

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

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

ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ЭЛАСТОМЕРОВ

**Программа, методические указания и
контрольные задания**

для студентов заочной формы обучения специальности
1-48 01 02 «Химическая технология органических веществ,
материалов и изделий» специализации 1-48 01 02 05 «Технология
переработки эластомеров»

Минск 2013

УДК 678.074(073)

ББК 35.719я73

T38

Рассмотрено и рекомендовано редакционно-издательским советом университета

Составители:

Ж. С. Шашок, Е. П. Усс

Рецензент

заведующая кафедрой химической переработки древесины УО «Белорусский государственный технологический университет» профессор, доцент технологических наук *Н. В. Черная*

По тематическому плану изданий учебно-методической литературы университета на 2013 год. Поз. 171.

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», 2013

ПРЕДИСЛОВИЕ

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

Дисциплина базируется на знаниях, полученных студентами при изучении теоретических, общеинженерных и всех химических дисциплин. Знания, усвоенные студентами при изучении дисциплины «Технология переработки эластомеров», являются основой для изучения специальных дисциплин «Технология производства шин», «Технология производства резинотехнических изделий», «Оборудование и основы проектирования заводов резиновой промышленности», «Расчет и конструирование резиновых изделий и форм», выполнения курсовых проектов, учебно-исследовательской работы студентов (УИРС) и дипломных проектов.

Основной целью дисциплины является получение студентами навыков профессиональной деятельности, заключающихся в освоении физико-химической сущности технологических процессов получения резиновых смесей, их переработки и вулканизации.

Главная задача изучения предмета – ознакомление будущих специалистов с научно-теоретическими и химико-технологическими основами переработки эластомерных композиций на основе каучука или комбинации каучуков.

При изучении дисциплины большое внимание уделяется рассмотрению влияния состава резиновых смесей на технологические режимы проведения процессов смешения, каландрования, вальцевания, формования, литья под давлением и вулканизации. В ходе освоения предмета студенты приобретают навыки разработки технологических параметров переработки эластомерных композиций.

Программа курса разработана с учетом последних достижений технологии и науки в области производства изделий из эластомеров.

После изучения дисциплины студент должен **знать**:

- технологические и технические свойства эластомерных композиций на основе каучуков общего и специального назначения;
- влияние строения каучука, дозировки и механизма действия ингредиентов, входящих в состав резиновых смесей, на основные параметры процессов получения изделия;
- основные методы контроля технологических процессов производства изделия на основе эластомерных композиций;

уметь:

– выбирать технологические режимы процессов переработки эластомерных композиций для получения изделий с требуемым комплексом свойств;

– определять основные технологические параметры изготовления и переработки резиновых смесей.

Подготовка студентов по данной дисциплине должна обеспечивать формирование следующих групп **компетенций**:

– *академических*, включающих теоретические знания и практические навыки по технологии переработки эластомеров, установлению взаимосвязи между структурой каучуков и ингредиентов, применяемых в рецептурах резиновых смесей, и основными параметрами технологических процессов переработки;

– *социально-личностных*, включающих нравственно-ценностные ориентации, знание идеологических и культурных ценностей общества и государства, способность работать в коллективе;

– *профессиональных*, включающих знание и умение формулировать проблемы и решать их с использованием современных информационных и компьютерных технологий; разрабатывать технологические режимы переработки эластомерных композиций с учетом инновационных, энерго- и ресурсосберегающих технологий; выбирать и оптимизировать режимы производства резинотехнических изделий.

1. ПРОГРАММА УЧЕБНОГО КУРСА

ВВЕДЕНИЕ

Общая технологическая схема производства резиновых изделий. Требования, предъявляемые к технологическим процессам и оборудованию. Энергетические затраты в резиновом производстве. Техника безопасности, охрана труда и окружающей среды на заводах резиновой промышленности. Противопожарные мероприятия.

Раздел 1

ПРИЕМ, ХРАНЕНИЕ И ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ КАУЧУКОВ И ИНГРЕДИЕНТОВ

Прием каучуков и ингредиентов в склады. Требования, предъявляемые к складским помещениям. Автоматизация и механизация разгрузочно-погрузочных работ. Условия хранения каучуков и ингредиентов в складских помещениях. Бестарное хранение порошкообразных ингредиентов. Бункерные склады. Прием и хранение жидких продуктов. Транспортирование материалов со складов в производство. Механизированные системы для транспортирования каучуков, порошкообразных и жидких ингредиентов.

