

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

**Кафедра технологии нефтехимического синтеза и переработки
полимерных материалов**

ОБОРУДОВАНИЕ И ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЗАВОДОВ РЕЗИНОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

**Методические указания к курсовому проектированию
по одноименной дисциплине для студентов
специальности 1-48 01 02 «Химическая технология
органических веществ, материалов и изделий»
специализации 1-48 01 02 05 «Технология
переработки эластомеров»**

Минск 2007

УДК 678.02(075.8)

ББК 35.728я7

О-22

Рассмотрены и рекомендованы к изданию редакционно-издательским советом университета.

Составители:

П. К. Липлянин, А. В. Касперович, Ж. С. Шашок

Научный редактор

профессор, доктор химических наук,
член-корреспондент НАН Беларуси *Н. Р. Прокопчук*

Рецензент

профессор кафедры химической переработки древесины
доктор технических наук *Т. В. Соловьева*

По тематическому плану изданий учебно-методической литературы на 2007 г. Поз. 45.

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

© УО «Белорусский государственный

технологический университет», 2007

ПРЕДИСЛОВИЕ

Изучение студентами дисциплины «Оборудование и основы проектирования заводов резиновой промышленности» сопровождается, согласно учебному плану, выполнением курсового проекта. Его тематика предусматривает выбор оборудования для осуществления одного из процессов производства резиновых изделий (шин, резинотехнических изделий или резиновой обуви).

Цели курсового проекта – закрепление, систематизация и расширение теоретических и практических знаний, полученных в период прохождения технологической практики, посещения лекционных и практических занятий; приобретение умения пользоваться нормативно-справочными материалами, стандартами и другой технической литературой по специальности; приобретение инженерных навыков по рациональному выбору оборудования для осуществления конкретного производственного процесса с учетом достижений отечественной и зарубежной теории и практики, по проведению необходимых инженерных расчетов.

В ходе выполнения курсового проекта студенты используют материалы, собранные в период прохождения производственной практики, учебные пособия, рекомендованные в процессе изучения дисциплины, а также научно-техническую литературу.

1. ОРГАНИЗАЦИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Задание по курсовому проектированию студенты получают перед выездом на технологическую практику. Тематика проекта обязательно увязывается с местом практики студента. Все возникающие вопросы студент может выяснить у руководителя проекта перед выездом на практику, а также у руководителя практики от университета в период ее прохождения. В этот период студенты обязаны собрать все необходимые для проекта материалы путем изучения соответствующей заводской документации (технологические карты или регламенты на изготовление изделия, паспорта на оборудование, график планово-предупредительного ремонта, отчеты отраслевых НИИ) и рекомендованной руководителем проекта нормативно-справочной и научно-технической литературы, а также путем консультаций у специалистов предприятия.

В течение учебного семестра выполнение проекта осуществляется в соответствии с указанным в задании календарным графиком. Выполнение данного графика является обязательным.

За принятые в проекте решения по проведению процесса и выбору оборудования и за правильность всех данных отвечает студент – автор курсового проекта.

2. ТЕМАТИКА КУРСОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Тематика данного проекта предусматривает выбор и расчет оборудования для проведения конкретного производственного процесса. С учетом места технологической практики студента это может быть один из следующих процессов: 1) изготовление резиновых смесей; 2) изготовление протекторных заготовок; 3) изготовление автокамерных заготовок; 4) изготовление бортовых колец и крыльев; 5) обработка текстильного корда или металлокорда; 6) раскрой и сквиджевание обрешиненного корда; 7) промазка и раскрой бортовых тканей; 8) сборка автопокрышек; 9) вулканизация автопокрышек; 10) стыковка и вулканизация автокамер; 11) изготовление сердечников транспортных лент; 12) обкладка сердечников и вулканизация транспортных лент; 13) изготовление рукавов; 14) изготовление неформовых изделий; 15) изготовление формовых РТИ методом компрессионного формования; 16) изготовление формовых РТИ методом литья под давлением.

3. СОДЕРЖАНИЕ ЗАДАНИЯ ПО КУРСОВОМУ ПРОЕКТИРОВАНИЮ

Задание по курсовому проектированию содержит: а) тему курсового проекта; б) исходные данные к проекту: ассортимент выпускаемых по проектируемому процессу изделий или полуфабрикатов; годовую программу выпуска изделий или полуфабрикатов; перечень заводской документации, которую необходимо изучить в период сбора материала для курсового проекта (технологическая карта или регламент на изделие; паспорта на оборудование, используемое на предприятии; график планово-предупредительного ремонта оборудования); в) приборы и оборудование, применяемые для управления технологическим процессом, использование микропроцессорной техники и ЭВМ, виды

брака; г) содержание пояснительной записки и перечень графического материала; д) календарный график выполнения курсового проекта; е) дату выдачи задания и срок сдачи готового проекта.

4. СОДЕРЖАНИЕ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ И ГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ПРОЕКТА

Пояснительная записка и графическая часть проекта должны быть оформлены в соответствии с требованиями стандарта СТП БГТУ 002–2007.

В состав пояснительной записки входят следующие материалы:

1. Введение. Во введении дается характеристика современного состояния данной отрасли резиновой промышленности, указываются перспективы ее развития. Формулируются конкретные задачи, которые необходимо решить при разработке проекта, особенности их постановки и решения применительно к конкретным производственным условиям.

2. Аналитический обзор. В данном разделе излагаются сведения из отечественной и зарубежной научно-технической литературы о перспективах совершенствования проектируемого процесса в сравнении с существующим на базовом предприятии, повышения уровня его механизации и автоматизации, о возможности использования существующих средств с применением микропроцессорной техники для контроля параметров и управления процессом, повышения качества производимой продукции; приводятся данные о новых и модернизации существующих видов оборудования и транспортных средств, которые могут быть задействованы при реализации проектируемого процесса.

3. Выбор и характеристика оборудования для проектируемого процесса. В этом разделе на основании материалов, взятых на предприятии при прохождении технологической практики, дается краткая характеристика существующего на базовом предприятии технологического процесса и применяемого оборудования, выявляются основные их недостатки. На основании данных аналитического обзора приводится подробное описание проектируемого процесса, производится разработка технологического процесса и выбор (с подробным обоснованием) оборудования, дается описание его устройства и работы с указанием основных характеристик. Выбранное оборудование должно

обеспечивать высокое качество выпускаемой продукции, быть высокопроизводительным с высоким уровнем механизации и автоматизации процесса, обеспечивать хорошие условия труда рабочих.

4. Выбор и характеристика межоперационного транспорта с учетом расположения выбранного оборудования. В этом разделе приводится описание выбора наиболее рациональных видов транспортных средств, обеспечивающих проектируемый процесс, указываются их достоинства и недостатки с учетом возможности наиболее полной автоматизации всех операций, а также при необходимости обеспечения поточности производства. Приводится описание устройства и работы выбранных транспортных средств и указываются их характеристики.

5. Инженерно-технологические расчеты.

