

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА РЕЗИНОВЫХ ИЗДЕЛИЙ

Курсовое 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 2021

УДК 678.4.065(075.8)
ББК 35.728я73
Т38

А в т о р ы :

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

Р е ц е н з е н т ы :

кафедра химической технологии высокомолекулярных соединений
УО «Могилевский государственный университет продовольствия»
(кандидат технических наук, доцент,
заведующий кафедрой *Л. А. Щербина*);
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 производства резиновых изделий. Курсовое 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, 2021. – 78 с.
ISBN 978-985-530-889-9.

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 технологических схем производства шин и резинотехнических изделий.

Издание предназначено для студентов специальности 1-48 01 02 «Химическая технология органических веществ, материалов и изделий» специализации 1-48 01 02 05 «Технология переработки эластомеров».

УДК 678.4.065(075.8)
ББК 35.728я73

ISBN 978-985-530-889-9

© УО «Белорусский государственный технологический университет», 2021

© Шашок Ж. С., Касперович А. В.,
Усс Е. П., Кротова О. А., 2021

ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящее учебно-методическое пособие разработано в соответствии с учебным планом и предназначено для студентов очной и заочной форм обучения по специальности 1-48 01 02 «Химическая технология органических веществ, материалов и изделий» специализации 1-48 01 02 05 «Технология переработки эластомеров».

Целью курсовой работы является углубление и расширение знаний по дисциплинам «Технология эластомерных композиций», «Технология переработки эластомеров» и «Технология производства резиновых изделий», развитие навыков применения теоретических знаний для решения практических задач, получение навыков технологических расчетов, приобретение опыта по использованию технической документации, справочной и научно-технической литературы, подготовка к выполнению дипломного проекта.

Выполнение курсовой работы осуществляется в соответствии с заданием, которое выдается перед началом производственной технологической практики и уточняется на предприятии.

Сбор материалов, выполнение курсовой работы и ее защита осуществляются в соответствии с календарным графиком работы.

Студент, выполняющий курсовую работу, отвечает за правильность принятых технических решений, расчетов, стиль изложения расчетно-пояснительной записки и оформление работы.

В процессе выполнения курсовой работы студент должен получить дополнительно целый комплекс навыков, главными из которых являются:

- 1) упорядочение и закрепление теоретического материала, изучаемого в лекционном курсе, на практических и лабораторных занятиях, более подробное и критическое ознакомление с конструкциями деталей и узлов общего применения, машин и механизмов;
- 2) подбор литературы по заданной теме и работа с ней при решении поставленных задач;
- 3) ознакомление с нормативной литературой: стандартами, инструкциями, техническими условиями, правилами;

4) изучение методики ведения расчета материального баланса, потребного количества оборудования, аккуратность и системность при оформлении расчетов;

5) критическая оценка результатов вычислений, соблюдение и контроль размерностей.

В ходе выполнения курсовой работы студент обязан изучить ГОСТы и технические условия на изделия, сырье и материалы, технологические регламенты, нормы расхода сырья и материалов, паспорта на оборудование, практически ознакомиться с технологическим процессом производства шин и резинотехнических изделий.



ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О КУРСОВОЙ РАБОТЕ

Целью выполнения курсовой работы является выработка у студентов операционных компетенций в области технологии производства резиновых изделий различного назначения.

Задачами курсовой работы по дисциплине «Технология производства резиновых изделий» являются: закрепление теоретических знаний, полученных студентом на лекциях, практических занятиях и в процессе самостоятельной работы с литературой и другими источниками; углубленное изучение отдельных тем, теоретических и прикладных вопросов, касающихся технологических процессов производства шин и резинотехнических изделий; развитие умения самостоятельно принимать технологические и конструкторские решения.

Курсовая работа, выполненная студентом, должна представлять самостоятельную проектную разработку. Отдельные курсовые работы могут иметь научно-исследовательский характер. Тематика и содержание таких работ в каждом случае имеют индивидуальный характер, который определяется руководителем. Курсовые работы научно-исследовательской направленности выполняются либо одним студентом индивидуально, либо несколькими, составляющими творческую группу.

Тематика курсовой работы увязывается с содержанием производственной технологической практики студентов, госбюджетных и хоздоговорных научно-исследовательских работ, проводимых на кафедре, а также, по возможности, с тематикой дипломного проектирования.

Объектом курсовой работы является, как правило, участок, производящий определенный вид полуфабриката или готового изделия. Тема курсовой работы может предусматривать разработку реконструкции или модернизации отдельных участков действующих предприятий.

Выполненная курсовая работа должна свидетельствовать об умении студента успешно решать поставленные инженерно-технические задачи, находить новые и оригинальные технические решения, убедительно их обосновывать и квалифицированно излагать.

Курсовая работа выполняется строго по СТП БГТУ 002-2007 «Проекты (работы) курсовые. Требования и порядок подготовки, представление к защите и защита» и состоит из пояснительной записки и графической части.



СОДЕРЖАНИЕ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

Пояснительная записка курсовой работы включает следующие структурные элементы:

Титульный лист.

Задание на курсовую работу.

Реферат.

Содержание.

Введение.

1. Литературный обзор и патентная проработка.

2. Техническая характеристика изделий или полуфабрикатов.

3. Технологическая часть.

3.1. Рецепты резиновых смесей и их обоснование.

3.2. Характеристика каучуков и ингредиентов.

3.3 Технологический процесс изготовления полуфабрикатов или изделий.

4. Технологические расчеты.

4.1. Материальный баланс.

4.2. Расчет потребного количества оборудования и его характеристика.

4.3. Мероприятия по охране труда и технике безопасности.

Заключение.

Список использованных источников.

Приложения.

2.1. Титульный лист

Титульный лист оформляется в соответствии с ГОСТ 2.105 (см. прил. А).

2.2. Задание на курсовую работу

Задание на курсовую работу содержит:

- фамилию, имя, отчество исполнителя;
- тему курсовой работы;

– исходные данные к выполнению работы (ассортимент изделий или полуфабрикатов, производительность цеха или участка, перечень нормативно-технической документации);

– содержание пояснительной записки с указанием основных разделов и подразделов;

– перечень графического материала;

– календарный график работы.

В задании также указываются дата его выдачи, руководитель работы и срок сдачи законченной работы.

Варианты заданий на курсовую работу должны обладать равным уровнем сложности и трудоемкости.

Задание подписывается руководителем работы, исполнителем и утверждается заведующим кафедрой.

Выдача заданий студентам производится персонально и сопровождается необходимыми пояснениями.

2.3. Реферат

Реферат выполняется в соответствии с ГОСТ 7.9 и содержит:

1) сведения об объеме курсовой работы (количество страниц пояснительной записки с указанием числа таблиц, рисунков, использованных источников и приложений);

2) перечень ключевых слов, которые должны последовательно характеризовать основное содержание работы, обеспечивать возможность информационного поиска и включать от 5 до 15 слов или словосочетаний в единственном числе именительном падеже, написанных через запятую в строку прописными буквами без переноса и применения аббревиатуры. Ключевые слова записываются с начала строки без абзацного отступа. Точка в конце перечня не ставится;

3) текст реферата, который должен отражать цель работы, основные полученные результаты, их новизну и рекомендации по внедрению, эффективность, область применения, основные конструктивные характеристики и др. В конце текста реферата указывается количество листов графического материала. Слово «Реферат» записывают в виде заголовка, размещенного по центру текста, с первой прописной буквы. Оптимальный объем текста реферата 500–800 знаков (не более одной страницы текста) (см. прил. Б).

2.4. Содержание

Содержание оформляется в соответствии с ГОСТ 2.105, ГОСТ 7.32 и включает введение, наименование всех разделов, подразделов, пунктов (если они имеют наименование), заключение, список использованных источников и приложений с указанием номеров страниц, на которых помещен каждый заголовок. Слово «Содержание» записывают в виде заголовка, размещенного по центру текста, с первой прописной буквы. Все заголовки в содержании записывают строчными буквами (кроме первой прописной). Последнее слово каждого заголовка соединяют отточием с соответствующим номером страницы.

2.5. Введение

Приводится анализ состояния проблемы и перспективы развития отрасли в соответствии с темой курсовой работы. Отражается потребность в продукции и степень ее удовлетворения. Делается вывод о целесообразности выпуска данного вида продукции, полуфабриката и необходимости реконструкции предприятия или усовершенствования технологического процесса. Указываются цель и задачи курсового проектирования. Слово «Введение» записывают в виде заголовка, размещенного по центру текста, с первой прописной буквы.

2.6. Литературный обзор и патентная проработка

В этом разделе приводятся сведения из отечественной и зарубежной научно-технической литературы, в которой излагаются современные теоретические представления о проектируемом технологическом процессе изготовления полуфабриката или изделия, данные по рецептурам и материалам, применяемому оборудованию. Обзор должен выявить возможные перспективные направления по совершенствованию существующей на производстве технологии, которые позволят улучшить качество продукции, повысить производительность труда.

Составление обзора невозможно без поиска, анализа и переработки большого объема литературных источников, при выполнении которого студенты учатся грамотно излагать свои мысли. При написании литературного 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 литературном обзоре

Известна резиновая смесь [1] на основе комбинации каучуков, которая может использоваться в шинной промышленности при разработке рецептуры резин для протектора легковых высокоскоростных шин. Смесь состоит из каучука растворного бутадиен-стирольного статистического маслонеполненного марки TDAE и частичной доли натурального каучука марки STR и включает кремнекислотный наполнитель с удельной поверхностью 165 м²/г, серу, вулканизирующую группу, стабилизатор – воск микрокристаллический, противостарители, технологическую добавку, связующий агент, углеводородную малеинизированную смолу и масло-пластификатор. Изготовление изделий на основе предлагаемой резиновой смеси позволяет для легковых высокоскоростных шин снизить сопротивление качению, улучшить качество сцепления с дорогой, достичь высокой комфортабельности езды, устойчивости и управляемости на высоких скоростях.