Раздел 2

ПОДГОТОВКА КАУЧУКОВ И ИНГРЕДИЕНТОВ К СМЕШЕНИЮ

Растваривание и резка каучуков. Декристаллизация каучуков, способы и режимы декристаллизации. Пластикация каучуков. Механическая и термоокислительная пластикация. Механизм пластикации. Пластикация с применением химических ускорителей. Технические способы пластикации. Режимы пластикации. Требования, предъявляемые к порошкообразным и жидким ингредиентам. Развеска и дозирование материалов. Ручная развеска и система автоматического дозирования. Технологические требования к средствам развески и дозирования. Приготовление композиций ингредиентов.

Раздел 3

ПРИГОТОВЛЕНИЕ РЕЗИНОВЫХ СМЕСЕЙ (СМЕШЕНИЕ)

Теория процесса смешения. Приготовление резиновых смесей на вальцах и в закрытых резиносмесителях периодического действия. Влияние различных факторов на скорость и качество смешения. Одно-, двух- и трехстадийное смешение. Применяемое оборудование. Режимы смешения. Приготовление резиновых смесей в резиносмесителях непрерывного действия. Гранулирование резиновых смесей. Охлаждение и очистка (стрейнирование) резиновых смесей. Контроль процесса смешения и качества резиновых смесей (экспресс-контроль).

Раздел 4

КАЛАНДРОВАНИЕ РЕЗИНОВЫХ СМЕСЕЙ

Типы каландров и выполняемые на них операции. Схемы листования, дублирования и профилирования резиновых смесей. Одно- и двусторонняя промазка и обкладка тканей. Автоматические высокопроизводительные поточные линии промазки и обкладки тканей резиновыми смесями. Питание каландров. Каландровый эффект. Скоростной и температурный режимы каландрования. Виды брака при каландровании и их предупреждение. Контроль и регулирование процесса каландрования.

Раздел 5

ШПРИЦЕВАНИЕ РЕЗИНОВЫХ СМЕСЕЙ

Шприцевание резиновых смесей на червячных машинах теплового питания. Подготовка резиновых смесей к шприцеванию. Шприцевание на червячных машинах холодного питания. Температурный и скоростной режимы шприцевания. Усадочные явления и ориентационный эффект при шприцевании. Контроль и регулирование процесса шприцевания. Виды брака при шприцевании и их предупреждение. Поточные линии для выпуска шприцеванных заготовок. Резка заготовок.

Раздел 6

ФОРМОВАНИЕ РЕЗИНОВЫХ СМЕСЕЙ

Формование резиновых смесей методом прессования заготовок в пресс-формах. Технологический процесс изготовления заготовок. Оборудование для вулканизации. Поточные линии для изготовления изделий. Формование резиновых смесей методом литья под давлением. Технологическое оборудование процесса литья под давлением. Требования, предъявляемые к резиновым смесям для литья под давлением. Преимущества метода перед прессованием.

Раздел 7

ВУЛКАНИЗАЦИЯ РЕЗИНОВЫХ ИЗДЕЛИЙ

Основные факторы процесса вулканизации (температура, время, давление, среда). Технические способы вулканизации резиновых изделий. Интенсификация процесса вулканизации. Контроль и автоматическое управление процессом вулканизации. Виды брака при вулканизации и их предупреждение.

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Студенты заочной формы обучения изучают дисциплину «Технология переработки эластомеров» самостоятельно по программе, приведенной в разделе 1, которая по своему содержанию и объему полностью соответствует содержанию учебного плана для студентов аналогичной специализации очной формы обучения и позволяет вести подготовку специалистов современного уровня для резиновой промышленности.

После самостоятельного изучения курса следует выполнить контрольную работу. Целью выполнения контрольных работ является проверка знаний студентов при самостоятельном изучении курса, подготовка к выполнению лабораторных работ, сдаче экзаменов по дисциплине и госэкзамена по специальности.

Ответы на вопросы контрольных заданий должны раскрывать их сущность и быть обстоятельными. Там, где это целесообразно, необходимо приводить технологические схемы и формулы.

При рассмотрении основных процессов переработки эластомеров необходимо привести пример расчета производительности оборудования согласно ниже приведенным формулам.

