

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Ж. С. Шашок

ОСНОВЫ РЕЦЕПТУРОСТРОЕНИЯ ЭЛАСТОМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ

**ПРОГРАММА, МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ И
КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ**

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

Минск 2013

Введение

Дисциплина «Основы рецептуростроения эластомерных композиций» 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, полученные студентами при изучении дисциплины «Основы рецептуростроения эластомерных композиций», 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 принципов составления рецептур резиновых смесей для производства изделий различного назначения.

Главной задачей изучения дисциплины является ознакомление будущих специалистов с научно-теоретическими и химико-технологическими основами подбора каучуков и ингредиентов для изготовления резиновых изделий, эксплуатирующихся в условиях воздействия разнообразных факторов.

При изучении дисциплины большое внимание уделяется рассмотрению взаимосвязи между составом резиновых смесей и технологическими параметрами изготовления полуфабрикатов и изделий.

При изучении дисциплины студенты приобретают навыки разработки рецептур резиновых смесей для производства шин и резинотехнических изделий.

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

После изучения дисциплины студент должен **знать**:

- основные принципы составления рецептур резиновых смесей на основе каучуков общего и специального назначения;
- влияние строения каучука, дозировки и механизма действия ингредиентов, входящих в состав резиновых смесей, на технологические свойства резиновых смесей;

– содержание ингредиентов в составе резиновых смесей исходя из их назначения.

Уметь:

- составлять и рассчитывать рецептуры резиновых смесей;
- выбирать каучук и ингредиенты для получения резиновых смесей с необходимым комплексом технологических свойств;
- обосновывать дозировки ингредиентов, входящих в состав рецептуры резиновой смеси исходя из условий эксплуатации изделия.

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

- **академических**, включающих теоретические знания и практические навыки по составлению рецептур резиновых смесей, установлению взаимосвязи между дозировкой 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, стремление вести здоровый образ жизни, способность к критике и самокритике.

– **профессиональных**, включающих знания и умения формулировать проблемы и решать их с использованием современных информационных и компьютерных технологий; заниматься научно-исследовательской деятельностью в области разработки рецептур эластомерных композиций различного назначения, анализировать и оценивать достижения науки в области рецептуростроения резиновых смесей, работать с научной, нормативно-справочной и специальной литературой, выбирать оптимальные варианты проведения научно-исследовательских работ.

Содержание учебного плана

Введение

Характеристика основных ингредиентов, входящих в состав рецептур резиновых смесей. Требования, предъявляемые к резиновым смесям. Влияние каучука и ингредиентов на свойства резиновой смеси.

Раздел 1

Основы составления рецептур резиновых смесей

Выбор каучука, наполнителей, пластификаторов, мягчителей и вулканизирующей группы в зависимости от требований к технологическим свойствам резиновых смесей и техническим свойствам вулканизатов.

Раздел 2

Принципы построения рецептур шинных резин

2.1 Покровные резины. Выходные характеристики покровных резин. Влияние строения и структуры полимера, свойств технического углерода на выходные характеристики резин. Взаимосвязь между рецептурой протекторных смесей и их технологическими свойствами. Рецепттура покровных резин. Резины для беговой части протектора. Резины для боковины шин. Резины для подканавочного слоя протектора.

2.2 Обкладочные резины. Особенности построения рецептур обкладочных резиновых смесей. Технологические свойства каркасных и бреккерных резиновых смесей. Вулканизационные характеристики обкладочных резин. Прочность связи резин с текстильным кордом и металлокордом.

2.3 Изоляционные и промазочные резины. Требования к изоляционным резинам по твердости и упругопрочностным свойствам. Дозировка вулканизирующего агента в рецептурах изоляционных резин. Промазочные резиновые смеси для обрезинивания тканей, предназначенных для изготовления крыльевых и бортовых лент.

2.4 Резина гермослоя. Газонепроницаемость резин для герметизирующего слоя. Дозировка наполнителя и пластификатора в рецептурах резиновых смесей для гермослоя. Применение технологических добавок для улучшения технологических свойств резиновых смесей.

2.5 Автокамерные резины. Рецепттурно-технологические принципы построения композиций для автокамерных резин. Выбор марки и дозировки технического углерода и мягчителей. Состав вулканизирующей системы в камерных смесях. Технологические свойства автокамерных смесей.