Пример использования в литературном обзоре материалов статьи

Проведены исследования [2] по определению оптимального соотношения компонентов в промотирующей системе. Установлено, что применение соединений бора не оказывает значительного влияния

на прочность связи резины с металлокордом до старения, а также на степень покрытия корда. Однако введение в эластомерные композиции бора существенно увеличивает стойкость системы резина – латунь при паровоздушном старении (120°C, 2 и 4 сут) и обеспечивает наибольшую степень покрытия корда, при этом лучшие адгезионные свойства наблюдаются при соотношении кобальт- и борсодержащих продуктов, равном 1 : 1.

2.7. Техническая характеристика изделия

В данном разделе указывается назначение изделия, представляется его конструкция (эскиз или фотография), приводятся основные размеры, условия эксплуатации, перечисляются материалы, из которых изготовлено изделие, и технические требования к ним.

2.8. Технологическая часть

Технологическая часть состоит из нескольких подразделов: «Рецепты резиновых смесей и их обоснование», «Характеристика каучуков и ингредиентов», «Технологический процесс изготовления полуфабрикатов или изделий».

2.8.1. Рецепты резиновых смесей и их обоснование

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 | 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 указывается:

- теоретическая плотность резиновой смеси, кг/м³;
- объем заправки в резиносмеситель (марка резиносмесителя) на первой стадии, м³;
- объем заправки в резиносмеситель (марка резиносмесителя) на второй стадии, м³;
- объем заправки в резиносмеситель (марка резиносмесителя) на третьей стадии, м³.

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

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 вала, м; L – длина рабочей поверхности вала, м.

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

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

где $m_{\text{общ}}$ – суммарная масса всех ингредиентов, входящих в состав резиновой смеси, кг; $V_{\text{общ}}$ – 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:

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

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.

В табл. 2.2 приведен расчет 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.

Рецепты латексных смесей оформляются в соответствии с табл. 2.3.

После приведения рецептуры в следующей таблице указываются нормы химико-аналитических показателей латексной смеси в процессе приготовления (см. табл. 2.4 на с. 14).

Таблица 2.2

Расчет навесок ингредиентов на одну заправку

| 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 |
|--------------------------------------|---------------------------------------|-------------------|---|--|-------------------|--|
| 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 |
| Технический углерод 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 |

При обосновании рецептуры указываются условия эксплуатации изделия или требования, предъявляемые к составным частям изделия исходя из их назначения, при этом следует учитывать технологические аспекты изготовления резиновых смесей различного назначения.

Таблица 2.3

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

| Наименование компонентов | Части массы на 100 частей 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> | | 100,00 |

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

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 | | |
| pH, не менее | | |

Далее обосновывается выбор каучука или смеси каучуков, а также всех входящих в рецепт ингредиентов. При этом приводится дозировка веществ и показывается целесообразность применения данного вещества и в таком количестве для получения изделия высокого качества.

Примеры обоснования рецептур резиновых смесей

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. 2.5.

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 2.5

Рецептура резиновой смеси для изготовления амортизаторов

| 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 |
|--------------------------------------|---------------------------------------|-------------------|---|--|-------------------|--|
| 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 |
| Технический углерод N234 | 40,00 | 17,03 | 1800 | 0,0222 | 13,14 | 7,81 |
| Технический углерод 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 непердельные каучуки (СКИ-3 и СКД), вулканизирующим агентом является сера (2,25 мас. ч.). Сера 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, тем самым улучшая теплоотвод.

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.

Изделие эксплуатируется в условиях светового, теплового и озонного 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.

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.

Резиновая смесь для изготовления муфт

Главное назначение резиновых муфт – это гибкое соединение деталей друг с другом. Резины, применяемые для изготовления этих изделий, должны обладать эластичностью, стойкостью к маслам, топливам, смазкам.

Рецептура резиновой смеси для изготовления муфт, которые работают в среде углеводородных растворителей, представлена в табл. 2.6.

Резиновые смеси для изготовления муфт должны отвечать комплексу предъявляемых требований: иметь максимальную производительность труда и минимальные затраты энергии при переработке, обладать хорошей вальцуемостью и шприцуемостью, а также не допускать подвулканизации в процессе переработки и изготовления полуфабрикатов.

Таблица 2.6

Рецептура резиновой смеси для изготовления муфт

| 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 |
|--------------------------------------|---------------------------------------|-------------------|---|--|-------------------|--|
| БНКС-18 АМН | 100,00 | 36,63 | 943 | 0,1060 | 47,76 | 14,85 |
| Тиурам Д | 3,00 | 1,10 | 1425 | 0,0021 | 0,95 | 0,45 |
| Белила цинковые | 4,00 | 1,47 | 5470 | 0,0007 | 0,33 | 0,59 |
| Стеариновая кислота | 1,00 | 0,37 | 950 | 0,0011 | 0,47 | 0,15 |
| Пластификатор ДБС | 40,00 | 14,65 | 935 | 0,0428 | 19,27 | 5,95 |
| Ацетонанил Н | 2,00 | 0,73 | 1050 | 0,0019 | 0,86 | 0,30 |
| IPPD | 2,00 | 0,73 | 1180 | 0,0017 | 0,76 | 0,30 |
| Технический углерод N774 | 71,00 | 26,01 | 1850 | 0,0384 | 17,29 | 10,56 |
| Технический углерод S800 | 50,00 | 18,32 | 1830 | 0,0273 | 12,31 | 7,44 |
| <i>Итого</i> | 273,00 | 100,00 | – | 0,2220 | 100,00 | 40,59 |

Теоретическая плотность резиновой смеси – 1230 кг/м³.

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

Данное изделие работает в кратковременном контакте с маслами и топливами, поэтому в качестве полимерной основы в рецептуре резиновой смеси применяется каучук БНКС-18 АМН (100 мас. ч.), содержащий 17–20% связанного нитрила акриловой кислоты.

Для придания резинам теплостойкости и интенсификации процесса вулканизации смеси используется эффективная вулканизирующая система. Агентом вулканизации является тиурам Д в дозировке 3,00 мас. ч.

Белила цинковые (4,00 мас. ч.) и стеариновая кислота (1,00 мас. ч.) являются активаторами вулканизации. Цинковые белила увеличивают концентрацию поперечных связей при одном и том же содержании связанной серы, а стеариновая кислота способствует диспергированию порошкообразных ингредиентов.

Пластификатором является дибутилсебацинат (ДБС) – один из самых эффективных пластификаторов класса сложных эфиров, улучшающий технологические свойства перерабатываемых резиновых смесей. ДБС также повышает морозостойкость, так как изделие может эксплуатироваться при низких температурах. Дозировка пластификатора – 40,00 мас. ч. Она обусловлена большим количеством вводимого технического углерода.

Для защиты от теплового старения в рецептуру вводится комбинация химических антиоксидантов, обладающих синергетическим действием: ацетонанил Н (2,00 мас. ч.) и IPPD (2,00 мас. ч.).

Смесь наполнена двумя видами технического углерода: N774 (71,00 мас. ч.) и S800 (50,00 мас. ч.). Данная комбинация двух марок технического углерода применяется для улучшения технологических свойств смеси (снижения усадки, лучшей каркасности заготовок), а также для уменьшения себестоимости изделия. Наполнители обеспечивают смесям необходимые свойства при переработке, а изделиям – заданные прочностные свойства, твердость.

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.

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.

Таблица 2.7

Рецепт резиновой смеси для изготовления протектор-боковины покрышки

| 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 |
| 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 | – |
| Масло И-40 | 5,00 | 2,78 | 970 | 0,00515 | 3,23 | 5,85 | – |
| Канифоль | 2,00 | 1,11 | 1040 | 0,00192 | 1,20 | 2,34 | – |
| Смола СИС (КИС) | 5,00 | 2,78 | 1170 | 0,00427 | 2,68 | 5,85 | – |
| Дусантокс бРРД | 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 | – |
| Технический углерод N660 | 52,00 | 28,89 | 1860 | 0,02796 | 17,51 | 60,84 | – |
| <i>Итого</i> | 180,00 | 100,00 | – | 0,15962 | 100,00 | – | 213,19 |

Теоретическая плотность резиновой смеси – 1128 кг/м³.

Объем загрузки смесительного оборудования РС-270 на первой стадии – 0,187 м³, на второй стадии – 0,189 м³.

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 пластичность 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 добавляется канифоль (2,00 мас. ч.). При введении ее в резиновые смеси не только уменьшается их вязкость, но существенно повышается клейкость и, вследствие ее кислого характера, замедляется подвулканизация. В присутствии канифоли улучшается диспергирование порошкообразных ингредиентов и сохраняются высокие эластические и динамические свойства резин.

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 бРРД (2,00 мас. ч.), защитный воск (2,00 мас. ч.) и ацетонанил Н (2,00 мас. ч.). Дусантокс бРРД 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.

2.8.2. Характеристика каучуков и ингредиентов

Характеристика каучуков и ингредиентов, используемых в производстве шин и резинотехнических изделий, приводится в виде табл. 2.8. В ней помимо каучуков и ингредиентов может содержаться характеристика применяемых материалов (ткани, корды, смазки и др.).