Расчет производительности декристаллизационной установки. Производительность G , кг/ч, декристаллизационной установки периодического действия определяется по формуле

$$G = \frac{Q \cdot \alpha}{t}, \quad (2.1)$$

где Q – масса загружаемого в камеру каучука, кг; α – коэффициент использования машинного времени, $\alpha = 0,9$; t – продолжительность декристаллизации, ч.

Производительность G , кг/ч, гидравлического многолучевого ножа для резки каучука рассчитывается по формуле

$$G = \frac{Q' \cdot \alpha}{t}, \quad (2.2)$$

где Q' – масса кипы каучука, кг; α – коэффициент использования машинного времени, $\alpha = 0,95$; t – продолжительность цикла работы ножа, ч.

Производительность G , кг/ч, воздушной декристаллизационной установки непрерывного действия находится по формуле

$$G = \frac{60 \cdot Q_1 \cdot v_T}{s}, \quad (2.3)$$

где Q_1 – масса каучука, находящаяся на одной полке конвейера, кг; v_T – скорость движения тягового органа конвейера, м/мин; s – расстояние между соседними полками с кусками каучука, м.

Скорость движения тягового органа конвейера определяется следующим образом:

$$v_T = \frac{s_0}{t_2}, \quad (2.4)$$

где s_0 – общая длина части конвейера, находящейся в камере, м; t_2 – необходимое время декристаллизации, мин.

Время декристаллизации можно считать приближенно равным продолжительности прогрева внутренних слоев каучука до заданной температуры декристаллизации.

Расчет производительности вальцев. Производительность вальцев зависит от геометрических размеров валков, скорости их вращения, величины зазора между валками, режима работы машины.

При периодическом режиме работы производительность вальцев G , кг/ч, определяется по формуле

$$G = \frac{60 \cdot V \cdot \rho \cdot \alpha}{t_{ц}}, \quad (2.5)$$

где V – литражная емкость вальцев или объем единовременной загрузки, дм^3 ; ρ – плотность материала, кг/дм^3 ; α – коэффициент использования машинного времени, $\alpha = 0,85 \div 0,90$; $t_{ц}$ – продолжительность цикла обработки материала на вальцах, мин.

Литражная емкость и продолжительность цикла рассчитываются по формулам

$$V = (0,0065 \div 0,0085) \cdot D_1 \cdot L; \quad (2.6)$$

$$t_{ц} = t_1 + t_2 + t_3, \quad (2.7)$$

где D_1 – диаметр переднего валка, см; L – длина рабочей части валков, см; t_1 , t_3 – время загрузки и выгрузки материала соответственно, мин; t_2 – продолжительность вальцевания, мин.

Для непрерывного режима работы производительность вальцев G , кг/ч, находится по зависимости

$$G = 60 \cdot \pi \cdot D_2 \cdot n_2 \cdot b \cdot \rho \cdot \alpha \cdot h, \quad (2.8)$$

где D_2 – диаметр заднего вальца, м; n_2 – частота вращения заднего вальца, мин⁻¹; b – ширина ленты материала, м; ρ – плотность материала, кг/м³; α – коэффициент использования машинного времени, $\alpha \approx 0,85$; h – толщина слоя материала, снимаемого с вальца, м.

Величину h рекомендуется находить из соотношения

$$h = (1,23 \div 1,3) \cdot h_0, \quad (2.9)$$

где h_0 – зазор между вальцами, м.

Для дробильных вальцев при однократном пропуске материала через зазор между вальцами производительность G , кг/ч, определяется по формуле

$$G = 60 \cdot \pi \cdot D_2 \cdot n_2 \cdot b \cdot \rho \cdot \alpha \left(h_0 + \frac{k \cdot \beta \cdot F}{1} \right), \quad (2.10)$$

где k – коэффициент, зависящий от количества рифленых валков. При одном рифленом валке $k = 1$, а при двух $k = 2$; β – коэффициент заполнения канавок рифления обрабатываемым материалом, $\beta \approx 0,75$; F – площадь сечения канавки, м²; 1 – шаг рифления, т. е. расстояние между соседними канавками на поверхности вальца, м.