А. Материальный баланс сырья и полуфабрикатов. Подробный расчет материального баланса производится только при проектировании процесса приготовления резиновых смесей и сводится к расчету расхода резиновых смесей, каучуков и ингредиентов на заданную программу выпуска изделий с учетом потерь при производстве. Исходными данными (собираются в период технологической практики) являются: а) процент отбора изделий на испытания; б) годовой режимный фонд времени работы предприятия; в) нормы расхода резиновых смесей на единицу изделия; г) проценты потерь и отходов резиновых смесей, а также входящих в их состав каучуков и ингредиентов при хранении и переработке; д) массовый процент каучуков и ингредиентов по рецептам резиновых смесей.

Для остальных технологических процессов производится расчет выпуска изделий и потерь при производстве.

Б. Инженерный расчет оборудования. По указанию руководителя проекта производится инженерный расчет одного из видов основного оборудования, входящего в состав технологической линии проектируемого процесса. Таким оборудованием могут быть: вальцы, каландр, червячная машина, резиносмеситель периодического действия, станок для сборки автопокрышек, вулканизационное оборудование (вулканизационный пресс, вулканизационный котел, форматор-вулканизатор). В зависимости от выбранного оборудования выполняют следующие расчеты:

а) вальцы – расчет производительности; определение распорных усилий и полезной мощности; расчет параметров настройки механизма компенсации прогиба валков; тепловой баланс;

б) каландр – расчеты производительности, распорных усилий, параметров настройки механизма компенсации прогиба валков, тепловой баланс;

в) червячная машина – расчеты производительности, скорости шприцевания, на прочность червяка и цилиндра, тепловой баланс;

г) резиносмеситель периодического действия – расчеты производительности, потребляемой мощности при смещении, сдвиговых характеристик в резиносмесителе, на прочность смесительной камеры и роторов, тепловой расчет;

д) станок для сборки автопокрышек – расчеты производительности, механизма разжатия барабана станка, на прочность, скорости вращения вала сборочного барабана;

е) вулканизационное оборудование – расчеты производительности, прочностной расчет цилиндра, тепловой расчет.

Все необходимые для расчета исходные данные и константы выбираются студентом из справочной литературы самостоятельно, исходя из типа перерабатываемого материала, технологического режима переработки, паспортных данных на оборудование.

В. Расчет потребного количества оборудования. В соответствии с выбранной схемой проектируемого процесса проводится расчет потребного количества оборудования, обеспечивающего выполнение заданной программы выпуска изделий или полуфабрикатов. Производительность оборудования выбирается из справочной литературы, опыта работы предприятий или рассчитывается самостоятельно.

При проектировании процесса приготовления резиновых смесей обосновывается выбор технологической схемы, оборудования для смешения, дорабатывающей машины, охладительных, транспортных и других механизмов и устройств. Рассчитывается потребное количество резиносмесителей отдельно для каждой стадии процесса. Потребность в остальном оборудовании, входящем в линию приготовления резиновых смесей, определяется, исходя из принятого к установке количества резиносмесителей. Например, в агрегате с резиносмесителем 1-й стадии может устанавливаться гранулятор, устройство для охлаждения и изоляции гранул маточной смеси, а также сушилка для гранул. В агрегате с резиносмесителем 2-й стадии

– вальцы и установка фестонного типа. Кроме того, при проектировании этого процесса необходимо: провести распределение смесей по резиносмесителям с учетом возможности использования одной машины для приготовления смесей разных шифров; рассчитать потребное количество бункеров для оснащения резиносмесителей; подобрать автоматические весы для оснащения резиносмесителей, а в случае использования централизованной системы развески компонентов – для оснащения участка централизованной развески.

6. Требования охраны труда при работе на оборудовании. Подробно излагают основные правила обслуживания и технические мероприятия, обеспечивающие безопасность работы на оборудовании и предотвращающие поломки машин при неверных действиях обслуживающего персонала. Описывают устройство и принцип действия предохранительных и аварийных устройств, установленных на оборудовании (ограждение подвижных частей, заземление токонесущих машин, устройства для аварийной остановки и т. д.).

7. Заключение. В заключении дается общая оценка выполненного проекта, подчеркиваются его особенности, приводится сравнительная оценка проектируемого процесса и оборудования.

8. Список использованных источников. Источники в списке располагаются в последовательности появления ссылок на них в тексте. Ссылки на заводскую документацию, отчеты исследовательских организаций не допускаются. Библиографический список оформляется в соответствии с ГОСТ 7.1–76.

Графическая часть проекта. Она выполняется на листах формата А1 и включает: 1 лист принципиальной схемы проектируемого процесса; 1–2 листа чертежей одного из видов основного оборудования с разрезом основных узлов.

5. ПРИМЕР РАСЧЕТА ПРЯМОГО ПОТОКА МЕЖДУ ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫМ ЦЕХОМ И ЦЕХОМ КАЛАНДРОВ

В основе расчета прямого потока лежит одинаковая производительность оборудования в потоке.

При прямых потоках на участке смешения часовая производительность одного или двух резиносмесителей должна быть равна расходу резиновых смесей на машинах-потребителях (каландры, шприц-машины), т. е.

$$G_{p.c} = G_{\text{кал}},$$

где $G_{p.c}$ – суммарная производительность резиносмесителя, кг/ч;

$G_{\text{кал}}$ – суммарная производительность каландра, кг/ч.

Определяется средняя скорость каландрования $v_{\text{кал}}$, м/мин:

$$v_{\text{кал}} = \frac{G_{p.c}}{B},$$

где B – суточный расход обкладочной резиновой смеси, кг:

$$B = Alc,$$

где A – суточный расход корда суровья, м; l – ширина корда, м; c – норма расхода резиновой смеси при обкладке 1 м^2 корда, кг/м².

6. РАСЧЕТ МАТЕРИАЛЬНОГО БАЛАНСА ПРОИЗВОДСТВА

6.1. Расчеты материального баланса, количества изделий и расхода резиновых смесей, каучуков и ингредиентов

Расчет материального баланса сводится к расчету суточного и годового количества изделий или полуфабрикатов (с учетом отбора на проведение испытаний), суточного и годового расхода резиновых смесей, суточного и годового расхода каучуков, ингредиентов и материалов (табл. 1–3).

Таблица 1

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

П р и м е ч а н и я: 1. Процент отбора изделий на испытания принимается исходя из заводских данных или из ГОСТа. 2. Расчет суточной производственной программы осуществляется исходя из режимного фонда времени работы предприятия в году.

Таблица 2

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

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

Таблица 3

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

В основу расчета материального баланса кладутся 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.

6.2. Расчет нормы расхода обрезиненного корда

Норма расхода обрезиненного корда q_n , м², на 1000 покрышек определяется по формуле

$$q_n = 1000 K_{отх} [b_1(L_1 + l_1) + b_2(L_2 + l_2) + \dots + b_n(L_n + l_n)],$$

где $K_{отх}$ – коэффициент, учитывающий отходы обрезиненного корда (например, если отходы оставляют 1,4 %, то $K_{отх} = 1,014$); b_1, b_2, b_n – ширина корда по спецификации, м; L_1, L_2, L_n – длина корда по спецификации, м; l_1, l_2, l_n – допуск по длине на ширину стыков полос, м.