Таблица 2.8

Характеристика каучуков, ингредиентов и материалов

| Материал | ГОСТ или ТУ | Назначение материала | Контролируемые показатели | Выпускаемая форма материала (гранулы, порошок и др.) |
|---------------|---------------|----------------------|--|--|
| <i>Пример</i> | | | | |
| СКД | ГОСТ 14924–75 | Каучук | Вязкость по Муни (100°С) – 40–50 усл. ед. Условное напряжение при 300%-ном удлинении – не менее 6,87 МПа. Эластичность по отскоку – не менее 51%. Относительное удлинение при разрыве – не менее 480%. Условная прочность при растяжении – не менее 19,1 МПа | Брикеты массой (30 ± 1) кг |

| Материал | ГОСТ или ТУ | Назначение материала | Контролируемые показатели | Выпускаемая форма материала (гранулы, порошок и др.) |
|--------------------------|-----------------|----------------------|---|--|
| Технический углерод N650 | ASTM D1765 | Наполнитель | Удельная геометрическая поверхность – $(36 \pm 5) \text{ м}^2/\text{г}$. Абсорбция ДБФ – $(90 \pm 5) \text{ см}^3/100 \text{ г}$. рН водной суспензии – 6–9. Массовая доля потерь при 125°C – не более 1,0%. Йодное число – $(36 \pm 5) \text{ г/кг}$. Зольность – не более 0,45% | Порошок, гранулы |
| Масло И-40А | ТУ 381011217–89 | Мягчитель | Кинематическая вязкость при 100°C – 35–40 $\text{мм}^2/\text{с}$. Массовая доля смол – не более 8%. Анилиновая точка – 55–65 $^\circ\text{C}$. Температура застывания – не выше 36 $^\circ\text{C}$ | Жидкое вещество |
| | | | | |

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

2.8.3. Технологический процесс изготовления полуфабрикатов или изделий

В данном подразделе описывается существующая на предприятии технологическая схема производства полуфабрикатов или изделий, при этом необходимо отражать содержание, последовательность и взаимосвязь технологических операций. На основании выполненного литературного обзора делается критический анализ существующей технологической схемы, где учитываются такие факторы, как автоматизация и механизация технологического оборудования или отдельных операций, поточность производства, а также качество готового изделия или полуфабриката. Затем предлагаются мероприятия по усовершенствованию схемы, выбор которых должен быть обоснован. Далее следует описание принципиальной 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.

Примеры описания технологических схем

Технологическая схема процесса изготовления формовых резинометаллических деталей компрессионно-литьевым методом представлена на рис. 2.1.

Подготовку арматуры методом фосфатирования производят на отдельном участке. Металлическая арматура вручную навешивается на подвесы так, чтобы обеспечить наилучшее покрытие клеем и в определенном количестве. Подвесы с арматурой навешивают на штанги вручную. Арматуру подвергают химическому обезжириванию, которое производят в последовательно расположенных ваннах 1 и 2 (первичное и вторичное обезжиривание). С целью лучшего омывания арматуры раствором в ваннах вмонтирована система барботажа сжатым воздухом.

Раствор для обезжиривания готовят непосредственно в ваннах. Ванны, каждую в отдельности, заполняют водой до нижнего уровня и подогревают до температуры $(60 \pm 10)^\circ\text{C}$. Затем в каждую ванну по всей площади дна загружают едкий натр (NaOH) небольшими порциями. После растворения едкого натра в каждую ванну последовательно вводят тринатрийфосфат (Na_3PO_4) и кальцинированную соду (Na_2CO_3). Тщательно перемешивают. Заполняют ванны водой, нагретой до температуры $(60 \pm 10)^\circ\text{C}$, до верхнего уровня, после чего температуру раствора доводят до $(80 \pm 10)^\circ\text{C}$.

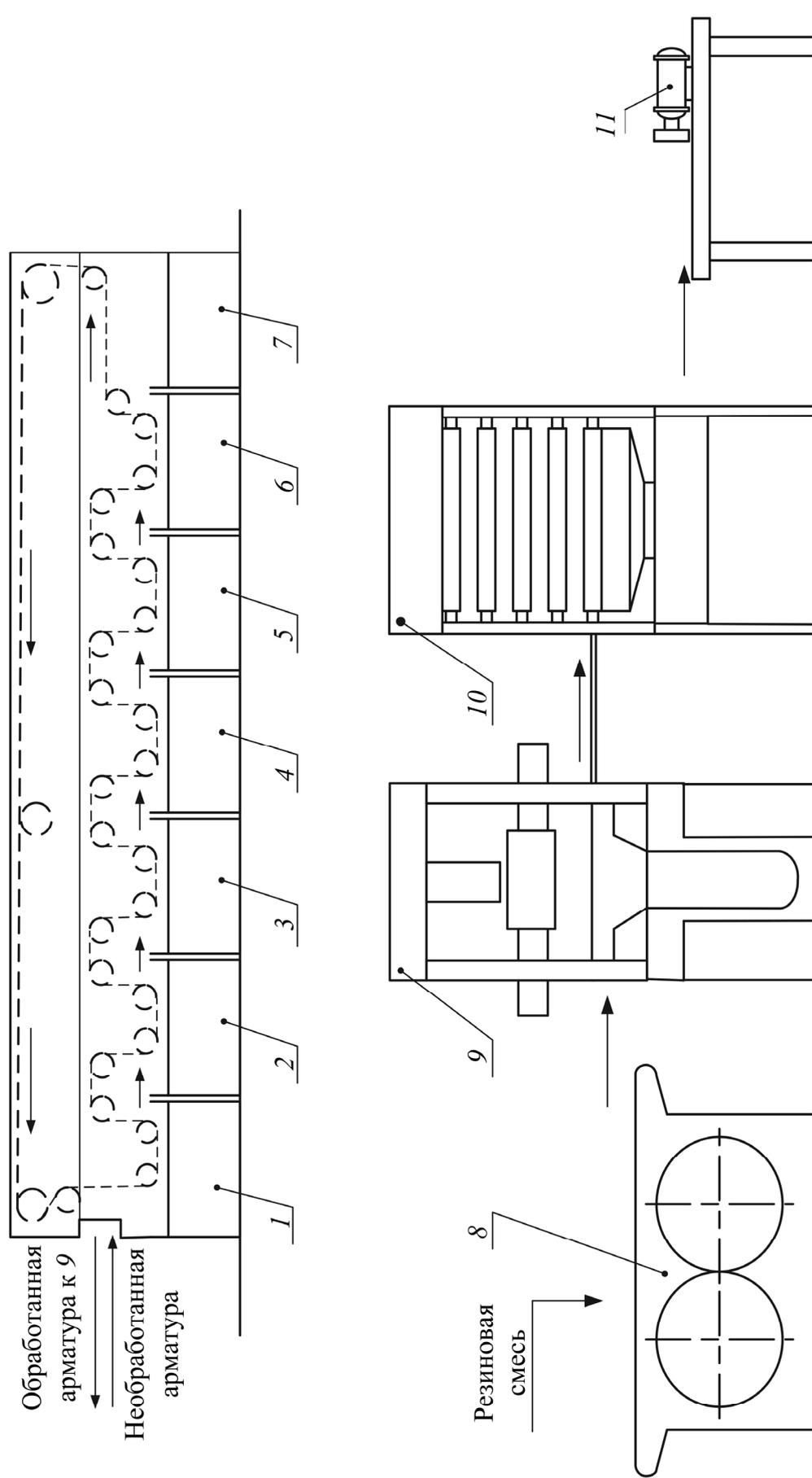


Рис. 2.1. Технологическая схема изготовления формовых резиноармированных изделий компрессионно-литьевым способом:
 1, 2 – ванны химического обезжиривания; 3 – ванна промывки горячей водой; 4 – ванна химического фосфатирования;
 5 – ванна промывки водой струйным методом; 6 – клеевая ванна; 7 – ванна приготовления концентрированного фосфатного раствора; 8 – подогревательные валцы; 9 – литьевой пресс; 10 – вулканизационный пресс; 11 – обработка изделий

Из ванны химического обезжиривания каркасы поступают в ванну 3, где промываются в горячей воде. После промывки горячей водой арматура попадает в ванну химического фосфатирования 4, где происходит нанесение фосфатной пленки. Для интенсификации процесса ванна снабжена системой парового подогрева и воздушного барботирования.

Для приготовления рабочего фосфатного раствора в ванну наливают до метки горячую воду и добавляют концентрированный фосфатный раствор из ванны 7. Раствор перемешивают сжатым воздухом и подогревают до температуры $(70 \pm 10)^\circ\text{C}$.

Из ванны фосфатирования арматура поступает в ванну 5 для промывки струйным методом сначала холодной, а затем горячей водой. Промывку холодной водой производят для лучшего смывания лишнего фосфатного раствора с поверхности арматуры. Горячую промывку вводят для ускорения процесса промывки арматуры.

Из ванны промывки арматура попадает в зону сушки горячим воздухом. Горячий воздух поступает в зону сушки из тоннельной сушилки.

Затем арматура попадает в клеевую ванну 6, где маканием наносится клей на поверхность. Для охлаждения клеевого раствора ванна оснащена охлаждающей рубашкой. Для слива клеевого раствора в ванне имеется патрубок, который оснащен запорным пробковым краном.

По выходе из клеевой ванны арматура проходит подсушивание в атмосфере неподогретого воздуха, а затем попадает в тоннельную сушилку, где подвергается термостатированию. Тоннельная сушилка представляет собой короб прямоугольной формы, изготовленный из листовой стали. Расположена сушилка в верхней части каркаса агрегата.

Концентрированный фосфатный раствор готовят отдельно от агрегата в специальной ванне 7. Ванну заполняют холодной водой до нижнего уровня. Постепенно небольшими порциями засыпают монофосфат цинка в нужном количестве и тщательно перемешивают до полного его растворения. Затем вводят азотнокислый натрий, раствор нагревают до температуры $(60 \pm 10)^\circ\text{C}$, перемешивают сжатым воздухом в течение (40 ± 10) мин, после чего охлаждают до температуры не выше 25°C .