Расчет производительности резиносмесителя. Производительность G , кг/ч, резиносмесителя периодического действия находится по формуле

$$G = \frac{60 \cdot V \cdot \rho \cdot K_3 \cdot \alpha}{t_{\text{ц}}}, \quad (2.11)$$

где V – свободный объем смесительной камеры, дм³; ρ – плотность смеси, кг/дм³; K_3 – коэффициент заполнения смесительной камеры ($K_3 = 0,6$); α – коэффициент использования машинного времени, $\alpha = 0,850 \div 0,90$; $t_{\text{ц}}$ – продолжительность цикла смешения, мин:

$$t_{\text{ц}} = t_1 + t_2 + t_3, \quad (2.12)$$

где t_1 , t_3 – продолжительность загрузки ингредиентов и выгрузки смеси соответственно, мин; t_2 – продолжительность смешения, мин.

Расчет производительности червячной машины. Производительность G , кг/ч, одночервячной машины определяется по формуле

$$G = 60 \cdot n \cdot V \cdot i \cdot \beta \cdot \lambda \cdot \rho, \quad (2.13)$$

где n – частота вращения червяка, мин^{-1} ; V – межвитковый объем червяка, м^3 ; i – число заходов червяка; β – коэффициент заполнения свободного объема витка, $\beta = 0,2 \div 0,35$; λ – коэффициент подачи, $\lambda = 0,4 \div 0,5$; ρ – плотность смеси, $\text{кг}/\text{м}^3$.

Для ориентировочных расчетов производительности G , кг/ч, червячной машины может быть использована эмпирическая формула

$$G = 0,68 \cdot d^{2,5}, \quad (2.14)$$

где d – диаметр червяка, см.

Производительность G , кг/ч, может быть определена по известной скорости шприцевания профиля:

$$G = 60 \cdot v \cdot q \cdot n, \quad (2.15)$$

где v – скорость шприцевания, м/мин; q – масса 1 м профиля, кг/м; n – число параллельных «ручьев» в головке.

Величина q рассчитывается по формуле

$$q = S \cdot \rho, \quad (2.16)$$

где S – площадь поперечного сечения шприцуемого профиля, м^2 ; ρ – плотность резиновой смеси, $\text{кг}/\text{м}^3$.

Расчет производительности каландров. Производительность G , кг/ч, каландра при промазке и обкладке определяется по формуле

$$G = 60 \cdot v \cdot \alpha, \quad (2.17)$$

где v – окружная скорость выпускающего валка, м/мин; α – коэффициент использования машинного времени, $\alpha = 0,9$.

При листовании производительность G , кг/ч каландра рассчитывается по формуле

$$G = 60 \cdot v \cdot b \cdot h \cdot \rho \cdot \alpha \cdot K, \quad (2.18)$$

где v – окружная скорость выпускающего валка, м/мин; b – ширина каландрованного полотна, м; h – толщина каландрованного полотна, м; ρ – плотность материала, $\text{кг}/\text{м}^3$; α – коэффициент использования машинного времени, $\alpha = 0,9$; K – коэффициент опережения, $K = 1,05 \div 1,10$.

Окружная скорость v , м/мин, поверхности выпускающего валка находится по формуле

$$v = \pi \cdot D \cdot n, \quad (2.19)$$

где D – диаметр выпускающего вала, м; n – частота вращения выпускающего вала, мин⁻¹.

Расчет производительности вулканизационного пресса. Производительность G , шт/ч, вулканизационного пресса определяется по формуле

$$G = \frac{60 \cdot m \cdot n \cdot i \cdot \alpha}{t_{\text{ц}}}, \quad (2.20)$$

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

Продолжительность цикла работы пресса $t_{\text{ц}}$ рассчитывается по следующей формуле

$$t_{\text{ц}} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5, \quad (2.21)$$

где t_1 – время, необходимое на загрузку заготовок, сборку пресс-форм и установку их на этажи пресса, мин; t_2 – продолжительность смыкания плит, мин; t_3 – продолжительность вулканизации, мин; t_4 – продолжительность размыкания плит (раскрытие пресса), мин; t_5 – время, необходимое для снятия пресс-форм, их разборки и извлечения изделий, мин.

Продолжительность смыкания плит t_2 может быть рассчитана по формуле

$$t_2 = \frac{s}{v}, \quad (2.22)$$

где s – длина холостого хода плунжера, м; v – скорость смыкания плит, м/мин, определяемая по формуле

$$v = \frac{4 \cdot 10^3 \cdot q}{\pi \cdot D^2}, \quad (2.23)$$

где q – производительность насоса низкого давления, дм³/мин; D – диаметр плунжера, м.