Норма расхода корда-суровья q'_H , м², на 1000 покрышек рассчитывается следующим образом:

$$q'_H = \frac{q_H}{K_{и.п}},$$

где $K_{и.п}$ – коэффициент использования площади корда (принимается из заводских данных в пределах 0,95–0,98).

Расход обрезиненного корда $q_{об.к}$, м², или сурья $q_{сур}$, м², для выпуска заданного числа покрышек определяется по формулам

$$q_{об.к} = q'_H N; q_{сур} = q'_H N,$$

где N – число покрышек, выпускаемых в сутки, тыс. шт.

6.3. Расчет расхода металлического корда и резиновой смеси на его обрезинивание

Расчет потребности металлокорда $m_{МК}$, кг, на заданную площадь определяется по формуле

$$m_{МК} = m_H n S,$$

где m_H – масса 1 м нити металлокорда, кг; n – число нитей на 1 м² полотна обрезиненного металлокорда, определяемое по формуле

$n = \left(\frac{1000}{H} \right)$, где H – шаг нитей, мм; S – площадь обрезиненного металлокорда, м².

Объем нитей металлокорда $V_{МК}$, см³, в 1 м² обрезиненного металлокорда рассчитывают следующим образом:

$$V_{МК} = \frac{100^2 n' \pi (D^2 + 2D_0^2)}{4},$$

где n' – число нитей на 1 см ширины корда; D – диаметр нити металлокорда без обвивочной проволоки, см; D_0 – диаметр обвивочной проволоки, см; 2 – коэффициент, равный отношению длины обвивочной проволоки к длине нити металлического корда.

Поскольку при обрезинивании металлокорда коэффициенты использования площади и прессовки равны единице, то фактический расход (по объему) резиновой смеси $V_{ф.см}$, см³, на 1 м² составит

$$V_{\text{ф.см}} = 100^2 \left(h - \frac{n' \pi (D^2 + hD_0^2)}{4} \right),$$

где h – толщина обрешиненного металлокорда, см.

Расход (по массе) резиновой смеси для обрешинивания 1 м^2 металлокорда $q_{\text{ф.см}}$, кг, определяют по формуле

$$q_{\text{ф.см}} = V_{\text{ф.см}} \rho \cdot 10^{-3},$$

где ρ – плотность резиновой смеси, кг/м³.

6.4. Расчет расхода плетенки и проволоки для бортовых колец и резиновой смеси для их обкладки

Длину L , м, плетенки или проволочной ленты, состоящей из четырех – восьми проволок, в одном бортовом кольце определяют по формуле

$$L = \pi(D_0 + nh + h) + 0,65,$$

где D_0 – диаметр оправки шаблона кольцеделательного станка, м; n – число витков плетенки или проволочной ленты в кольце; h – толщина обрешиненной плетенки или проволочной ленты, м; 0,65 – длина стыка плетенки или проволочной ленты в кольце, м.

Расход плетенки (проволоки) на 1000 покрышек $Q_{\text{пл}}$, кг, определяют по формуле

$$Q_{\text{пл}} = 1000 m_{\text{пл}} L n_{\text{к}} K_{\text{отх}},$$

где $m_{\text{пл}}$ – масса 1 м плетенки или проволочной ленты, кг; $n_{\text{к}}$ – число бортовых колец в покрышке, шт.; $K_{\text{отх}}$ – коэффициент, учитывающий отходы плетенки или проволоки (при отходах 2,0% он равен 1,02).

Расход резиновой смеси на изоляцию плетенки или проволоки на 1000 покрышек вычисляют следующим образом:

$$Q_{\text{см}} = 1000 m_{\text{норм}} L n_{\text{к}} K_{\text{отх}},$$

где $m_{\text{норм}}$ – норма расхода резиновой смеси на 1 м плетенки или проволочной ленты, полученная эмпирически, кг; $K_{\text{отх}}$ – коэффициент, учитывающий суммарные отходы плетенки (проволоки) и резиновой смеси.

7. ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ

ОБОРУДОВАНИЯ

7.1. Расчет производительности резиносмесителя периодического действия

Производительность G , кг/ч, резиносмесителя (РС) равна:

$$G = 60Vk\rho\alpha / \tau,$$

где V – свободный объем камеры смешения, м³; k – коэффициент заполнения камеры смешения ($k = 0,54-0,65$); ρ – плотность резиновой смеси, кг/м³; α – коэффициент использования машинного времени; τ – продолжительность цикла смешения, мин (в среднем 3–4 мин).

Тепловой баланс работы машины сводится к расчету количества выделяющегося тепла и расхода охлаждающей воды. Потери тепла в окружающую среду не учитываются.

Тепло Q , кДж, выделяющееся в камере смешения определяют по формуле

$$Q = N\eta,$$

где N – мощность, потребляемая двигателем смесителя, кВт; η – коэффициент полезного действия привода и подшипников, $\eta \approx 0,8$.

Тепло Q_1 , кДж/ч, расходуемое на нагрев смеси, равно:

$$Q_1 = 3600Gc (t_k - t_n),$$

где G – производительность смесителя, кг/ч; c – удельная теплоемкость резиновой смеси, 1,6–1,7 кДж/(кг·град); t_k , t_n – температура смеси при выгрузке и загрузке соответственно, °С.

Тогда количество охлаждающей воды определится по формуле

$$G_B = \frac{Q - Q_1}{c_B \Delta t},$$

где c_B – теплоемкость воды, 4,19 кДж/(кг·град); Δt – перепад температур воды на входе в резиносмеситель и выходе из него, °С.

7.2. Расчеты валковых машин

Валковые машины по режиму работы разделяются на аппараты периодического и непрерывного действия.

Расчет производительности валковой машины G , кг/ч, периодического действия выполняют по формуле

$$G = 60V\rho\alpha / \tau,$$

где V – объем единовременной загрузки смеси, м³; ρ – плотность резиновой смеси, кг/м³; $\alpha = 0,8–0,9$ – коэффициент использования машинного времени; τ – продолжительность цикла работы вальцов, мин.

$$V = (0,0065–0,0085)10^{-3}DL,$$

где D и L – диаметр и длина рабочей части валка, см.

Расчет производительности валковой машины G_n , кг/ч, непрерывного действия осуществляют по уравнению

$$G_n = 60v h_k b \rho \alpha,$$

где v – скорость вращения заднего валка, м/мин, $v = \pi Dn$, где D – диаметр валка, м, n – скорость заднего валка, об/мин; h_k – толщина ленты материала, выходящего из зазора между вальцами, м; b – ширина ленты материала, снимаемого с валка, м.

Расчет теплового баланса вальцов сводится к определению расхода воды на охлаждение машины во время ее работы.