Образовавшийся в процессе приготовления концентрированного раствора осадок удаляют из ванны по мере накопления в специальный

бак-сборник. Ванна снабжена системой барботажа сжатым воздухом. Для залива ванны водой подведена горячая вода. Для перекачки концентрированного фосфатного раствора из ванны 7 в ванну 4 установлен центробежный насос.

Хранение обработанной арматуры производят в условиях, исключающих запыление, загрязнение, попадание влаги. Обработанная арматура, аккуратно уложенная в ванночках, поступает к вулканизационным прессам.

Резиновые смеси в виде вальцованных листов из подготовительного цеха направляются в цех по производству формовых резинотехнических изделий (РТИ). Резиновые смеси хранятся строго по закладкам на стеллажах или поддонах в условиях, исключающих их загрязнение.

Резиновая смесь разогревается на подогревательных вальцах 8 при постоянном охлаждении валков проточной водой. Равномерный разогрев смеси обеспечивают многократным пропуском смеси через зазор валков с перемешиванием смеси путем срезания ее после прохождения через валки и последующих повторных загрузок в зазор вальцев. Режим разогрева резиновых смесей составляет не менее 5 мин при температуре валков не более 80°C.

Разогретую резиновую смесь срезают в виде листов, сворачиваемых в «куклы» для загрузки в камеру литьевого пресса 9. Заполнение пресс-формы резиновой смесью производится до появления резины в контрольном отверстии пресс-формы.

Вулканизацию деталей производят на вулканизационных прессах 10 в пресс-формах. Арматуру закладывают в пресс-форму, предварительно нагретую до температуры вулканизации. Для лучшего заполнения гнезд пресс-форм резиновой смесью и для удаления воздуха и «летучих» при закрытии пресса производятся подпрессовки. Количество подпрессовок определяется сложностью детали и технологичностью резиновой смеси и, при необходимости, указывается в технологической карте. Время подпрессовок входит в цикл вулканизации.

Режим вулканизации деталей зависит от массы детали и каучука, из которого изготовлена резиновая смесь. Разъем пресс-форм после вулканизации производят ключами-стамесками.

Свулканизованные детали складывают аккуратно в ванночки и передают на обработку 11. Обработка деталей после вулканизации заключается в удалении литников, выпрессовок и др.

Готовые детали упаковывают в тару, обеспечивающую сохранность и исключаящую возможность потери, порчи деталей при транспортировке.

Технологическая схема процесса изготовления протекторных заготовок на экструзионной линии «Пентаплекс» представлена на рис. 2.2.

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 ($T = 60^{\circ}\text{C}$), зона пластикации ($T = 70^{\circ}\text{C}$) 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) боковин. 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 питает гидравлический агрегат – источник сжатой жидкости (масла).

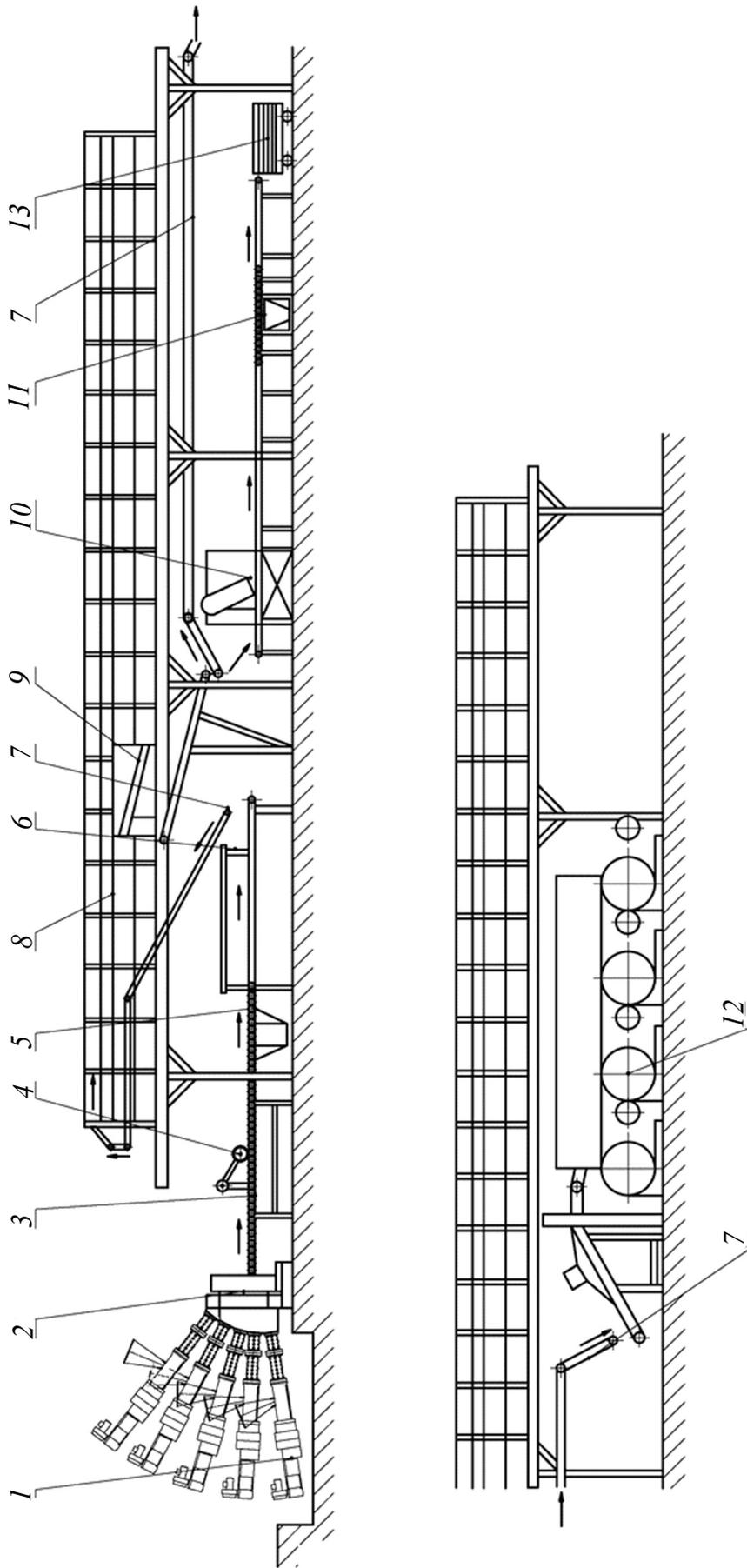


Рис. 2.2. Технологическая схема процесса изготовления протекторных заготовок на экструзионной линии «Пентаплекс»:

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

Через загрузочную воронку в экструдер поступает резиновая смесь, имеющая температуру 25°C. После чего резиновая смесь подвергается разогреву, сжатию и пластикации. На выходе из экструдера установлены вкладыши, которые задают направление движения потоку резиновой смеси. Далее резиновая смесь проходит через предварительную и окончательную планки, где 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.

Тянувший валок, который находится 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, где 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. Длина зоны охлаждения определяется размерами профильной заготовки и составляет 150 м. Перемещение ленты в камере

осуществляется с помощью транспортеров, которые установлены ярусом для уменьшения длины камеры. В конце третьего горизонтального охлаждающего конвейера находится 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 вес отрезка. После штучных весов помещен отборочный конвейер, с которого обслуживающий персонал укладывает заготовки 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.

2.9. Технологические расчеты

Раздел «Технологические расчеты» состоит из нескольких подразделов: «Материальный баланс», «Расчет потребного количества оборудования и его характеристика», «Мероприятия по охране труда и технике безопасности».

2.9.1. 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 штук 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.

2.9.1.1. Расчет материального баланса при проектировании шинного производства. В табл. 2.9–2.19 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 2.9

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. | |
|-----------------------|-----------------------|---------|---------------------------------|-------|---------|--|---------|
| | в год | в сутки | % | в год | в сутки | в год | в сутки |
| <i>Пример</i> | | | | | | | |
| Автопокрышка 15,5 R38 | 50 000 | 137 | 1 | 500 | 1,37 | 50 500 | 138,4 |
| | | | | | | | |

Примечания:

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

Таблица 2.10

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 | 33 400 | 1,76 | 33 987,84 | 5 118 | 16 994 |
| | | | | | |

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

Таблица 2.11

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 | 36,71 | 42,55 | 116,55 | 0,03 | 42,56 | 116,58 |
| Сера молотая | 1,00 | 1,16 | 3,18 | 0,85 | 1,17 | 3,21 |
| | | | | | | |

Таблица 2.12

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

| Наименование каучуков и 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 2.13

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 2.14

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 2.15

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 2.16

**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, т | в сутки, кг | | в год, т | в сутки, кг |

Таблица 2.17

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

| Наименование материалов | 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> | $B = \frac{A \cdot (100 + b)}{100}$ |
| <i>Пример</i> | | | | |
| 25КНТС | 1,60 | 10 406 | 1,55 | 10 567 |

Окончание табл. 2.17

| 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 | |
| 6 | 7 | 8 | м ² | м | м ² | м |
| $P = \frac{B \cdot X_1}{1000}$ | $P = \frac{B \cdot X_2}{1000}$ | <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 2.18

Расчет потребного количества проволоки и вентиляей

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

Таблица 2.19

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 |

2.9.1.2. 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.

Расчет материального баланса при проектировании производства формовых резинотехнических изделий

При производстве формовых резинотехнических изделий расчет годовой и суточной программ проводится согласно табл. 2.20.

