольцева, М. А. Кракшин. – Волгоград: ВолгГТУ, 2008. – 321 с.
7. Бутадиен-нитрильные каучуки. Синтез и свойства / В. Н. Попков [и др.]. – Воронеж: Воронеж. гос. ун-т инж. технологий, 2014. – 218 с.
8. Сырье и рецептуростроение в производстве эластомеров: учеб. пособие / И. А. Осошник [и др.]. – Воронеж: ВГТА, 2011. – 332 с.
9. Резниченко, С. В. Большой справочник резинщика: в 2 ч. / С. В. Резниченко, Ю. Л. Морозов. – М.: Техинформ, 2012. – Ч. 1. – 744 с.
10. Нудельман, З. Н. Фторкаучуки: основы, переработка, применение / З. Н. Нудельман. – М.: ООО «ПИФ РИАС», 2007. – 384 с.
11. Осошник, И. А. Производство резиновых технических изделий / И. А. Осошник, Ю. Ф. Шутилин, О. В. Карманова. – Воронеж: ВГТА, 2007. – 972 с.
12. Основы технологии шинного производства: учеб. пособие / Г. Я. Власов [и др.]; под ред. Г. Я. Власова, Ю. Ф. Шутилина. – Воронеж: ВГТА, 2002. – 460 с.
13. Шмурак, И. Л. Шинный корд и технология его обработки / И. Л. Шмурак. – М.: Науч.-тех. центр «НИИШП», 2007. – 220 с.
14. Ивановский, В. И. Технический углерод. Процессы и аппараты: учеб. пособие / В. И. Ивановский. – Омск: ОАО «Техуглерод», 2004. – 228 с.

15. Пичугин, А. М. Материаловедческие аспекты создания шинных резин / А. М. Пичугин. – М.: Типография ОАО «ВПК НПО «Машиностроение», 2008. – 383 с.

16. Дик, Дж. С. Технология резины: рецептуростроение и испытания / Дж. С. Дик; под ред. Дж. С. Дика. – СПб.: Научные основы и технологии, 2010. – 620 с.

17. Иванова, В. Н. Технология резиновых технических изделий / В. Н. Иванова, Л. А. Алешунина. – Л.: Химия, 1988. – 288 с.

18. Шины. Некоторые проблемы эксплуатации и производства / Р. С. Ильясов [и др.]. – Казань: КГТУ, 2000. – 576 с.

19. Мартин, Дж. М. Производство и применение резинотехнических изделий / Дж. М. Мартин, У. К. Смит; под ред. С. Ч. Бхати, В. Н. Красовского. – СПб.: Профессия, 2006. – 480 с.

20. Рагулин, В. В. Технология шинного производства / В. В. Рагулин, Л. А. Вольнов. – М.: Химия, 1981. – 264 с.

21. Технология резиновых изделий: учеб. пособие / Ю. О. Аверко-Антонович [и др.]; под ред. П. А. Кирпичникова. – Л.: Химия, 1991. – 352 с.

22. Технология резиновых изделий: учеб. пособие / сост.: Т. Б. Минигалиев, В. П. Дорожкин. – Казань: КГТУ, 2009. – 236 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	3
1. ТРЕБОВАНИЯ К ДИПЛОМНОМУ ПРОЕКТУ (РАБОТЕ)	5
2. СОДЕРЖАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА	6
2.1. Титульный лист	6
2.2. Задание на дипломный проект	7
2.3. Реферат	8
2.4. Содержание	9
2.5. Введение.....	9
2.6. Аналитический обзор и патентная проработка	10
2.7. Технологический раздел.....	11
2.7.1. Обоснование реконструкции (техническое перевооружение).....	12
2.7.2. Техническая характеристика изделий и их конструкция.....	14
2.7.3. Рецепты резиновых смесей и их обоснование	14
2.7.4. Характеристика каучуков и ингредиентов	25
2.7.5. Описание технологической схемы процесса.....	25
2.7.6. Материальный баланс.....	30
2.7.6.1. Расчет материального баланса при проектировании шинного производства	30
2.7.6.2. Расчет материального баланса при проектировании производства резинотехнических изделий.....	34
2.7.6.3. Расчет материального баланса при проектировании производства обуви	38
2.7.7. Выбор и расчет основного и вспомогательного оборудования.....	39
2.7.7.1. Выбор и расчет потребного количества основного оборудования при проектировании шинного производства	39
2.7.7.2. Расчет основного технологического оборудования при проектировании производств резинотехнических изделий.....	50
2.7.8. Расчет основных параметров технологического оборудования или оснастки.....	55