Тепловой баланс вальцов:

$$G_p i_n + Q_N + G_v c_v t_{вн} = G_p i_k + G_v c_v t_{вк} + Q_{п},$$

где G_p – количество резиновой смеси, поступающей на переработку, кг/ч; i_n, i_k – теплосодержание смеси при начальной и конечной температуре вальцевания соответственно, кДж/кг; Q_N – количество тепловой энергии, полученной за счет превращения механической энергии в тепловую, кДж/ч; G_v – расход охлаждающей воды, кг/ч; c_v – удельная теплоемкость воды, Дж/(кг·град); $t_{вн}, t_{вк}$ – температура воды на входе в вальцы и на выходе из них, °С; $Q_{п}$ – тепловые потери, кДж/ч.

$$Q_N = 3600N\eta,$$

где N – суммарная технологическая мощность вальцов, кВт; $\eta = 0,6–0,8$ – КПД привода.

Потери тепла в окружающую среду составляют около 10% от количества тепловой энергии, полученной за счет превращения механической энергии в тепловую, т. е.

$$Q_{\text{п}} = 0,1Q_N.$$

Расход охлаждающей воды:

$$G_{\text{в}} = \frac{Q_{\text{в}}}{c_{\text{в}}(t_{\text{к}} - t_{\text{н}})}.$$

Уносимое охлаждающей водой количество тепла рассчитывают следующим образом

$$Q = G_{\text{в}}c_{\text{в}}(t_{\text{вк}} - t_{\text{вн}}) = Q_N - Q_{\text{п}} - G_{\text{М}}(i_{\text{к}} - i_{\text{н}}).$$

7.3. Расчеты одночервячных машин

Производительность G , кг/ч, одночервячной машины рассчитывают по формуле

$$G = 60Vni\beta\rho,$$

где V – объем свободного пространства одного витка червяка, м^2 (по паспортным данным машины); n – частота вращения червяка, об/мин, должна быть в пределах $(10-30)/\sqrt{D}$, где D – диаметр червяка, м; i – число заходов червяка; β^* – коэффициент производительности (принимается равным 0,02–0,35); ρ – плотность смеси, $\text{кг}/\text{м}^3$.

$$V = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4} \frac{t_{\text{ср}} - l}{\cos\varphi_{\text{ср}}},$$

где D – наружный диаметр червяка, м; d – внутренний диаметр червяка, м; $t_{\text{ср}}$ – средний шаг нарезки, равный полуразности шага нарезки на загрузке и у головки червяка, м; l – толщина витка, м; $\varphi_{\text{ср}}$ – средний угол подъема винтовой линии червяка, град, определяемый по формуле

$$\varphi_{\text{ср}} = \frac{zt_{\text{ср}}}{\pi D},$$

* Зависит от соотношения h/D (относительной глубины нарезки), коэффициентов трения резиновой смеси о поверхность шнека и цилиндра, от противодействия (сопротивления формуемой оснастки). Определяется только экспериментально для резиновых смесей. $f_1 < f_2$ – условие работоспособности машин.

где z – число заходов.

Для приближенных расчетов производительность одночервячной машины можно определить из соотношения для средней интенсивности работы:

$$G = 6,8 \cdot 10^4 \cdot D^{2,5},$$

для интенсивной работы:

$$G = 9 \cdot 10^4 \cdot D^{2,5},$$

где D – диаметр червяка, м.

Скорость выдавливания (шприцевания) v , м/мин, рассчитывают по уравнению

$$v = \frac{G}{60gn},$$

где g – масса одного метра профиля (рукава), кг; n – число параллельных ручьев в головке.

Скорость шприцевания малонаполненных смесей обычно составляет 3–7 м/мин, высоконаполненных – 16–20 м/мин, ее можно рассчитать по формуле

$$v = \frac{G}{60F\rho},$$

где F – площадь поперечного сечения заготовки, см²; ρ – плотность смеси, кг/м³.

Мощность двигателя привода N , кВт, для одночервячной машины определяют приблизительно:

$$N \approx 35,3D^2nk,$$

где D – диаметр червяка, м; n – частота вращения червяка, об/мин; k – коэффициент запаса, зависящий от размеров машины и способа ее питания ($k \approx 1,1$ – $1,25$).

Перепад давления ΔP , МПа, в головке червячной машины рассчитывают из уравнения

$$\Delta P = \frac{10^3 Q \mu_{эф}}{K},$$

где Q – объемный расход, см³/с; $\mu_{эф}$ – динамическая вязкость, МПа·с; K – коэффициент, учитывающий геометрическую форму головки, см³.

Коэффициент K определяют по формулам, приведенным в таблицах для расчета реологических характеристик каналов различной формы:

– для щели:

$$K = \frac{bh^2}{12l},$$

где b – ширина щели, см; h – высота щели, см; l – длина канала, см;

– для круглого канала:

$$K = \frac{\pi d^4}{12l},$$

где d – диаметр канала, см.

Усилие P , Н, воспринимаемое упорным подшипником червячной машины:

$$P = \frac{955\,000N}{n r \operatorname{tg}(\alpha + p)},$$

где N – мощность, передаваемая приводом на червяк, кВт; n – частота вращения червяка, об/мин; r – средний радиус витка червяка, см; α – угол подъема винтовой линии нарезки червяка, град (r и α – из паспортных данных машин); p – угол трения резиновой смеси о металл, град ($p = 26\text{--}30^\circ$).

Тепловой баланс работы червячной машины можно описать уравнением

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = Q_4 + Q_5 + Q_6,$$

где $Q_1 = 3600N_{\text{ср}}\eta$ – тепловыделения в рабочем цилиндре машины, пропорциональные работе двигателя привода, кДж (здесь $N_{\text{ср}}$ – электрическая мощность, потребляемая двигателем из сети, кВт; η – коэффициент полезного действия привода, равный 0,8–0,85); Q_2 – тепло, передаваемое цилиндру машины от теплоносителя или материала, кДж; Q_3 – тепло, подводимое к головке машины, кДж; $Q_4 = Gc_{\text{см}}(t_{\text{к}} - t_{\text{н}})$ – тепло, уносимое обработанным материалом, кДж (G – производительность машины, кг/ч; $c_{\text{см}}$ – удельная теплоемкость смеси, кДж/(кг·град); $t_{\text{к}}$, $t_{\text{н}}$ – температура смеси на выходе из машины и при входе ее в машину, град); $Q_5 = Gc_{\text{в}}(t_{\text{к}} - t_{\text{н}})$ – тепло, отводимое охлаждающей водой или подводимое теплоносителем (горячей водой), обогревателем, кДж (G – расход

охлаждающей воды, кг/ч; c_B – удельная теплоемкость воды, кДж/(кг·град); t_K, t_H – температура воды на выходе из машины и на входе в нее, град); $Q_6 = Q_L + Q_K$ – тепло, отдаваемое в окружающую среду цилиндром и головкой машины, кДж (Q_L и Q_K – тепло, отдаваемое в окружающую среду цилиндром и головкой машины за счет соответственно лучистого и конвективного теплообмена, кДж).

Расход G_B , кг/ч, охлаждающей воды определяют по формуле

$$G_B = \frac{Q_5}{c_B(t_K - t_H)},$$

где $Q_5 = Q_1 + Q_2 + Q_3 - Q_4 - Q_6$, кДж.