Таблица 2.20

Расчет годового и суточного выпуска формовых резинотехнических изделий

| Наименование изделий | Масса одного изделия, кг | Выпуск продукции, шт. | | Отбор изделий на испытания, шт. | | | Производственная программа с учетом отбора изделий на испытания, шт. | |
|----------------------|--------------------------|-----------------------|---------|---------------------------------|-------|---------|--|---------|
| | | в год | в сутки | % | в год | в сутки | в год | в 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

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

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

Для расчета материального баланса при производстве амортизаторов были приняты следующие данные: $T_k = 365$ дней, $T_{рем} = 10$ дней, $T_{пр} = 10$ дней, $T_{вых} = 101$ день. Таким образом, имеем:

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

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 равен:

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

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

$$\Pi_{\text{год}} = V_{\text{год}} + V_{\text{год}} \cdot \frac{O_{\text{исп}}}{100}, \quad (2.10)$$

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

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

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

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 составляет:

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

Расчет потребности в резиновых смесях, суточного и годового расхода каучуков и ингредиентов производится в соответствии с табл. 2.10–2.12 (см. на с. 31–32).

Расчет материального баланса при проектировании производства неформовых резинотехнических изделий

При производстве неформовых резинотехнических изделий (техпластина, релин, шприцованные неформовые изделия и т. д.) расчет годовой и суточных программ выполняется согласно табл. 2.21.

Таблица 2.21

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 | |
|----------------------|-----------------------|--------------------------|---------|-------------------------------|-------|---------|---|---------|
| | | в год | в сутки | % | в год | в сутки | в год | в сутки |

Расчет потребности в резиновых смесях, суточного и годового расхода каучуков и ингредиентов производится также согласно табл. 2.10–2.12 (см. на с. 31–32).

Расчет материального баланса при проектировании производства рукавов

При производстве рукавов расчет годовой и суточной программ осуществляется по табл. 2.20 (см. на с. 34), а расход резиновых смесей – по табл. 2.22.

Таблица 2.22

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, кг | |
|----------------------|--------------------------------------|--|--|--|
| | | | при плотности смеси 1000 кг/м ³ | при фактической плотности данной смеси |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

Окончание табл. 2.22

| 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. 2.10–2.12 (см. на с. 31–32).

Расчет потребного количества армирующих материалов для производства рукавов оформляется в соответствии с табл. 2.23.

Таблица 2.23

**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. 2.23

| 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. 2.17 (см. на с. 33).

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

Расчет годовой и суточной программ выполняется в соответствии с табл. 2.24.

Таблица 2.24

**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. 2.25.

Таблица 2.25

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. 2.25

| 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 |

2.9.1.3. Расчет материального баланса при проектировании производства обуви

Расчет материального баланса по производству обуви выполняется в соответствии с табл. 2.26–2.30.

Таблица 2.26

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 2.27

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 2.28

Расчет суточного и годового расхода резиновых смесей с учетом потерь

| Назначение и шифр резиновой смеси | Расход без потерь | | Количество потерь | | | 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. 2.11 и 2.12 (см. на с. 32).

Таблица 2.29

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 2.30

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 |

2.9.2. Расчет потребного количества оборудования и его характеристика**2.9.2.1. 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. 2.31.

Таблица 2.31

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 следующей формуле:

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

где V – объем загрузки резиносмесителя, м³; ρ – плотность смеси, кг/м³; α – коэффициент использования машинного времени (принимается 0,8–0,9); τ – продолжительность цикла смешения, мин.

Расчет эффективного времени работы оборудования $T_{эф}$, ч, выполняются по формуле

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

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; $T_{п.-пр}$ – затраты времени на планово-предупредительный ремонт; $T_{н.пр}$ – время неизбежных технологических простоев (чистка, разогрев, заправка, перезарядка и т. д.); $T_{п.-пр}$ и $T_{н.пр}$ принимаются по данным завода.

Распределение резиновых смесей по резиносмесителям осуществляется в соответствии с табл. 2.32.

Таблица 2.32

Распределение резиновых смесей по резиносмесителям

| Номер резино-смесителя | Тип резино-смесителя | Назначение резино-вой 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. 2.33 и 2.34.

Таблица 2.33

Расчет потребного 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. 2.33

| 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 2.34

Выбор и характеристика весов для оснащения резиносмесителя № _____

| Номер и тип резино-смесителя | 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; V – объем бункера по каталогу; $K = 0,6–0,7$ – коэффициент заполнения бункера.

При рассмотрении вопросов о хранении ингредиентов на складах, а также процесса смешения необходимо привести техническую характеристику бункеров.

Бункер для технического углерода (табл. 2.35) предназначен для создания в зоне резиносмесителя технологического запаса технического углерода и для промежуточного хранения его перед подачей питателем к дозирующему устройству. В бункере устанавливаются реле верхнего и нижнего уровней материала; для предотвращения сводообразования используются различные устройства: пульсаторы-сводоразрушители, вибраторы, пневмопушки.

Таблица 2.35

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 |

Для промежуточного хранения порошкообразных ингредиентов и создания технологического запаса сыпучих химикатов применяются различные по конструкции и техническим характеристикам бункеры (табл. 2.36 и 2.37).

Таблица 2.36

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 2.37

Техническая характеристика бункера для сыпучих химикатов

| Показатель | 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 др. – 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, где происходит подогрев, плавление, фильтрация, а затем передача мягчителей на весовой дозатор в подготовительных производствах (табл. 2.38).

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 ниже приведенным формулам.

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.

Таблица 2.38

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 |

Расчет норм запаса материалов на складе необходимо привести в виде табл. 2.39.

Таблица 2.39

Расчет норм запаса материалов на складе

| Материал | Суточный расход материала | Норма запаса материала, дни | Общий запас материала |
|----------|---------------------------|-----------------------------|-----------------------|
| | Р | Н | М |

Потребное количество стеллажей n , шт., вычисляют из следующего 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 , м², для хранения каучуков и химикатов находят по следующей формуле:

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

где a – площадь одного штабеля, м².

Расчет данных для площади хранения каучуков и химикатов необходимо свести в табл. 2.40.

Таблица 2.40

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, м ² | Полезная площадь, м ² |
|--------------------------|--------------------------|-----------------|----------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|--|----------------------------------|
| | <i>M</i> | | <i>A</i> | <i>n</i> | <i>b</i> | <i>c</i> | <i>a</i> | <i>S</i> |

Примечания:

1. Для текстильных материалов предварительно рассчитывается количество рулонов по формуле (2.15), где *M* – общий запас ткани, м; *A* – количество ткани в рулоне, м.

2. Для вентилях и проволоки расчет ведется на количество ящиков (в ящике находится 100 шт. вентилях) и на количество бухт.

3. Для готовой продукции расчет выполняется с учетом норм запаса.

Объем технического углерода *V*, м³, вычисляют по формуле

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

где *M* – общий запас технического углерода, т; ρ_n – насыпная масса, т/м³.

Рабочий объем бункера *V_p*, м³, 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, м³ (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*, м², для хранения наполнителей находят по следующей формуле:

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

где *a* – площадь одного бункера, м²; *n* – принятое количество бункеров, шт.

Расчет бункерного склада наполнителей необходимо свести в табл. 2.41.

Таблица 2.41

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_r , м³, для хранения вязких и жидких материалов рассчитывают по формуле

$$V_r = K \cdot V_{п}, \quad (2.23)$$

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

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

$$n_r = \frac{V}{V_r}. \quad (2.24)$$

Полезную площадь S , м², для хранения мягчителей находят по формуле

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

где a – площадь одного резервуара, м²; n – принятое количество резервуаров, шт.

Расчет площадей для хранения вязких и жидких материалов необходимо свести в табл. 2.42.

Таблица 2.42

Расчет площадей для хранения вязких и жидких материалов

| Наименование материалов | Общий запас, т | Плотность, кг/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 _п | V _р | n _р | n | a | S |

Расчетные данные площади склада готовой продукции оформляются в виде табл. 2.43.

Таблица 2.43

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 , м², рассчитывают так:

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

где S – полезная площадь, м².

Для оборотного фонда принимается 10% от общей площади S_2 , м²:

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

Сводные данные по расчету складских помещений необходимо привести в виде табл. 2.44.

Таблица 2.44

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 необходимого количества агрегатов для обрезки 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.

Растет потребного количества агрегатов для выпуска протекторных, камерных заготовок, количества каландров, диагонально-резательных машин, кольцеделательных и других устройств осуществляется в соответствии с табл. 2.45–2.51.

Таблица 2.45

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 | Количество агрегатов, шт. | | Коэффициент использования оборудования |
|-------------------------------|-----------------------------------|---|---|---------------------------|----------|--|
| | | | | расчетное | принятое | |
| 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 2.46

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. 2.46

| Годовой эффективный фонд времени работы линии, ч | Расчетное количество линий | Принятое 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 берется по данным завода.

Таблица 2.47

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. 2.47

| Производительность ДРМ, м/ч | Потребное количество машино-часов в год | Потребное количество ДРМ, шт. | | 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 2.48

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. 2.48

| 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 2.49

Расчет потребного количества станков для сборки брекерных браслетов

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

Окончание табл. 2.49

| 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 берется по данным завода.

Таблица 2.50

Расчет потребного количества сборочных станков

| Размер покрышки | Тип станка | Годовая программа, шт. | Производительность станка, шт./ч | Количество машино-часов работы оборудования | Потребное количество станков, шт. | | Коэффициент использования оборудования |
|-----------------|------------|------------------------|----------------------------------|---|-----------------------------------|----------|--|
| | | | | | расчетное | принятое | |
| | | 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 2.51

Расчет потребного 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. 2.51

| 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. 2.52.

Таблица 2.52

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.

Расчитанное количество оборудования и его техническая характеристика сводятся в табл. 2.53.