Расчет производительности литьевой машины. Производительность G , шт/ч, однопозиционной литьевой машины находится по формуле

$$G = \frac{60 \cdot i \cdot \alpha}{t_{\text{ц}}}, \quad (2.24)$$

где i – число гнезд в пресс-форме; α – коэффициент использования машинного времени; $t_{\text{ц}}$ – продолжительность цикла, мин.

Для многопозиционной литьевой машины

$$G = \frac{60 \cdot i \cdot \alpha}{t_{\text{ц}}} \cdot n, \quad (2.25)$$

где n – число узлов смыкания многопозиционной машины.

Продолжительность цикла $t_{\text{ц}}$ для одно- и многопозиционной литьевых машин определяется по формуле

$$t_{\text{ц}} = \sum_{j=1}^7 t_j, \quad (2.26)$$

где t_1 – время накопления в узле пластикации и впрыска максимального объема смеси, мин; t_2 – продолжительность подвода узла инъекции к форме, мин; t_3 – продолжительность впрыска (заполнение формы), мин; t_4 – продолжительность выдержки смеси под давлением, мин; t_5 – время вулканизации, мин; t_6 – продолжительность раскрытия формы и извлечения изделия, мин; t_7 – время смыкания (закрытия формы), мин.

Расчет производительности вулканизационных котлов. Производительность G , кг/ч вулканизационного котла определяется по формуле

$$G = \frac{60 \cdot n \cdot g}{t}, \quad (2.27)$$

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

Продолжительность t , мин, цикла вулканизации находится по формуле

$$t = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5, \quad (2.28)$$

где t_1 – продолжительность ввода в котел вагонеток и закрытия крышки, мин; t_2 – продолжительность подъема температуры, мин; t_3 – продолжительность вулканизации, мин; t_4 – продолжительность снятия давления, мин; t_5 – продолжительность открытия крышки и вывода вагонеток, мин.

Расчет производительности непрерывных вулканизаторов барабанного типа. Производительность G , м/ч, вулканизатора барабанного типа можно определить следующим образом:

$$G = 60 \cdot \pi \cdot D \cdot n_6 \cdot \alpha \cdot x_1, \quad (2.29)$$

где D – диаметр барабана, м; n_6 – частота вращения барабана в 1 мин, зависящая от времени вулканизации; α – коэффициент использования ширины барабана; x_1 – коэффициент использования машинного времени, $x_1 = 0,95$.

Коэффициент использования ширины барабана рассчитывается по формуле

$$\alpha = \frac{B_1}{B}, \quad (2.30)$$

где B_1 – ширина вулканизуемого изделия, м; B – ширина барабана, м.

Расчет производительности непрерывных вулканизаторов карусельного типа. Производительность G , шт./ч, карусельного аппарата определяется по формуле

$$G = 60 \cdot n_k \cdot \alpha \cdot m \cdot g, \quad (2.31)$$

где n_k – частота вращения карусели в 1 мин; α – коэффициент использования машинного времени, $\alpha = 0,95$; m – число гнезд в кассете, шт.; g – число кассет, шт.

Производительность G , шт./ч, карусельного аппарата, выраженная через продолжительность технологического цикла, рассчитывается по формуле

$$G = \frac{60 \cdot \alpha \cdot m \cdot g}{\tau_1}, \quad (2.32)$$

где τ_1 – длительность пребывания каждого изделия в форме, ч, которая определяется по формуле

$$\tau_1 = \frac{1}{n_k}. \quad (2.33)$$

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

Бункер для технического углерода (табл. 1) предназначен для создания в зоне резиносмесителя технологического запаса технического углерода и промежуточного хранения его перед подачей питателем к дозирующему устройству. В бункере устанавливаются реле верхнего и нижнего уровней материала; для предотвращения сводообразования применяются различные устройства: пульсаторы-сводоразрушители, вибраторы, пневмопушки.

Таблица 1

Техническая характеристика бункеров для технического углерода

Показатель	Значение показателя	
	БТУ-4,5	БТУ-8
Объем бункера полный, 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 и 3).

Таблица 2

Техническая характеристика бункера для серы

Показатель	Значение показателя
Объем бункера полный, 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 3

Техническая характеристика бункера для сыпучих химикатов

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

Жидкие материалы – масла, дибутилфталат и другие подаются из железнодорожных цистерн по трубопроводу через фильтр в резервуары-хранилища, имеющие при необходимости змеевики или паровые рубашки для подогрева материала. Затем они по трубопроводам перекачиваются в промежуточные расходные емкости, где происходит подогрев, плавление, фильтрация, а затем передача мягчителей на весовой дозатор в подготовительных производствах (табл. 4).