7.4. Производительность продольно-резательной машины

Производительность продольно-резательной машины $\Pi_{\text{пм}}$, м/ч, при раскраивании ткани, поступающей после ДРМ, определяют по формуле

$$\Pi_{\text{пм}} = v\eta,$$

где v – максимальная рабочая скорость машины, м/ч; η – коэффициент использования машинного времени (равен 0,95).

Производительность продольно-резательной машины при раскрое обрезиненной ткани, поступающей с каландра в большой каретке или рулоне, рассчитывают следующим образом:

$$\Pi_{\text{пм}} = \frac{v\eta b_T}{b_k},$$

где b_T – ширина полос ткани, поступающей с диагонально-резательного агрегата на продольно-резательную машину, м; b_k – ширина ткани после раскроя, м.

7.5. Расчет производительности каландра

Производительность G , м/ч, каландра при промазке и обкладке:

$$G = 60v\alpha,$$

где v – окружная скорость выпускающего валка, м/мин; α – коэффициент использования машинного времени (0,9).

Производительность G , кг/ч, каландра при листовании:

$$G = 60\pi Dnbh\rho\alpha k,$$

где D – диаметр валков, м; n – скорость валков, об/мин; b – ширина каландрованного полотна, м; h – толщина полотна материала, м; ρ – плотность материала, кг/м³; k – коэффициент опережения ($k = 1,05-1,1$).

Коэффициент опережения k учитывает более высокую скорость ленты материала, выходящего из зазора, по сравнению с окружной скоростью выпускающего валка. Он определяется по следующей формуле:

$$k = v_{л}/v,$$

где $v_{л}$ – линейная скорость листа, м/мин; v – окружная скорость выпускающего валка, м/мин.

Коэффициент k учитывается в уравнениях при расчете холодильных установок и устройств для отбора готового листа от каландров.

7.6. Расчет производительности и числа протекторных агрегатов

Производительность протекторного агрегата $\Pi_{\text{агр}}$, шт./ч, определяют по формуле

$$\Pi_{\text{агр}} = \frac{60nv_{\text{max}}}{l} \eta K_1,$$

где n – число ручьев, выпускаемых одновременно; v_{max} – максимальная рабочая скорость шприцевания, м/мин; l – длина заготовки протектора; η – коэффициент использования машинного времени с учетом смены планок, $\eta \approx 0,95$; K_1 – коэффициент, учитывающий количество возврата протекторов (при возврате 10% протекторов $K_1 \approx 0,90$).

Необходимое число протекторных агрегатов $n_{\text{агр}}$ рассчитывают по уравнению

$$n_{\text{агр}} = \frac{1,03N}{\Pi_{\text{агр}}T},$$

где 1,03 – коэффициент, учитывающий планово-предупредительный ремонт в размере 3%; N – выпуск протекторов за сутки, шт.; T – время работы протекторного агрегата в сутки, ч.

Потребность в резиновой смеси $M_{p.c}$ (часовую) определяют по формуле

$$M_{p.c} = m\Pi_{agr},$$

где m – масса протектора определенного размера, кг.

Массу протектора m рассчитывают по формуле

$$m = \rho Sl,$$

где ρ – плотность резиновой смеси, кг/м³; S – площадь поперечного сечения протектора, м²; l – длина протектора, м.

7.7. Расчет производительности, количества форматоров-вулканизаторов и пресс-форм

Производительность форматоров-вулканизаторов Π_{ϕ} (число покрышек в 1 ч) определяют по формуле

$$\Pi_{\phi} = \frac{60nK_n\eta}{t},$$

где n – число пресс-форм (гнезд) в форматоре-вулканизаторе; K_n – коэффициент, учитывающий затраты времени на смену пресс-форм для отправки их на чистку ($K_n = 0,98-0,99$); η – коэффициент использования оборудования, учитывающий затраты времени на проверку оборудования и т. д. ($\eta = 0,95$); t – продолжительность вулканизации покрышки с учетом загрузки-выгрузки, мин.

При расчете потребности форматоров-вулканизаторов продолжительность работы оборудования принимают равной 24 ч.

Число форматоров-вулканизаторов n_1 определяют по формуле

$$n_1 = \frac{N}{24\Pi_{\phi}}1,07,$$

где N – число покрышек, выпускаемых в сутки; 1,07 – коэффициент, учитывающий затраты времени на планово-предупредительный ремонт.

Число пресс-форм n'_1 для вулканизации покрышек заданного размера в определенном форматоре-вулканизаторе рассчитывают следующим образом:

$$n'_1 = \frac{n_1 n}{\eta}$$

7.8. Производительность автокамерного агрегата и стыковочных станков

Производительность автокамерного агрегата $\Pi_{\text{агр}}$ (число рукавов в 1 ч) определяется по формуле

$$\Pi_{\text{агр}} = \frac{v}{l} \eta K_{\text{отх}},$$

где v – максимальная рабочая скорость шприцевания, м/ч; l – длина рукава, снимаемого с агрегата, м; η – коэффициент использования машинного времени; $K_{\text{отх}}$ – коэффициент, учитывающий возвратные отходы рукавов, % (при возврате в размере 15% $K_{\text{отх}} = 1,0-0,85$).

Производительность стыковочных станков $\Pi_{\text{ст}}$, шт./ч, рассчитывают из соотношения

$$\Pi_{\text{ст}} = \frac{60\eta}{t},$$

где η – коэффициент использования машинного времени, учитывающий затраты времени на подготовку и наладку станка (0,9–0,95); t – продолжительность стыковки одного рукава с учетом закладки и снятия стыкованной камеры, мин.

7.9. Расчеты для автоклавов и котлов

1. Производительность G , кг/ч, вулканизационного автоклава и котла рассчитывают следующим образом:

$$G = \frac{60ng}{t},$$

где n – число заготовок, одновременно загружаемых в автоклав или котел; g – масса одной заготовки (детали), кг; t – продолжительность цикла вулканизации, мин.

2. Продолжительность t , мин, цикла вулканизации определяют по формуле

$$t = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5,$$

где t_1 – продолжительность ввода в автоклав вагонеток и закрывания крышек, мин; t_2 – продолжительность подъема температуры, мин; t_3 – продолжительность вулканизации, мин; t_4 – продолжительность снятия давления, мин; t_5 – продолжительность отрывания крышки и вывода вагонеток, мин.

3. Тепловой баланс автоклава можно описать уравнением

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4,$$

где Q – количество тепла, подведенного теплоносителем к автоклаву, кДж; Q_1 – количество тепла, необходимое для нагрева корпуса автоклава, кДж; Q_2 – количество тепла, необходимое для нагрева вагонеток и пресс-форм, кДж; Q_3 – количество тепла, необходимое для нагрева вулканизуемых изделий, кДж; Q_4 – количество тепла, теряемое автоклавом в окружающую среду за время вулканизации, кДж.

7.10. Расчет гидравлического вулканизационного пресса

1. Производительность вулканизационного пресса G , шт./ч, рассчитывают по формуле

$$G = 60mnia / t_{\text{ц}},$$

где m – число этажей пресса, шт.; n – число пресс-форм на одном этаже, шт.; i – число гнезд в пресс-форме, шт.; $\alpha = 0,8-0,9$ – коэффициент использования машинного времени; $t_{\text{ц}}$ – продолжительность цикла работы пресса, мин.