Раздел 3

Принципы построения рецептур резин для резинотехнических изделий (РТИ)

3.1 Резиновые смеси для плоских приводных ремней, конвейерных лент, клиновых ремней

Промазочные (каркасные), сквиджевые (прослоечные) и обкладочные резиновые смеси для плоских приводных ремней и конвейерных лент. Особенности рецептур резиновых смесей негорючих и топливомаслостойких конвейерных лент. Материалы для слоев сжатия и растяжения клино-

вых ремней. Резины для эластичного слоя и обкладки кордов клиновых ремней. Резины для промазки тканей.

3.2 Резиновые смеси для формовых и неформовых изделий.

Выбор каучука и состава вулканизирующей системы в зависимости от условий эксплуатации формовых резинотехнических изделий. Дозировки наполнителей и пластификаторов в рецептурах формовых РТИ. Принципы построения рецептур неформовых резиновых изделий.

3.3 Резиновые смеси для рукавов, технических пластин и эбонитовых изделий.

Резиновые смеси для внутреннего и наружного слоев рукавов. Особенности рецептур резиновых смесей для технических пластин различного назначения. Наполненные и ненаполненные резиновые смеси для эбонитовых изделий.

Примерная тематика практических занятий

1. Расчет рецептов резиновых смесей.
2. Составление рецептур резиновых смесей для протектор-боковины, протектор-беговой части и подканавочного слоя протектора.
3. Выбор каучуков и ингредиентов при разработке рецептур обкладочных резин.
4. Особенности рецептуростроения резиновых смесей для гермослоя и автокамер.
5. Обоснование рецептур резиновых смесей для производства плоских приводных ремней, конвейерных лент, клиновых ремней.
6. Рецептурно-технологические принципы построения рецептур резиновых смесей для формовых и неформовых резинотехнических изделий.
8. Влияние природы и дозировки каучука и ингредиентов на технологические свойства резиновых смесей и технические свойства резин для производства рукавов, технических пластин и эбонитовых изделий.

Методические указания по составлению и расчету рецептуры резиновой смеси

Рецептура резиновой смеси составляется в расчете на 100 массовых частей (мас. ч.) каучука, причем общее содержание одного или двух различных каучуков принято за 100 мас. ч. Все некаучуковые ингредиенты представлены в расчете на 100 мас. ч. каучука, что дает возможность легко корректировать состав вулканизирующей группы, наполнителя и т. д.,

учитывая, что между различными компонентами и каучуком существуют относительные пропорции. Таким образом, не требуется делать пересчет содержания других компонентов после того, как установлено количество одного или двух компонентов.

Рецептура резиновой смеси записывается в пяти формах:

- в массовых частях на 100 мас. ч. каучука (основной вариант);
- в массовых процентах;
- в объемных процентах;
- в объемных частях;
- в килограммах (граммах) на одну заправку смесительного оборудования (рабочая рецептура).

Ингредиенты резиновой смеси часто помимо своего основного назначения могут выполнять и другие функции. Например, продукты взаимодействия вулканизирующей системы (тетраметилтиурамдисульфид и оксид цинка) являются эффективными антиоксидантами. Технический углерод может выполнять функции антиоксиданта, а диоксид кремния – служить модификатором адгезии. Жидкие хлорпарафины одновременно являются антипиренами и смягчителями.

Более того, в зависимости от состава резиновой смеси ее компоненты могут выполнять совершенно противоположные функции. Например, 2-меркаптобензтиазол и ди-(2-бензтиазолил)-дисульфид ускоряют серную вулканизацию изопренового и бутадиен-стирольного каучуков, но замедляют сшивание хлоропренового и хлорбутилкаучука. Аналогичный эффект наблюдается при добавлении смол, содержащих метилольные группы, в резиновые смеси на основе бутилкаучука, вулканизуемые серой с ускорителями.

В зависимости от назначения резиновой смеси и технологии изготовления из нее изделий состав и содержание ингредиентов существенно изменяется. Свойства резины на основе каждого конкретного каучука можно улучшить рецептурными приемами только до определенной степени, то есть другие ингредиенты резиновой смеси лишь способствуют наиболее полной реализации свойств каучука.