Таблица 2.53

Сводная ведомость установленного технологического оборудования

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

2.9.2.2. 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. 2.31–2.34 (см. на с. 39–41).

При производстве латексных изделий необходимо осуществлять подбор шаровых мельниц, реакторов с мешалкой, баков приготовления латексной смеси. Расчет потребности данного вида оборудования выполняется по табл. 2.52.

Расчет количества вулканизационного оборудования, применяемого при производстве формовых и неформовых резинотехнических изделий, осуществляется по табл. 2.54–2.57.

Таблица 2.54

**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. 2.54

| Время на перезарядку пресса, мин | Часовая производительность гидравлического пресса, шт./ч | Потребное количество машино-часов для выполнения программы | Годовой эффективный фонд времени работы гидравлического пресса, 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 2.55

**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. 2.55

| Потребное количество машино-часов для выполнения программы | Годовой эффективный фонд времени работы литьевой машины, 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 2.56

**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. 2.56

| Потребное количество машино-часов для выполнения программы | Годовой эффективный фонд времени работы барабанного вулканизатора, 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 2.57

**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. 2.57

| Потребное количество машино-часов для выполнения программы | Годовой эффективный фонд времени работы ванны, 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. 2.58.

Таблица 2.58

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 программы |
|----------------------|---------------------------|--------------------------------|--|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | P | v | $Q = 60 \cdot v$ | $N = \frac{P}{Q}$ |

Окончание табл. 2.58

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

Расчет котлов для вулканизации рукавов осуществляется по табл. 2.59.

Таблица 2.59

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. 2.59

| Потребное количество машино-часов для выполнения программы | Годовой эффективный фонд времени вулканизационного котла, ч | Потребное количество котлов, шт. | | Коэффициент использования оборудования |
|--|---|----------------------------------|----------|--|
| | | расчетное | принятое | |
| 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| $N = \frac{P}{Q}$ | $T_{эф}$ | $n_p = \frac{N}{T_{эф}}$ | 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. 2.60 и 2.61.

Таблица 2.60

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. 2.60

| Производительность сборки сердечников, м/ч | Производительность обкладочного каландра, м/ч | Потребное количество машино-часов в год для сборки сердечников | Потребное количество машино-часов в год 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. 2.60

| Годовой эффективный фонд времени работы оборудования, 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 2.61

Расчет количества прессов для вулканизации

| Наименование изделий | Выпуск сердечников транспортерных лент в год, м | Размеры плит вулканизационного пресса, мм | Этажность пресса | Количество сердечников, укладываемых на плиту при вулканизации, шт. |
|----------------------|---|---|------------------|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | P | $a \times b$ | Ξ | n |

Продолжение табл. 2.61

| 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 | $Q = \frac{60 \cdot \Xi \cdot l \cdot n}{t + \tau}$ | $N = \frac{P}{Q}$ |

Окончание табл. 2.61

| Годовой эффективный фонд времени работы пресса, 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 ленты t и время на перезарядку пресса τ .

2.9.3. Мероприятия по охране труда и технике безопасности

При написании этого подраздела необходимо руководствоваться технологическим регламентом, рабочими инструкциями по технике безопасности и специальной литературой. Здесь дается анализ опасных и вредных производственных факторов, определяются категории помещений, зданий и открытых площадок для размещения оборудования по пожаро- и взрывоопасности, классы взрыво- и пожароопасности зон, категории санитарной характеристики процессов и т. д. Приводятся конкретные мероприятия по технике безопасности, производственной санитарии и гигиене, пожарной безопасности. Рассматриваются мероприятия, направленные на защиту коллектива предприятия при возникновении чрезвычайных нештатных ситуаций.

2.10. Заключение

Дается общая оценка выполненной курсовой работы, ее особенности в соответствии с современными требованиями улучшения качества выпускаемой продукции, повышения эффективности производства и экономической целесообразности.

2.11. Список использованных источников

В списке указываются все информационные источники, использованные при разработке курсовой работы, 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 источников необходимо оформлять в соответствии с ГОСТ 7.1–2003 (см. прил. В).

2.12. 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.

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ ТЕКСТОВОЙ ЧАСТИ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

3

Оформление курсовой работы осуществляется в соответствии с требованиями СТП БГТУ 002-2007. Материалы курсовой работы должны быть изложены в логической последовательности, технически грамотно, четко и кратко. Расчеты в пояснительной записке иллюстрируются рисунками, эскизами, схемами, графиками, диаграммами.

Оформление текстового документа

Текстовый документ курсовой работы выполняется на компьютере на русском или белорусском языке и распечатывается на белой бумаге формата А4 по ГОСТ 2.301 на одной стороне листа. Цвет шрифта должен быть черным.

Текст пояснительной записки печатается шрифтом Times New Roman одного размера – 12 или 14 пт, через одинарный междустрочный интервал, с соблюдением размеров полей: справа – 5–8 мм; слева – 22–23 мм; снизу – 15 мм; сверху – 20 мм. Количество знаков в строке должно быть 60–75. При выполнении работы на стандартных листах формы 5 и 5а ГОСТ 2.106 текст располагается от рамки: слева и справа – 2–3 мм; сверху – 15 мм; снизу – вплотную к основной надписи. Заполнение основных надписей в пояснительной записке осуществляется чертежным шрифтом либо шрифтом основного текста.

В формулах и уравнениях необходимо соблюдать следующий размер символов: основной – 14 пт, верхний и нижний индексы – 9 пт, подындекс – 7 пт, крупный символ (например, Σ) – 18 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 «·». Например: $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$; $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$.

Размер шрифтов надписей на рисунках, диаграммах и в таблицах должен соответствовать размеру шрифта основного текста.

Незначительные опечатки, описки, графические неточности, обнаруженные при выполнении текста записки и иллюстраций в ней,

а также в результате проверки руководителем работы, допускается исправлять подчисткой или закрашиванием белой краской с нанесением на данных местах аккуратных исправлений от руки (черными чернилами, пастой или тушью), а также наклеиванием бумажных фрагментов с исправлениями.

В пояснительной записке используется сквозная нумерация страниц. Номер страницы проставляют арабскими цифрами шрифтом 14 пт в правом верхнем углу без точки, начиная с третьей страницы. Исчисление страниц пояснительной записки начинают с титульного листа, номер страницы на котором не ставят. Иллюстрации и таблицы, расположенные на отдельных листах, а также листы приложений включают в общую нумерацию страниц.

Пояснительная записка курсовой работы должна быть сброшюрована, иметь титульный лист, оформленный согласно приложению А.

В тексте записки обязательно должны приводиться ссылки на источники информации, откуда взяты определения, формулы, уравнения или числовые значения справочных величин. В ссылке указывается порядковый номер по списку использованных источников в квадратных скобках и далее, при необходимости, через пробел номер формулы, таблицы, рисунка или страница, на которой располагается приводимая информация. Например, расчет производительности одночервячной машины проводится по [8] с. 28.

Текст пояснительной записки разделяют на разделы и подразделы, а при необходимости – на пункты и подпункты в соответствии с ГОСТ 2.105.

Каждый раздел и подраздел должен иметь заголовок. Заголовки разделов и подразделов записываются строчными буквами (кроме первой прописной) с абзацного отступа, равного 12,5 мм. Перенос слов в заголовках не допускается. Точку в конце заголовка не ставят. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой.

Заголовки разделов и подразделов выполняются шрифтом основного текста и выделяются полужирным шрифтом; интервал между заголовком раздела и текстом составляет 18 пт; перед заголовком подраздела и текстом – 18 пт; после заголовка подраздела и текстом – 12 пт.

Пункты и подпункты названий не имеют и записываются текстом с абзацного отступа. Пункты и подпункты не разделяются между собой дополнительными интервалами.

Все разделы, подразделы, пункты и подпункты должны быть пронумерованы арабскими цифрами, в конце их номеров точка не ставится.

Подразделы должны быть пронумерованы в пределах раздела. Номер состоит из номеров раздела и подраздела, разделенных точкой. Например, 3.1 (первый подраздел третьего раздела).

Пункты должны иметь порядковые номера в пределах каждого раздела и подраздела. Номер пункта состоит из номеров раздела, подраздела и пункта, разделенных точками (например, 3.1.1).

Номер подпункта состоит из номеров раздела, подраздела, пункта и подпункта, разделенных точками (например, 3.1.1.1).

Структурным составляющим «Титульный лист», «Задание на курсовую работу», «Реферат», «Содержание», «Введение», «Заключение», «Список использованных источников» номера не присваиваются.

Разделы «Реферат», «Содержание», «Введение», «Заключение», «Список использованных источников» необходимо начинать с нового листа без рамки. Первые листы разделов выполняются с нового листа в рамке с основной надписью формы 2 ГОСТ 2.104 (см. прил. Г).

Ниже приводятся примеры выполнения заголовков.

Заголовок раздела:

1 Литературный обзор и патентная проработка

Заголовок подраздела:

3.1 Рецепты резиновых смесей и их обоснование

Заголовок пункта:

4.2.2 Расчет необходимого количества оборудования

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 тире, 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.

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, ГОСТ 7.12);

– 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 употребления 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.

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. В случае нумерации в пределах раздела номер формулы состоит из номера раздела и порядкового номера формулы, разделенных точкой. Номер указывают в круглых скобках с правой стороны листа на уровне формулы. Одну формулу обозначают (1).

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.

Оформление иллюстраций

Расчеты, при необходимости, должны сопровождаться расчетными схемами, эскизами, эпюрами, рисунками и необходимыми пояснениями.

Количество иллюстраций в тексте должно быть достаточным для пояснения излагаемого текста. Иллюстрации могут быть расположены как по тексту, так и в приложении. Иллюстрации должны быть размещены так, чтобы их было удобно рассматривать без поворота текста или с поворотом по часовой стрелке. На все иллюстрации должны быть даны ссылки.