2. Уравнение теплового баланса работающего пресса следующее:

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4,$$

где Q_1, Q_2, Q_3 – количества теплоты, необходимые для нагрева соответственно пресс-форм, плит и изделий, кДж; Q_4 – потери теплоты в окружающую среду, кДж.

Количество теплоты Q_1 , кДж, необходимое для нагрева пресс-форм определяют по формуле

$$Q_1 = G_{\text{ф}}c_{\text{ф}}\Delta T_{\text{ф}},$$

где $G_{\text{ф}}$ – масса пресс-формы, кг; $c_{\text{ф}}$ – удельная теплоемкость материала пресс-формы (нержавеющая сталь), кДж/(кг·град); $\Delta T_{\text{ф}}$ – изменение температуры пресс-формы за время цикла, °С.

Количество теплоты Q_2 , кДж, необходимое для нагрева плит, рассчитывают следующим образом:

$$Q_2 = G_{\text{п}} c_{\text{п}} \Delta T_{\text{п}},$$

где $G_{\text{п}}$ – масса плиты, кг; $c_{\text{п}}$ – удельная теплоемкость материала плиты (нержавеющая сталь), кДж/(кг град), $c_{\text{п}} = 0,5$; $\Delta T_{\text{п}}$ – изменение температуры плиты за время цикла, °С.

Количество теплоты Q_3 , кДж, необходимое для нагрева изделий, вычисляют по уравнению

$$Q_3 = G_{\text{и}} c_{\text{и}} \Delta T_{\text{и}},$$

где $G_{\text{и}}$ – масса изделия, кг; $c_{\text{и}}$ – удельная теплоемкость резины, кДж/(кг·град); $\Delta T_{\text{и}}$ – изменение температуры изделия за время цикла, °С.

Потери теплоты в окружающую среду Q_4 , кДж, определяются следующей суммой:

$$Q_4 = Q_{\text{к}} + Q_{\text{л}}.$$

Потери теплоты конвекцией $Q_{\text{к}}$, кВт, определяют по формуле

$$Q_{\text{к}} = \alpha F \Delta T_{\text{к}},$$

где α – коэффициент теплоотдачи, кВт/м²; F – поверхность теплоотдачи, м²; $\Delta T_{\text{к}}$ – разность между температурами поверхности теплоотдачи и охлаждающего воздуха, °С.

Потери теплоты лучеиспусканием $Q_{\text{л}}$, кВт, рассчитывают следующим образом:

$$Q_{\text{л}} = FK \left[\left(\frac{T_{\text{п}}}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_{\text{о}}}{100} \right)^4 \right],$$

где F – поверхность теплоотдачи, м²; K – коэффициент излучения, кВт/м²; $T_{\text{п}}$, $T_{\text{о}}$ – температуры излучающей поверхности и окружающей среды, °С.

Мощность нагревателей W , кВт, равна:

$$W = Q / t_{\text{ц}},$$

где $t_{\text{ц}}$ – время цикла, мин.

3. Производят расчет гнздности, требуемого давления высокой гидравлики прессы.

Расчет требуемого давления высокой гидравлики начинается с определения площади прессования, требуемого рабочего усилия прессования.

Площадь прессования в пресс-формах закрытого типа с наличием загрузочной камеры будет площадью горизонтальной проекции загрузочной камеры, без наличия загрузочной камеры – сумма площадей проекций деталей и выпрессовочных каналов на плиту.

Удельное давление прессования ($P_{уд}$) – это требуемое удельное давление резиновой смеси внутри формообразующей полости, необходимое для формования резинового изделия. Оно зависит в первую очередь от жесткости резиновых смесей и для мягких смесей составляет 2–5,0 МПа, для смесей средней жесткости – 5,0–7,0 МПа, для жестких – 7–10 МПа.

Требуемое усилие прессования – это усилие, необходимое для получения качественного изделия на данных проектируемых пресс-формах, заданном прессе из выбранной резиновой смеси с заданным $P_{уд}$.

В качестве вулканизационного оборудования выбираем, как правило, гидравлический пресс 160-600-Э4 со следующими характеристиками [1]:

- размер нагревательных плит 600×600 мм;
- количество этажей 4;
- расстояние между плитами 125 мм;
- давление на плиту 4,45 МПа;
- максимальное усилие пресса 1,6 МН;
- рабочая температура плит 200°С;
- давление в гидросистеме низкое 1,5 МПа, высокое 20 МПа;
- мощность электродвигателя гидроустановки 4 кВт;
- мощность электронагревательных элементов 15 кВт;
- продолжительность смыкания плит 12 с;
- продолжительность размыкания плит 5 с;
- габаритные размеры: длина 1650 мм, ширина 810 мм, высота 2720 мм;
- масса 3,78 т.

Определяют площадь прессования одного изделия:

$$S = lb \text{ или } S = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4},$$

где l – длина камеры, м; b – ширина камеры, м; D, d – соответственно наружный и внутренний диаметры, м.

Номинальное усилие пресса вычисляют следующим образом:

$$P_{\text{ном}} = p\pi d^2 / 4,$$

где p – максимальное рабочее давление гидравлики пресса, МПа; d – диаметр плунжера пресса, м.

Эффективное усилие $P_{\text{э}}$, МН, действующее на смесь, меньше номинального и для прессов рассчитывается по формуле [2]

$$P_{\text{э}} = \eta P_{\text{ном}},$$

где $\eta = 0,85-0,9$ – условный КПД прессов.

Определяют требуемое усилие прессования для формования одного изделия:

$$P_{\text{пр}} = SP_{\text{у}},$$

где S – площадь прессования (площадь проекции одного изделия и выпрессовочных каналов, приходящихся на горизонтальную плоскость разъема пресс-формы), м²; $P_{\text{у}}$ – удельное давление прессования (давление, обеспечивающее формование изделия без недопрессовки), МПа.

Определяют расчетное допустимое количество гнезд.

При этом руководствуются требуемым усилием прессования для формования одного изделия:

$$n = \frac{P_{\text{эф}}}{SP_{\text{у}}} = \frac{P_{\text{эф}}}{P_{\text{пр}}}.$$

Из расчета гнездности видно, что выбранного пресса с максимальным усилием 1,6 МН достаточно для отпрессовки N изделий на одной плите. Реальное количество гнезд определяют графически – путем прочерчивания сетки расположения гнезд, исходя из линейных размеров изделия или пакета-обоймы:

$$\begin{aligned} L_{\text{пак}} &= l + 2,5\delta; \\ B_{\text{пак}} &= b + 2,5\delta, \end{aligned}$$

где l – длина чехла, мм; b – ширина чехла, мм; δ – толщина стенки обоймы, мм.