Таблица 4

Техническая характеристика емкости с обогревом

Показателя	Значение показателя
Объем полный, 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	Вибрационное
Частота вращения мешалки, об/мин, не более	50
Габаритные размеры, мм, не более:	
длина	1160
ширина	1160
высота	2010
Масса, кг, не более	620

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 определяется по следующей формуле

$$M = P \cdot H, \quad (2.34)$$

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

Расчет норм запаса материалов на складе необходимо привести в виде табл. 5.

Таблица 5

Расчет норм запаса материалов на складе

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

Потребное количество стеллажей n , шт., рассчитывается по формуле

$$n = \frac{M}{A}, \quad (2.35)$$

где A – загрузка стеллажа, т.

Потребное количество штабелей c , шт., определяется по формуле

$$c = \frac{n}{B}, \quad (2.36)$$

где B – количество стеллажей в штабеле, шт.

Полезная площадь S , m^2 , для хранения каучуков и химикатов находится по следующей формуле

$$S = a \cdot c, \quad (2.37)$$

где a – площадь одного штабеля, m^2 .

Расчет данных для площади хранения каучуков и химикатов необходимо свести в табл. 6.

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>в</i>	<i>с</i>	<i>a</i>	<i>S</i>

Примечание: 1. Для текстильных материалов предварительно рассчитывается количество рулонов по формуле (2.34), где *M* – общий запас ткани, м; *A* – количество ткани в рулоне, м.

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

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

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

$$V = \frac{M}{a}, \quad (2.38)$$

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

Рабочий объем бункера *V_p*, м³, для технического углерода рассчитывается по формуле

$$V_p = K \cdot V_n, \quad (2.39)$$

где *K* – коэффициент заполнения бункера, *K* = 0,6–0,7; *V_n* – полный объем бункера, м³ (берется по каталогу).

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

$$n_p = \frac{V}{V_p}. \quad (2.40)$$

Полезная площадь *S*, м², для хранения наполнителей находится по следующей формуле

$$S = a \cdot n, \quad (2.41)$$

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

Расчет бункерного склада наполнителей необходимо свести в табл. 7.

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 _n	V _p	n _p	n	a	S

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

Объем мягчителей V , м³, определяется по формуле

$$V = \frac{M}{j}, \quad (2.42)$$

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

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

$$V_p = K \cdot V_n, \quad (2.43)$$

где K – коэффициент заполнения резервуара; V_n – полный объем резервуара, м³.

Расчетное потребное количество резервуаров n_p , шт., для вязких и жидких материалов определяется по формуле

$$n_p = \frac{V}{V_p}. \quad (2.44)$$

Полезная площадь S , м², для хранения мягчителей находится по следующей формуле

$$S = a \cdot n, \quad (2.45)$$

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

Расчет площадей для хранения вязких и жидких материалов необходимо свести в табл. 8.

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 _n	V _p	n _p	n	a	S

Расчетные данные площади склада готовой продукции сводятся в табл. 9.

Таблица 9

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, рассчитывается по формуле

$$S_1 = 2 \cdot S, \quad (2.46)$$

где S – полезная площадь, м².

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

$$S_2 = \frac{(S_1 + S) \cdot 10}{100}, \quad (2.47)$$

Сводные данные по расчету складских помещений необходимо привести в виде табл. 10.

Таблица 10

Сводная таблица по расчетам складских помещений

Склад	Полезная площадь, м ²	Площадь склада с учетом проходов, м ²	Для оборотного фонда принимается 10% от общей площади	Общая площадь, м ²	
				по расчету	по чертежу
	S	S ₁	S ₂	S ₂	

3. КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

Задания к выполнению контрольной работы составлены в 20 вариантах. Выбор варианта производится по двум последним цифрам зачетной книжки (табл. 11).