Иллюстрации (чертежи, схемы, графики, диаграммы, рисунки, фотографии), которые расположены на отдельных листах записки, включаются в общую нумерацию страниц (листов). Иллюстрация, размеры которой больше формата А4, учитывается как один лист.

Надписи на иллюстрациях выполняются чертежным шрифтом или шрифтом основного текста.

Иллюстрации, за исключением иллюстраций приложений, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией или в пределах раздела. При нумерации в пределах раздела номер рисунка должен состоять из номера раздела и порядкового номера рисунка в разделе, разделенных точкой. Если в документе одна иллюстрация, она должна быть обозначена «Рисунок 1».

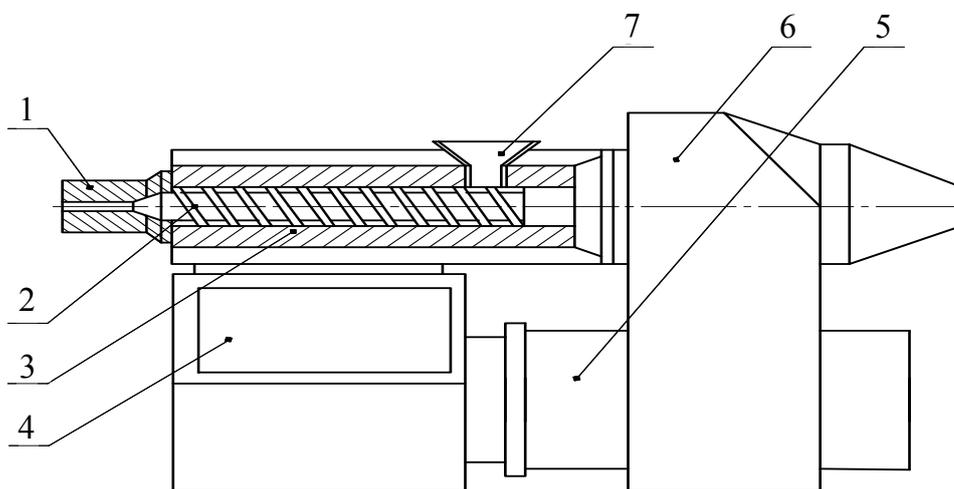
Иллюстрации отделяются от текста отступом 18 пт.

Иллюстрации каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения. Например, Рисунок А.1 (первый рисунок приложения А).

При ссылке в тексте на иллюстрации следует писать «в соответствии с рисунком 2». Иллюстрации, при необходимости, могут иметь наименования и пояснительные данные (подрисуночный текст). Слово «Рисунок...» с порядковым номером и наименованием помещают под рисунком симметрично относительно его центра после пояснительных данных.

Диаграммы выполняются в соответствии с ГОСТ 2.319.

Ниже приводится пример оформления рисунка.



1 – головка; 2 – шнек; 3 – цилиндр; 4 – пульт управления;
5 – привод; 6 – станина; 7 – загрузочная воронка
Рисунок 1.1 – Общая схема червячной машины

Оформление таблиц

Таблицы выполняются в соответствии с требованиями ГОСТ 2.105.

Таблица размещается после первого упоминания о ней в тексте таким образом, чтобы ее можно было читать без поворота текста или с поворотом по часовой стрелке. При необходимости таблица располагается в приложении.

Таблица отделяется от текста отступом 18 пт.

Все таблицы нумеруются арабскими цифрами сквозной нумерацией или в пределах раздела. При нумерации в пределах раздела

номер таблицы состоит из номера раздела и порядкового номера таблицы в данном разделе, разделенных точкой. Например, Таблица 5.1 (первая таблица пятого раздела). Если в документе одна таблица, она должна быть обозначена «Таблица 1».

Слово «Таблица» и ее порядковый номер указываются слева над таблицей без абзацного отступа. Таблица при необходимости может иметь заголовок, который выполняется строчными буквами (кроме первой прописной) и помещается на одной строке через тире после слова «Таблица».

Заголовки граф (колонок) и строк таблицы должны начинаться с прописной буквы, а подзаголовки – со строчной, если они составляют одно предложение с заголовком, и с прописной, если они самостоятельные. В конце заголовков и подзаголовков таблиц точки не ставятся. Заголовки записываются в единственном числе.

Заполнение таблицы производится шрифтом основного текста или при необходимости допускается использовать размер шрифта не менее 10 пт.

Ниже показан пример оформления таблицы.

Таблица 2.5 – Расчет суточного и годового расхода каучука и ингредиентов резиновых смесей для изготовления эбонитовой пластины

| Наименование каучука и ингредиентов | Массовый процент по рецепту | Расход каучука и ингредиентов | | Процент безвозвратных потерь каучука и ингредиентов | Расход каучука и ингредиентов с учетом потерь | |
|-------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|-------------|---|---|-------------|
| | | в год, т | в сутки, кг | | в год, т | в сутки, кг |
| СКС-30 АРКП | 32,47 | 66,71 | 200,93 | 0,07 | 66,76 | 200,98 |
| СКИ-3 | 32,47 | 66,71 | 200,93 | 0,09 | 66,77 | 201,11 |
| Сера | 29,22 | 60,03 | 180,82 | 0,10 | 60,09 | 181,00 |
| Оксид магния | 2,92 | 6,00 | 18,07 | 0,09 | 6,01 | 18,09 |
| Стеариновая кислота | 2,92 | 6,00 | 18,07 | 0,04 | 6,00 | 18,08 |
| Итого | 100,00 | 205,45 | 618,82 | – | 205,63 | 619,26 |

Примечание – Допускается замена каучука марки СКС-30 АРКП на марку СКС-30 АРКПН.

Графа № п/п в таблицу не включается. Размерности величин, приведенных в таблице, указывают в заголовке строк или после наименования через запятую. Например, плотность каучука и ингредиентов, кг/м³.

Головка таблицы должна быть отделена линией от остальной части таблицы. Разделять заголовки и подзаголовки от боковика и граф таблицы диагональными линиями не допускается. Горизонтальные и вертикальные линии, разделяющие строки и графы таблицы, разрешается не проводить, если их отсутствие не затрудняет пользования таблицей.

При переносе части таблицы на другие страницы слово «Таблица» и ее название помещают только над первой частью таблицы, над другими частями таблицы пишут слева «Продолжение таблицы» с указанием ее номера. В этом случае под головкой предусматривается строка с указанием номера каждой графы, обозначенного арабскими цифрами, а на последующих листах вместо головки таблицы приводятся номера граф.

Таблицы приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения, например, Таблица В.2.

На все таблицы документа должны быть приведены ссылки в тексте.



ГРАФИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Графическая часть курсовой работы состоит из двух листов:

- 1) технологическая схема разрабатываемого процесса;
- 2) компоновка оборудования цеха или участка.

Технологическая схема разрабатываемого процесса 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 технологической схемы должны быть выполнены в соответствии с требованиями, предъявляемыми к оформлению графического материала СТП БГТУ 002-2007. 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 необходимо руководствоваться следующими требованиями:

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

Оформление графического материала

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

Чертежи, схемы, спецификации, таблицы и другие графические части курсовой работы должны выполняться в соответствии с требованиями Единой системы конструкторской документации (ЕСКД), Единой системы технологической документации (ЕСТД), Системы проектной документации строительства (СПДС).

Все листы графической части снабжаются основной надписью в соответствии с требованиями ЕСКД, ЕСТД и СПДС.

При наличии на одном листе нескольких форматов их следует снабжать основными надписями (см. прил. Г).

Основная надпись размещается в правом нижнем углу чертежа или другого технического документа. На листах формата А4 основная надпись располагается только вдоль короткой стороны.

При необходимости на листах графического материала может размещаться текстовая часть. Она 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.

Содержание текста и надписей должно быть кратким и точным. В надписях на чертежах не должно быть сокращений слов, за исключением общепринятых.

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. 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.

На листах формата А3 и более допускается размещение текста в две и более колонки. Ширина колонки должна быть не более 185 мм.

К технологической схеме и чертежам расположения выполняют спецификацию по ГОСТ 21.101. Допускается размещать спецификацию на отдельных листах формата А4, снабжая их основной надписью по ГОСТ 21.101.

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

ОРГАНИЗАЦИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ, ПРЕДСТАВЛЕНИЕ К ЗАЩИТЕ И ЗАЩИТА КУРСОВОЙ РАБОТЫ

5

Студент – автор курсовой работы отвечает за принимаемые решения, за соответствие работы установленным требованиям.

Курсовая работа выполняется студентом в течение промежутка времени, отведенного для этого учебным планом по соответствующей специальности, с включением в этот промежуток времени периода нахождения студента на производственной практике.

Руководитель курсовой работы совместно со студентами составляет график проведения индивидуальных и групповых консультаций.

При выдаче задания на курсовую работу руководитель составляет график ее выполнения с указанием очередности выполнения отдельных этапов. Курсовая работа, выполненная в полном объеме, подписанная студентом, предъявляется руководителю на проверку и проведение нормоконтроля. Нормоконтролю подлежат текстовые и графические материалы, исполнение которых подпадает под требования нормативных документов.

Допуск курсовой работы к защите удостоверяется подписью руководителя на титульном листе пояснительной записки и на листах графической части.

Защита курсовой работы проводится специальной комиссией в составе руководителя и преподавателей, назначенных решением кафедры. На защите целесообразно присутствие студентов. Защита представляет собой небольшое выступление студента по выполненной курсовой работе и ответы на вопросы, которые задаются членами комиссии и студентами.