Определяют шаг t – расстояние между осями отверстий средней кассеты под обойму пакета (см. рисунок):

$$\begin{aligned} t_1 &= L_{\text{пак}} + 0,2 + a; \\ t_2 &= B_{\text{пак}} + 0,2 + a, \end{aligned}$$

где 0,2 мм – зазор между отверстием в кассете и наружным размером обоймы; a – величина перемычки между отверстиями средней кассеты.

Вычерчиваем в плане (см. рисунок) среднюю кассету, так как в нее вставляется наибольшая по размеру деталь пакета – обойма; проводим горизонтальную и вертикальную оси кассеты; прочерчиваем сетку расположения осей гнезд с шагами межосевого расстояния t_1 и t_2 . Получилось 2 ряда по горизонтали (отверстий) и 2 ряда по вертикали.

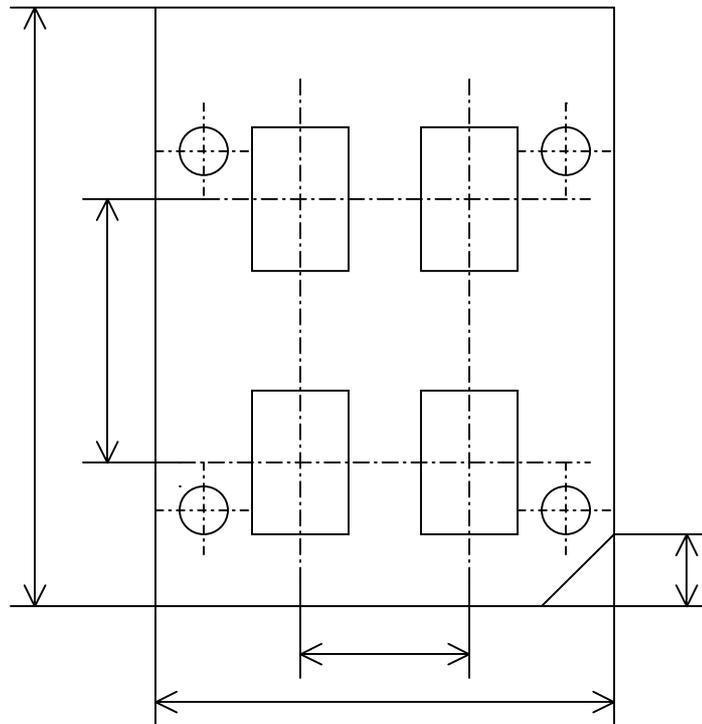


Рисунок. Средняя кассета пресс-формы

Всего отверстий в кассете:

$$n = 2 \cdot 2 = 4 \text{ гнезда.}$$

Необходимое рабочее усилие прессования рассчитывается по формуле

$$P_{\text{раб.ус}} = P_{\text{уд}} S n,$$

где $P_{\text{уд}}$ – удельное давление прессования, МН; S – площадь прессования детали, м^2 ; n – количество деталей, $n = 4$;

$$P_{\text{раб.ус}} = 8n.$$

Требуемое давление гидравлики (устанавливается на контактном манометре) рассчитывается по формуле

$$P_{\text{гидр.тр}} = P_{\text{раб.ус}} / S_{\text{пл}},$$

где $S_{\text{пл}}$ – площадь плунжера, м^2 .

7.11. Расчет фундаментов оборудования

Для расчета фундаментов используется формула расчета допускаемого давления на грунт

$$P = \frac{G_m + G_\phi}{S_\phi} \leq [\sigma],$$

где P – давление на грунт; G_m – вес машины; G_ϕ – вес фундамента; S_ϕ – площадь подошвы фундамента; $[\sigma]$ – допускаемое давление на грунт.

Для каменистого грунта допускаемое давление составляет 0,9–1,5 МПа, для плотного гравия – 0,6–0,8 МПа, для глинистого грунта – 0,15–0,3 МПа, для песчаного – 0,25–0,5 МПа. Вес фундамента зависит от веса машины и коэффициента динамичности ее работы:

$$G_\phi = G_m k,$$

где G_ϕ – вес фундамента; G_m – вес машины; k – коэффициент динамичности – характеристика динамических нагрузок на фундамент в момент пуска, останова и работы машины (для вальцов, каландров, червячных машин $k = 2$; для прессов и литьевых агрегатов $k = 1,2$).

Нагрузка на фундамент передается от машины через фундаментную плиту, изготовленную из металла или армированного бетона. Давление фундаментной плиты не должно превышать 1–2 МПа.

8. РАСЧЕТ ПОТРЕБНОГО КОЛИЧЕСТВА ОСНОВНОГО И ВСПОМОГАТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Расчет потребного оборудования (поточных линий для сборки покрышек, станков для стыковки камер и т. д.) согласно технологическому процессу производится по общей табл. 4.

Таблица 4

Расчет потребного оборудования

Годовая программа выпуска изделий или полуфабрикатов, ед.	Наименование оборудования	Производительность оборудования, ед./ч	Потребное количество машино-часов в год	Годовой эффективный фонд времени работы оборудования, ч	Расчетное количество оборудования, шт.	Принятое к установке количество оборудования, шт.	Коэффициент использования оборудования
P		Q	$N = \frac{P}{Q}$	$I_{эф}$	$n_p = \frac{N}{T_{эф}}$	n_y	$K = \frac{n_p}{n_y}$

Эффективное время работы оборудования $T_{эф}$ рассчитывается по нормам завода:

$$T_{эф} = T - T_{ппр} - T_{н.пр},$$

где T – режимный фонд времени работы оборудования, рассчитывается исходя из режимного времени работы предприятия в году и количества часов работы оборудования в сутки, при этом необходимо учитывать, что суточный фонд времени технологического оборудования составляет 23 ч, за исключением вулканизационного оборудования, для которого суточный фонд времени составляет 24 ч; $T_{ппр}$ – затраты времени на планово-предупредительный ремонт; $T_{н.пр}$ – время неизбежных технологических простоев (чистка, разогрев, заправка, перезарядка и т. д.); $T_{ппр}$ и $T_{н.пр}$ – принимаются по данным предприятия.

Далее заполняются табл. 5–7.

Таблица 5

Распределение резиновых смесей по резиносмесителям

Номер резиносмесителя	Обозначение резиносмесителя	Шифр резиновой смеси	Расчетное количество резиносмесителей			Применяемое к установке количество резиносмесителей		
			I стадия	II стадия	III стадия	I стадия	II стадия	III стадия

Таблица 6

**Расчет количества и объема бункеров для оснащения
резиносмесителя №_____**

Наименование ингредиентов	Часовой расход ингредиента, кг/ч	Время хранения ингредиента в бункере, ч	Масса запаса, кг	Насыпная плотность ингредиента, кг/м ³	Объем запаса, м ³	Рабочий объем бункера, м ³	Количество бункеров, шт.	
							по расчету	принятое к установке
	A	t	$P = At$	α	$V_3 = \frac{P}{\alpha}$	V_6	$n_p = \frac{V_3}{V_6}$	n_y

П р и м е ч а н и я: 1. A берут из расчета материального баланса; t определяют из практических данных работы завода и справочной литературы; V_6 – рабочий объем бункера по каталогу или справочнику. 2. При изготовлении в одном резиносмесителе смесей по нескольким рецептам во второй графе указывают наибольший часовой расход ингредиента для одного из рецептов. 3. Насыпные плотности сыпучих ингредиентов приведены в справочнике.