Наличие рецептуры резиновой смеси позволяет осуществлять ее изготовления с использованием различных видов смесительного оборудования. В настоящее время наиболее широко для изготовления резиновых смесей применяются резиносмесители закрытого типа и вальцы. Для того чтобы определить навески ингредиентов на одну заправку для изготовления смеси определенного состава необходимо знать массу заправки (G):

$$G=V \cdot \rho$$

где V – объем единовременной заправки, м^3 ;
 ρ – плотность резиновой смеси, $\text{кг}/\text{м}^3$.

В свою очередь объем единовременной заправки зависит от вида применяемого оборудования и полезного использования объема смесительной камеры. Для резиносмесителя полезный объем составляет, как правило, 0,53–0,65 его полного объема. Объем единовременной загрузки на вальцы V_3 приближенно можно определить по формуле

$$V_3 = 0,065 \cdot D \cdot L,$$

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

Плотность резиновой смеси $\rho_{\text{см}}$ рассчитывают по формуле

$$\rho_{\text{см}} = m_{\text{общ}} / V_{\text{общ}},$$

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

$V_{\text{общ}}$ – суммарный объем всех ингредиентов, м^3 .

Навеску каждого ингредиента P (кг) на одну заправку вычисляют по формуле

$$P = g \cdot G / \sum g,$$

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 формуле

$$C = m \cdot 100 / m_{\text{общ}},$$

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

Объем каучука и ингредиентов V (м^3) рассчитывают по формуле

$$V = m / \rho,$$

где ρ – плотность соответствующего ингредиента, входящего в состав смеси, кг/м^3 .

Объемные проценты определяют по формуле

$$C' = V \cdot 100 / V_{\text{общ}}$$

где V – объем соответствующего ингредиента, входящего в состав смеси, м^3 .

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

Таблица

Расчет навесок ингредиентов на одну заправку

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

При замене одного компонента другим очень важно знать его содержание в смеси в объемных процентах, так как действие этого компонента в резине зависит не только от массового, но и от объемного содержания его в смеси.

Перечень контрольных вопросов для подготовки к сдаче зачета

Характеристика основных ингредиентов, входящих в состав рецептур резиновых смесей.

Требования, предъявляемые к резиновым смесям.

Влияние каучука и ингредиентов на свойства резиновой смеси.

Выбор каучука, в зависимости от требований к технологическим свойствам резиновых смесей и техническим свойства вулканизаторов.

Выбор вулканизирующей группы в зависимости от требований к технологическим свойствам резиновых смесей и техническим свойства вулканизаторов.

Выбор наполнителей в зависимости от требований к технологическим свойствам резиновых смесей и техническим свойства вулканизаторов.

Выбор пластификаторов и мягчителей в зависимости от требований к технологическим свойствам резиновых смесей и техническим свойства вулканизаторов.

Выбор противостарителей в зависимости от условий эксплуатации резиновых изделий.

Использование технологических добавок в рецептурах резиновых смесей.

Применение технологических добавок для улучшения свойств резиновых смесей.

Состав и форма записи рецептур резиновых смесей

Влияние строения и структуры полимера, свойств технического углерода на выходные характеристики покровных резин.

Взаимосвязь между рецептурой протекторных смесей и их технологическими свойствами.

Обосновать рецептуру резиновой смеси для беговой части протектора.

Обосновать рецептуру резиновой смеси для боковины шин.

Обосновать рецептуру резиновой смеси для подканавочного слоя протектора.

Особенности построения рецептур обкладочных резиновых смесей.

Технологические свойства каркасных и брекерных резиновых смесей.

Вулканизационные характеристики обкладочных резин.

Прочность связи резин с текстильным кордом и металлокордом.

Обосновать рецептуру каркасной резиновой смеси для обрешивания текстильного корда.

Обосновать рецептуру брекерной резиновой смеси для обрешивания металлокорда.

Требования к изоляционным резинам по твердости и упругопрочностным свойствам.

Дозировка вулканизирующего агента в рецептурах изоляционных резин.

Промазочные резиновые смеси для обрезаживания тканей, предназначенных для изготовления крыльевых и бортовых лент.

Газонепроницаемость резин для герметизирующего слоя.

Дозировка наполнителя и пластификатора в рецептурах резиновых смесей для гермослоя.

Рецептурно-технологические принципы построения композиций для автокамерных резин.

Выбор марки и дозировки технического углерода и мягчителей для автокамерных резин.

Состав вулканизирующей системы в камерных смесях. Технологические свойства автокамерных смесей.