По результатам проектирования и защиты членами комиссии выставляется оценка с учетом:

- объема и качества выполнения работы, оригинальности и самостоятельности решений;
- умения излагать результаты работы, обосновывать принимаемые решения и отвечать на заданные при защите вопросы;
- своевременности выполнения графика курсового проектирования.

Защита курсовых работ по комплексным темам должна в обязательном порядке осуществляться в один день при участии всех авторов работы. Защиту таких работ целесообразно организовывать в последовательности выполнения отдельных частей.



ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ КУРСОВЫХ РАБОТ

1. Проект участка по изготовлению гермослоя.
2. Проект участка по изготовлению резиновых смесей.
3. Проект участка по выпуску протекторных заготовок.
4. Проект участка вулканизации автопокрышек с посадочным диаметром 13 дюймов.
5. Проект 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. Проект участка по выпуску формовых резинотехнических изделий.
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.

Приложение А

ПРИМЕР ОФОРМЛЕНИЯ ТИТУЛЬНОГО ЛИСТА

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 КУРСОВОЙ РАБОТЫ

по дисциплине «Технология производства резиновых изделий»

Тема _____

Исполнитель
студент(ка) __ курса группы _____
_____ подпись, дата _____ инициалы и фамилия

Руководитель
_____ должность, ученая степень, ученое звание _____ подпись, дата _____ инициалы и фамилия

Курсовая работа защищена с оценкой _____

Руководитель _____
_____ подпись _____ инициалы и фамилия

Минск 20__

ПРИМЕР ОФОРМЛЕНИЯ РЕФЕРАТА

Реферат

Пояснительная записка 59 с., 14 рис., 35 табл., 15 источников, 2 прил.

КАУЧУК, ИНГРЕДИЕНТ, РЕЗИНА, ПОКРЫШКА, РЕЗИНОВАЯ КРОШКА, РЕЦЕПТУРА, ПЕРЕРАБОТКА, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, МАТЕРИАЛЬНЫЙ БАЛАНС

Целью данной курсовой работы является проектирование участка по переработке изношенных шин.

В литературном обзоре выполнен глубокий анализ существующих технологий переработки изношенных шин, рассмотрены физико-химические и технологические основы процесса, осуществлен выбор экономически целесообразного способа переработки изношенных шин на предприятии. Приведена краткая характеристика и рассмотрены области применения резиновой крошки, полученной в результате переработки изношенных шин. Представлены и обоснованы рецепты резиновых смесей. Описан технологический процесс переработки изношенных шин. Выполнены технологические расчеты, включающие материальный баланс и расчет потребного количества оборудования. Рассмотрены мероприятия по охране труда и технике безопасности на предприятии.

Графическая часть включает:

- технологическую схему процесса переработки изношенных шин – 1 лист А1;
- компоновку оборудования участка переработки изношенных шин – 1 лист А1.

Приложение В

ПРИМЕР ОФОРМЛЕНИЯ СПИСКА ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

| Характеристика источника | Пример оформления |
|---|---|
| Один, два и три автора | Гришин, Б. С. Теория и практика усиления эластомеров. Состояние и направления развития: монография / Б. С. Гришин. – Казань: КНИТУ, 2016. – 420 с. |
| | Осовская, И. И. Эластомеры: учеб. пособие / И. И. Осовская, Е. В. Савина, В. Е. Левич. – СПб.: Высшая школа СПбГУ ПДТ, 2016. – 127 с. |
| | 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. |
| Четыре и более авторов | Сырье и рецептуростроение в производстве эластомеров: учеб. пособие / И. А. Осошкин [и др.]. – Воронеж: ВГТА, 2011. – 331 с. |
| Отдельный том в многотомном издании | 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. |
| Статья из журнала | Песецкий, С. С. Нанокompозиты, 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. |
| | Thermo-oxidative aging resistance and mechanism of a macromolecular hindered phenol antioxidant for natural rubber / W. Wu [et al.] // J. of Elastomers & Plastics. – 2017. – № 20. – P. 1–16. |
| Статьи из сборников тезисов докладов и материалов конференции | 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. / Науч.-техн. центр «НИИШП». – М., 2019. – С. 77–80. |
| | 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. |

| Характеристика источника | Пример оформления |
|--------------------------------------|---|
| Патент | 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. – № и 20070289; заявл. 18.04.2007; опубл. 30.10.2007 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2007. – № 5. – С. 217–218. |
| | Протектор шины, имеющий несколько слоев износа: пат. 2521899 РФ / Дж. Т. Ворффорд, Д. Л. Крайстенбери, Р. С. Лусон, Т. А. Уайт; заявитель Мишлен Решерш Текник С. А.; Компани Женераль дез Этаблессман Мишлен. – № 2013124799/11; заявл. 24.10.2011; опубл. 10.07.2014 // Официальный бюл. / Рос. центр интеллектуал. собственности. – 2014. – С. 28. |
| | Резиновая смесь [Электронный ресурс]: пат. 2635803 РФ, 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. |
| Стандарт | Резина. Метод определения упругопрочностных свойств при растяжении: ГОСТ 270–75. – Взамен ГОСТ 270–64; введ. 01.01.1978. – М.: Стандартиформ, 2008. – 11 с. |
| Автореферат диссертации, диссертация | 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. |
| | 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. |
| Ресурсы удаленного доступа | Standard test method for rubber properties – measurement of cure and after-cure dynamic properties using a rotorless shear rheometer: ASTM D6601-02 (2008). – Mode of access: http://www.astm.org . – Date of access: 01.02.2021. |

Приложение Г

ОСНОВНЫЕ НАДПИСИ ПО ГОСТ 2.104

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

Для конструкторских чертежей

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

Для текстовых документов (первый лист)

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

Для всех конструкторских документов (последующие листы)

ЛИТЕРАТУРА

1. Проекты (работы) курсовые. Требования и порядок подготовки, представление к защите и защита: СТП БГТУ 002-2007. – Введ. 02.05.2007. – Минск: БГТУ, 2007. – 40 с.

2. 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.

3. Корнев, А. Е. Технология эластомерных материалов / А. Е. Корнев, А. М. Буканов, О. Н. Шевердяев. – М.: НППА «Истек», 2009. – 500 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: ВГУИТ, 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: Каучуки и ингредиенты. – 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.-техн. 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.

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|----|
| ПРЕДИСЛОВИЕ..... | 3 |
| 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О КУРСОВОЙ РАБОТЕ..... | 5 |
| 2. СОДЕРЖАНИЕ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ | 6 |
| 2.1. Титульный лист | 6 |
| 2.2. Задание на курсовую работу | 6 |
| 2.3. Реферат | 7 |
| 2.4. Содержание..... | 8 |
| 2.5. Введение..... | 8 |
| 2.6. Литературный обзор и патентная проработка..... | 8 |
| 2.7. Техническая характеристика изделия | 10 |
| 2.8. Технологическая часть..... | 10 |
| 2.8.1. Рецепты резиновых смесей и их обоснование | 10 |
| 2.8.2. Характеристика каучуков и ингредиентов | 21 |
| 2.8.3. Технологический процесс изготовления полуфабрикатов или изделий..... | 22 |
| 2.9. Технологические расчеты..... | 30 |
| 2.9.1. Материальный баланс..... | 30 |
| 2.9.1.1. Расчет материального баланса при проектировании шинного производства | 31 |
| 2.9.1.2. Расчет материального баланса при проектировании производства резинотехнических изделий..... | 34 |
| 2.9.1.3. Расчет материального баланса при проектировании производства обуви | 38 |
| 2.9.2. Расчет потребного количества оборудования и его характеристика..... | 39 |
| 2.9.2.1. Выбор и расчет потребного количества основного оборудования при проектировании шинного производства | 39 |
| 2.9.2.2. Расчет основного технологического оборудования при проектировании производств резинотехнических изделий..... | 50 |
| 2.9.3. Мероприятия по охране труда и технике безопасности | 55 |

| | |
|---|----|
| 2.10. Заключение | 56 |
| 2.11. Список использованных источников | 56 |
| 2.12. Приложения | 56 |
| 3. ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ ТЕКСТОВОЙ ЧАСТИ КУРСОВОЙ РАБОТЫ | 57 |
| 4. ГРАФИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ КУРСОВОЙ РАБОТЫ | 65 |
| 5. ОРГАНИЗАЦИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ, ПРЕДСТАВЛЕНИЕ К ЗАЩИТЕ И ЗАЩИТА КУРСОВОЙ РАБОТЫ | 67 |
| 6. ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ КУРСОВЫХ РАБОТ | 68 |
| Приложение А. ПРИМЕР ОФОРМЛЕНИЯ ТИТУЛЬНОГО ЛИСТА | 69 |
| Приложение Б. ПРИМЕР ОФОРМЛЕНИЯ РЕФЕРАТА | 70 |
| Приложение В. ПРИМЕР ОФОРМЛЕНИЯ СПИСКА ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ | 71 |
| Приложение Г. ОСНОВНЫЕ НАДПИСИ ПО ГОСТ 2.104 | 73 |
| ЛИТЕРАТУРА | 74 |

Учебное издание

Шашок Жанна Станиславовна
Касперович Андрей Викторович
Усс Елена Петровна
Кротова Ольга Александровна

**ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА
РЕЗИНОВЫХ ИЗДЕЛИЙ**

Курсовое проектирование

Учебно-методическое пособие

Редактор *Е. С. Ватечкина*
Компьютерная верстка *Е. В. Ильченко*
Дизайн обложки *П. П. Падалец*
Корректор *Е. С. Ватечкина*

Подписано в печать 24.05.2021. Формат 60×84¹/₁₆.
Бумага офсетная. Гарнитура Таймс. Печать ризографическая.
Усл. печ. л. 4,5. Уч.-изд. л. 4,7.
Тираж 50 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.