Таблица 11

Варианты контрольных работ

Последние цифры номера зачетной книжки	Вариант контрольного задания	Последние цифры номера зачетной книжки	Вариант контрольного задания
11 31 51 71 91	11	01 21 41 61 81	1
12 32 52 72 92	12	02 22 42 62 82	2
13 33 53 73 93	13	03 23 43 63 83	3
14 34 54 74 94	14	04 24 44 64 84	4
15 35 55 75 95	15	05 25 45 65 85	5
16 36 56 76 96	16	06 26 46 66 86	6
17 37 57 77 97	17	07 27 47 67 87	7
18 38 58 78 98	18	08 28 48 68 88	8
19 39 59 79 99	19	09 29 49 69 89	9
20 40 60 80 00	20	10 30 50 70 90	10

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

Вариант 1

1. Общая технологическая схема производства резиновых изделий.
2. Технические способы пластикации. Режимы пластикации.
3. Непрерывная вулканизация. Вулканизация изделий с использованием в качестве теплоносителя инфракрасных лучей. Вулканизация изделий в поле токов высокой частоты (ТВЧ).

Вариант 2

1. Требования, предъявляемые к технологическим процессам и оборудованию. Энергетические затраты в резиновом производстве.
2. Одностадийное смешение. Применяемое оборудование. Режимы смешения.
3. Формование резиновых смесей методом литья под давлением. Технологическое оборудование процесса литья под давлением.

Вариант 3

1. Прием каучуков и ингредиентов в склады. Требования, предъявляемые к складским помещениям.
2. Двусторонняя промазка и обкладка тканей на каландрах.
3. Периодическая вулканизация. Вулканизация в вулканизационных котлах и прессах.

Вариант 4

1. Декристаллизация каучуков, способы и режимы декристаллизации.
2. Автоматические высокопроизводительные поточные линии промазки и обкладки тканей резиновыми смесями.
3. Непрерывная вулканизация. Вулканизация в вулканизаторы шахтного типа. Вулканизация в карусельных вулканизаторах.

Вариант 5

1. Автоматизация и механизация разгрузочно-погрузочных работ. Условия хранения каучуков и ингредиентов в складских помещениях.
2. Питание каландров. Каландровый эффект. Виды брака при каландровании и меры по их предупреждению.
3. Технические способы вулканизации резиновых изделий. Характеристика теплоносителей, применяемых при вулканизации резиновых изделий.

Вариант 6

1. Техника безопасности, охрана труда и окружающей среды на заводах резиновой промышленности. Противопожарные мероприятия.
2. Ручная развеска и система автоматического дозирования.
3. Контроль и регулирование процесса шприцевания. Виды брака при шприцевании и их предупреждение.

Вариант 7

1. Приготовление резиновых смесей на вальцах. Режим смешения, порядок введения ингредиентов.
2. Формование резиновых смесей методом прессования заготовок в пресс-формах.
3. Интенсификация процесса вулканизации. Контроль и автоматическое управление процессом вулканизации.

Вариант 8

1. Бестарное хранение порошкообразных ингредиентов. Бункерные склады.
2. Гранулирование резиновых смесей. Охлаждение и очистка (стрейнирование) резиновых смесей.
3. Односторонняя промазка и обкладка тканей на каландрах.

Вариант 9

1. Условия хранения каучуков и ингредиентов в складских помещениях.
2. Трехстадийное смешение. Применяемое оборудование. Режимы смешения.
3. Периодическая вулканизация. Вулканизация в индивидуальных вулканизаторах и форматерах-вулканизаторах.

Вариант 10

1. Механизированные системы для транспортирования каучуков, порошкообразных и жидких ингредиентов.
2. Скоростной и температурный режимы каландрования. Виды брака при каландровании и их предупреждение.
3. Непрерывная вулканизация. Вулканизация изделий в расплаве солей. Вулканизация изделий в псевдооживленном слое частиц и расплаве солей.

Вариант 11

1. Транспортирование материалов со складов в производство.
2. Схемы дублирования и профилирования резиновых смесей на каландрах.
3. Температурный и скоростной режимы шприцевания. Усадочные явления и ориентационный эффект при шприцевании.

Вариант 12

1. Растваривание и резка каучуков. Декристаллизация каучуков, способы и режимы декристаллизации.
2. Шприцевание резиновых смесей на червячных машинах холодного питания. Достоинства и недостатки технологического процесса.
3. Периодическая вулканизация. Вулканизация в форматерах-вулканизаторах и автоклавах.