2.7.9. Контроль качества и метрологическое обеспечение производства	55
2.8. Автоматизация производства.....	56
2.9. Мероприятия по охране труда и безопасности жизнедеятельности.....	56
2.10. Мероприятия по охране окружающей среды	57
2.11. Экономические расчеты	59
2.12. Заключение	59
2.13. Список использованной литературы	59
2.14. Приложения	60
3. СОДЕРЖАНИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДИПЛОМНОЙ РАБОТЫ.....	61
3.1. Введение.....	61
3.2. Аналитический обзор и патентная проработка	61
3.3. Объекты и методы исследования.....	62
3.3.1. Объекты исследования	62
3.3.2. Методы исследования.....	62
3.4. Экспериментальная часть.....	63
3.5. Технологическая схема производства с инженерными расчетами	64
4. ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ ТЕКСТОВОЙ ЧАСТИ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА (РАБОТЫ)	65
4.1. Изложение текста пояснительной записки	65
4.2. Оформление формул и уравнений.....	71
4.3. Оформление иллюстраций	72
4.4. Оформление таблиц	74
5. ГРАФИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА	76
6. ПРЕДСТАВЛЕНИЕ К ЗАЩИТЕ И ЗАЩИТА ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА (РАБОТЫ)	80
6.1. Представление к защите дипломного проекта (работы).....	80
6.2. Рецензирование дипломного проекта (работы).....	81
6.3. Защита дипломного проекта (работы).....	82
7. ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ ДИПЛОМНЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ).....	84
ПРИЛОЖЕНИЕ А. ПРИМЕР ОФОРМЛЕНИЯ ТИТУЛЬНОГО ЛИСТА (для дипломного проекта).....	85

ПРИЛОЖЕНИЕ Б. ПРИМЕР ОФОРМЛЕНИЯ ТИТУЛЬНОГО ЛИСТА (для дипломной работы)	86
ПРИЛОЖЕНИЕ В. ПРИМЕР ОФОРМЛЕНИЯ РЕФЕРАТА (для дипломного проекта)	87
ПРИЛОЖЕНИЕ Г. ПРИМЕР ОФОРМЛЕНИЯ РЕФЕРАТА (для дипломной работы).....	88
ПРИЛОЖЕНИЕ Д. ПРИМЕР ОФОРМЛЕНИЯ СПИСКА ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	89
ПРИЛОЖЕНИЕ Е. ОСНОВНЫЕ НАДПИСИ ПО ГОСТ 2.104	91
ПРИЛОЖЕНИЕ Ж. ОФОРМЛЕНИЕ СПЕЦИФИКАЦИЙ ИЗДЕЛИЙ.....	92
ПРИЛОЖЕНИЕ И. ПОРЯДОК СОСТАВЛЕНИЯ ЦИФРОВОГО ВОСЬМИЗНАЧНОГО ИНДЕКСА ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА (РАБОТЫ)	93
ПРИЛОЖЕНИЕ К. ПРИМЕР РЕЦЕНЗИИ (для дипломного проекта).....	95
ПРИЛОЖЕНИЕ Л. ПРИМЕР РЕЦЕНЗИИ (для дипломной работы)	97
ЛИТЕРАТУРА	99

Учебное издание

Шашок Жанна Станиславовна
Касперович Андрей Викторович
Усс Елена Петровна и др.

ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ЭЛАСТОМЕРОВ

Дипломное проектирование

Учебно-методическое пособие

Редактор *Е. И. Гоман*
Компьютерная верстка *В. А. Маркушевская*
Дизайн обложки *Д. А. Полешова*
Корректор *Е. И. Гоман*

Подписано в печать 06.05.2024. Формат 60×84¹/₁₆.
Бумага офсетная. Гарнитура Таймс. Печать ризографическая.
Усл. печ. л. 6,0. Уч.-изд. л. 6,2.
Тираж 32 экз. Заказ .

Издатель и полиграфическое исполнение:
УО «Белорусский государственный технологический университет».
Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/227 от 20.03.2014.
Ул. Свердлова, 13а, 220006, г. Минск.