Таблица 7

**Выбор и характеристика весов и весовых дозаторов
для оснащения резиносмесителя №____
(централизованного участка развески)**

Шифр резиновой смеси и ее назначение	Наименование ингредиентов	Навеска ингредиента по рецепту, кг	Тип весов и дозаторов
--------------------------------------	---------------------------	------------------------------------	-----------------------

П р и м е ч а н и я: 1. Выбор весов производят по каталогу или справочникам. 2. При изготовлении в одном резиносмесителе смесей по нескольким рецептам в третьей графе указывают наибольшую навеску ингредиента для одного из рецептов смесей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Красовский, В. Н. Сборник примеров и задач по технологии переработки полимеров / В. Н. Красовский, А. М. Воскресенский. – Минск: Выш. школа, 1975. – 318 с.
2. Оборудование и основы проектирования заводов резиновой промышленности / Н. Г. Бекин [и др.]; под общ. ред. Н. Д. Захарова. – М.: Химия, 1985. – 504 с.
3. Басов, Н. И. Расчет и конструирование оборудования для производства и переработки полимерных материалов / Н. И. Басов, Ю. В. Казанков, В. А. Любартович. – М.: Химия, 1986. – 487 с.
4. Красовский, В. Н. Примеры и задачи по технологии переработки эластомеров / В. Н. Красовский, А. М. Воскресенский, В. М. Харчевников. – Л.: Химия, 1984. – 240 с.
5. Лукач, Ю. Е. Валковые машины для переработки пластмасс и резиновых смесей / Ю. Е. Лукач, Д. Д. Рябинин, Б. Н. Метлов. – М.: Машиностроение, 1967. – 292 с.
6. Машины и аппараты химической промышленности / И. И. Чернобыльский [и др.]. – М.; Киев: Машиностроение, 1962. – 520 с.
7. Примеры и задачи по курсу «Оборудование заводов химической промышленности» / И. А. Козулин [и др.]. – М.; Л.: Машиностроение, 1966. – 491 с.
8. Бекин, Н. Г. Оборудование заводов резиновой промышленности / Н. Г. Бекин, Н. П. Шанин. – Л.: Химия, 1978. – 395 с.
9. Рябинин, Д. Д. Червячные машины для переработки пластических масс и резиновых смесей / Д. Д. Рябинин, Ю. Е. Лукач. – М.: Машиностроение, 1965. – 363 с.
10. Рябинин Д. Д. Смесительные машины для пластмасс и резиновых смесей / Д. Д. Рябинин, Ю. Е. Лукач. – М.: Машиностроение, 1972. – 271 с.
11. Цыганок, И. П. Вулканизационное оборудование шинных заводов / И. П. Цыганок. – М.: Машиностроение, 1967. – 324 с.
12. Бекин, Н. Г. Оборудование для изготовления пневматических шин / Н. Г. Бекин, Б. М. Петров. – Л.: Химия, 1982. – 263 с.
13. Шеин, В. С. Основные процессы резинового производства / В. С. Шеин, Ю. Ф. Шутилин, А. П. Гриб. – Л.: Химия, 1988. – 160 с.

14. Андрашников, Б. И. Интенсификация процессов приготовления и переработки резиновых смесей / Б. И. Андрашников. – М.: Химия, 1986. – 222 с.
15. Андрашников, Б. И. Справочник по автоматизации и механизации производства шин и РТИ / Б. И. Андрашников. – М.: Химия, 1981. – 296 с.
16. Машины и аппараты резинового производства / под ред. Д. М. Барскова. – М.: Химия, 1975. – 600 с.
17. Весы и дозаторы / С. П. Орлов [и др.]. – М.: Машиностроение, 1972. – 272 с.
18. Самойлов, А. В. Тепловые расчеты червячных и валковых машин / А. В. Самойлов. – М.: Машиностроение, 1978. – 152 с.
19. Клинков, А. С. Основы проектирования и расчета червячных машин для переработки полимерных материалов / А. С. Клинков, В. И. Кочетов, О. Г. Малитков. – Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 1992. – 94 с.
20. Основы проектирования и расчета литьевого и прессового оборудования для переработки полимерных материалов / А. С. Клинков [и др.]. – Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 1999. – 162 с.
21. Иванова, В. Н. Технология резиновых технических изделий / В. Н. Иванова, Л. А. Алешунина. – Л.: Химия, 1980. – 264 с.
22. Карпов, В. Н. Оборудование предприятий резиновой промышленности / В. Н. Карпов. – М.: Химия, 1979. – 480 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
1. Организация курсового проектирования	3
2. Тематика курсового проектирования	4
3. Содержание задания по курсовому проектированию	4
4. Содержание пояснительной записки и графической части проекта.....	5
5. Пример расчета прямого потока между подготовительным цехом и цехом каландров	8
6. Расчет материального баланса производства	9
6.1. Расчеты материального баланса, количества изделий и расхода резиновых смесей, каучуков и ингредиентов.....	9
6.2. Расчет нормы расхода обрезаемого корда.....	10

6.3. Расчет расхода металлического корда и резиновой смеси на его обрезаивание.....	11
6.4. Расчет расхода плетенки и проволоки для бортовых колец и резиновой смеси для их обкладки.....	12
7. Инженерно-технологические расчеты оборудования.....	12
7.1. Расчет производительности резиносмесителя периодического действия.....	12
7.2. Расчеты валковых машин.....	13
7.3. Расчеты одночервячных машин.....	15
7.4. Производительность продольно-резательной машины...	17
7.5. Расчет производительности каландра.....	18
7.6. Расчет производительности и числа протекторных агрегатов.....	19
7.7. Расчет производительности, количества форматоров-вулканизаторов и пресс-форм.....	19
7.8. Производительность автокамерного агрегата и стыковочных станков.....	20
7.9. Расчеты для автоклавов и котлов.....	21
7.10. Расчет гидравлического вулканизационного прессы.....	21
7.11. Расчет фундаментов оборудования.....	26
8. Расчет потребного количества основного и вспомогательного оборудования.....	27
Литература	29

ОБОРУДОВАНИЕ И ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЗАВОДОВ РЕЗИНОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Составители: **Липлянин** Петр Константинович
Касперович Андрей Викторович
Шашок Жанна Станиславовна

Редактор И. О. Гордейчик

Подписано в печать 04.05.2007. Формат 60×84¹/₁₆.
Бумага офсетная. Гарнитура Таймс. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 1,9. Уч.-изд. л. 1,9.
Тираж 100 экз. Заказ

Учреждение образования
«Белорусский государственный технологический университет».
220050. Минск, Свердлова, 13а.
ЛИ № 02330/0133255 от 30.04.2004.

Отпечатано в лаборатории полиграфии учреждения образования
«Белорусский государственный технологический университет».
220050. Минск, Свердлова, 13.
ЛП № 02330/0056739 от 22.01.2004.