Вариант 13

1. Пластикация каучуков. Механическая и термоокислительная пластикация. Механизм пластикации.
2. Контроль и регулирование процесса каландрования. Виды брака при каландровании и меры по их предупреждению.
3. Периодическая вулканизация. Вулканизация в автоклавах и гидравлических прессах.

Вариант 14

1. Теория процесса смешения. Приготовление резиновых смесей в закрытых резиносмесителях периодического действия.
2. Поточные линии для выпуска шприцеванных заготовок. Резка заготовок.
3. Виды брака при вулканизации и меры по их предупреждению.

Вариант 15

1. Механизм пластикации. Пластикация с применением химических ускорителей пластикации.
2. Технологический процесс изготовления заготовок методом шприцевания. Поточные линии для изготовления изделий.
3. Периодическая вулканизация. Вулканизации в прессах, автоклавах.

Вариант 16

1. Двухстадийное смешение. Применяемое оборудование. Режимы смешения.
2. Типы каландров и выполняемые на них операции.
3. Непрерывная вулканизация. Вулканизация в вулканизаторах камерного (туннельного) и барабанного типов.

Вариант 17

1. Требования, предъявляемые к порошкообразным и жидким ингредиентам. Развеска и дозирование материалов.
2. Шприцевание резиновых смесей на червячных машинах теплового питания. Подготовка резиновых смесей к процессу шприцевания.
3. Характеристика теплоносителей, применяемых при вулканизации резиновых изделий.

Вариант 18

1. Приготовление резиновых смесей в резиносмесителях непрерывного действия.
2. Требования, предъявляемые к резиновым смесям для литья под давлением. Преимущества метода перед прессованием.
3. Непрерывная вулканизация. Вулканизация в вулканизаторах барабанного и шахтного типа.

Вариант 19

1. Технологические требования к средствам развески и дозирования.
2. Схемы листования резиновых смесей на каландрах.
3. Основные факторы процесса вулканизации (температура, время, давление, среда).

Вариант 20

1. Влияние различных факторов на скорость и качество смешения. Контроль процесса смешения и качества резиновых смесей (экспресс-контроль).
2. Подготовка резиновых смесей к шприцеванию. Усадочные явления и ориентационный эффект при шприцевании.
3. Особенности вулканизации толстостенных изделий.

ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Корнев, А. Е. Технология эластомерных материалов / А. Е. Корнев, А. М. Буканов, О. Н. Шевердяев. – М.: ЭКСИМ, 2000. – 287 с.
2. Осошник, И. А. Производство резиновых технических изделий / И. А. Осошник, Ю. Ф. Шутилин, О. В. Карманова. – Воронеж: Воронеж. гос. технол. акад., 2007. – 972 с.
3. Шейн, В. О. Основные процессы резинового производства / В. О. Шейн, Ю. Ф. Шутилин, А. П. Гриб. – Л.: Химия, 1988. – 160 с.
4. Свойства резиновых смесей и резин: оценка, регулирование, стабилизация / В. И. Овчаров [и др.]. – М.: САНТ-ТМ, 2001. – 400 с.
5. Шутилин, Ю. Ф. Справочное пособие по свойствам и применению эластомеров / Ю. Ф. Шутилин. – Воронеж: Воронеж. гос. технол. акад., 2003. – 871 с.

Дополнительная

1. Переработка каучуков и резиновых смесей / Е. Г. Вострокнутов [и др.]. – М.: НИИШП, 2005. – 369 с.
2. Справочник резинщика: материалы резинового производства. – М.: Химия, 1971. – 607 с.
3. Федюкин, Д. Л. Технические и технологические свойства резин / Д. Л. Федюкин, Ф. А. Махлис. – М.: Химия, 1985. – 240 с.
4. Корнев, А. Е. Технология эластомерных материалов / А. Е. Корнев, А. М. Буканов, О. Н. Шевердяев. – М.: НППА «Истек», 2009. – 500 с.

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
1. ПРОГРАММА УЧЕБНОГО КУРСА	4
2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ.....	6
3. КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ.....	20
ЛИТЕРАТУРА	25

ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ЭЛАСТОМЕРОВ

Составители: **Шашок** Жанна Станиславовна
Усс Елена Петровна

Редактор *Ю. А. Ирхина*
Компьютерная верстка
Корректор *Ю. А. Ирхина*

Издатель:
УО «Белорусский государственный
технологический университет».
ЛИ № 02330/0549423 от 08.04.2009
Ул. Свердлова, 13а, 220006, г. Минск