Промазочные (каркасные) резиновые смеси для плоских приводных ремней и конвейерных лент.

Сквиджевые (прослоечные) резиновые смеси для плоских приводных ремней и конвейерных лент.

Обкладочные резиновые смеси для плоских приводных ремней и конвейерных лент.

Особенности рецептур резиновых смесей негорючих и топливомаслостойких конвейерных лент.

Материалы для слоев сжатия и растяжения клиновых ремней.

Обосновать рецептуру резиновых смесей для эластичного слоя и обкладки кордов клиновых ремней.

Обосновать рецептуру резиновых смесей для промазки тканей, используемых в производстве конвейерных лент и клиновых ремней.

Применение клеев в производстве ремней.

Выбор каучука в зависимости от условий эксплуатации формовых резинотехнических изделий.

Выбор состава вулканизирующей системы в зависимости от условий эксплуатации формовых резинотехнических изделий.

Особенности рецептуры резиновых смесей для маслобензостойких формовых резинотехнических изделий.

Особенности рецептур резиновых смесей для производства формовых резинотехнических изделий методом литья под давлением.

Дозировки наполнителей и пластификаторов в рецептурах формовых РТИ.

Принципы построения рецептур неформовых резиновых изделий.

Резиновые смеси для внутренних слоев рукавов.

Резиновые смеси для промежуточных слоев рукавов.
Промазочные резиновые смеси для производства рукавов.
Резиновые смеси для наружного слоя рукавов.
Особенности рецептур резиновых смесей для технических пластин различного назначения.
Наполненные и ненаполненные резиновые смеси для эбонитовых изделий.

Литература

Основная

1. Осошник, И. А. Производство резиновых технических изделий / И. А. Осошник, Ю. Ф. Шутилин, О. В. Карманова. – Воронеж: Воронеж. гос. технол. акад., 2007. – 972 с.
2. Осошник, И. А. Технология пневматических шин /И. А. Осошник, Ю. Ф. Шутилин, О. В. Карманова. – Воронеж: Воронеж. гос. технол. акад., 2004. – 508 с.
3. Овчаров, В. И. Свойства резиновых смесей и резин: оценка, регулирование, стабилизация / В. И. Овчаров, М. В. Бурмистр, В. А. Тютин и др. – М.: САНТ-ТМ, 2001. – 400 с.
4. Шутилин, Ю. Ф. Справочное пособие по свойствам и применению эластомеров / Ю. Ф. Шутилин. – Воронеж: Воронеж. гос. технол. акад., 2003. – 871 с.
5. Корнев, А. Е. Технология эластомерных материалов /А. Е. Корнев, А. М. Буканов, О. Н. Шевердяев. – М.: ЭКСИМ, 2000. – 287 с.
6. Пичугин, А.М. Материаловедческие аспекты создания шинных резин. – М.: Машиностроение, 2008. – 383 с.

Дополнительная

1. Вострокнутов Е. Г. Переработка каучуков и резиновых смесей / Е. Г. Вострокнутов, М. И. Новиков, В. И. Новиков, Н. В. Прозоровская – 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.

5. Большой справочник резинщика: в 2 ч. / под ред. П. И. Захарченко, Ф. И. Яшунская, В. Ф. Евстратов, П. Н. Орловский. – М.: ООО «Издательский центр» Техинформ» МАИ», 2012. – Ч. 1. – 744 с.
6. Большой справочник резинщика: в 2 ч. / под ред. С. В. Резниченко, Ю. Л. Морозова. – М.: ООО «Издательский центр» Техинформ» МАИ», 2012. – Ч. 2. – 648 с.
7. Гришин, Б. С. Материалы резиновой промышленности (информационно-аналитическая база данных): в 2 ч. / Б. С. Гришин. – Казань: Казан. гос. технолог. ун-т., 2010. – Ч. 1. – 506 с.
8. Гришин, Б. С. Материалы резиновой промышленности (информационно-аналитическая база данных): в 2 ч. / Б. С. Гришин. – Казань: Казан. гос. технолог. ун-т., 2010. – Ч. 2. – 488 с.
9. Джон, С. Дик. Технология резины: рецептуростроение и испытания / С. Дик. Джон, под ред. Джон С. Дика. – СПб.: Научные основы и технологии, 2010. – 620 с.