

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Ж. С. Шашок, Е. П. Усс

ТЕХНОЛОГИЯ 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

УДК 678.074(073)
ББК 35.728я73
Т38

Рассмотрено и рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом университета

Составители
Ж. С. Шашок, Е. П. Усс

Рецензент:
Профессор кафедры химической переработки древесины
УО «Белорусский государственный технологический университет»,
доктор технических наук *Т. В. Соловьева*

Технология эластомерных композиций: программа, методические указания и контрольные задания для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 1-48 01 02 «Химическая технология органических веществ, материалов и изделий» специализации 1-48 01 02 05 «Технология переработки эластомеров» / Ж. С. Шашок, Е. П. Усс.– Минск : БГТУ, 2013. – 31 с.

УДК 678.065(073)
ББК 35.728я73

© УО «Белорусский государственный технологический университет», 2013
© Шашок Ж. С., Усс Е. П. 2013

ВВЕДЕНИЕ

Дисциплина «Технология 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 курса «Технология эластомерных композиций», являются основой для изучения специальных курсов «Технология переработки эластомеров», «Основы рецептуростроения эластомерных композиций», «Технология производства шин», «Технология производства резинотехнических изделий», «Оборудование и основы проектирования заводов резиновой промышленности», «Расчет и конструирование резиновых изделий и форм», выполнения курсовых проектов, учебной исследовательской работы студентов (УИРС) и дипломных проектов.

Основной целью дисциплины является получение студентами навыков профессиональной деятельности, заключающихся в освоении номенклатуры и ассортимента сырья и материалов, используемых в резиновой промышленности.

Главной задачей изучения дисциплины является ознакомление будущих специалистов с научно-теоретическими и химико-технологическими основами создания эластомерных композиций на базе каучуков и ингредиентов различного назначения.

При изучении дисциплины большое внимание уделяется рассмотрению влияния состава и строения макромолекул каучука на физико-химические, технологические и технические свойства эластомеров и освещению вопросов, связанных с современными представлениями о механизмах вулканизации каучуков, старения эластомеров и резин, о действии ускорителей и активаторов вулканизации, о роли пластификаторов, наполнителей, противостарителей и других ингредиентов. При изучении дисциплины студенты приобретают навыки оценки свойств каучуков, резиновых смесей и резин стандартными методами с использованием современного испытательного оборудования.

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

1. ПРОГРАММА УЧЕБНОГО КУРСА

Введение

Общие сведения об эластомерах (каучуки, резиновые смеси, резины, термоэластопласты) и общие принципы составления рецептуры резиновых смесей. Требования, предъявляемые к резиновым смесям.

Основные свойства резин как конструкционного материала. Общая характеристика отрасли. Краткая история развития резиновой промышленности и основные направления ее развития на современном этапе в Республике Беларусь.

Раздел 1

Каучуки общего назначения

Общая характеристика каучуков. Натуральный и синтетические каучуки общего назначения: стереорегулярные цис-1,4-изопреновые каучуки (СКИ), стереорегулярные цис-1,4-бутадиеновые каучуки (СКД), бутадиен-стирольные и бутадиен-метилстирольные каучуки эмульсионной полимеризации (СКС и СКМС), бутадиен-стирольные каучуки растворной полимеризации (ДССК). Блок-сополимеры или термоэластопласты. Получение, состав, химическое строение. Физико-химическая характеристика, технологические свойства. Принципы составления рецептов резиновых смесей на основе различных каучуков. Вулканизация резиновых смесей, свойства вулканизатов и их применение. Влияние строения и состава каучуков на технологические свойства резиновых смесей и технические свойства резин. Смеси каучуков, смеси каучуков и пластиков.

Раздел 2

Каучуки специального назначения

2.1. Полярные каучуки специального назначения: бутадиен-нитрильные (БНК), хлоропреновые (ХПК), акрилатные (АК), уретановые (СКУ), полисульфидные (тиоколы), фторкаучуки (СКФ), хлорсульфированный полиэтилен (ХСПЭ). Получение, состав, химическое строение. Физико-химическая характеристика, технологические свойства. Принципы составления рецептов резиновых смесей на основе различных каучуков. Вулканизация резиновых смесей. Влияние стро-

ения и состава каучуков на технологические свойства резиновых смесей и технические свойства резин.

2.2. Неполярные каучуки специального назначения: этиленпропиленовые (СКЭП и СКЭПТ), силоксановые (СКТ), бутилкаучуки (БК). Получение, состав, химическое строение. Физико-химическая характеристика, технологические свойства. Особенности построения рецептур резиновых смесей на основе различных каучуков. Вулканизация резиновых смесей, свойства вулканизатов и их применение.

2.3. Модифицированные бутадиеновые и бутадиенсодержащие сополимеры: карбоксилатные и бутадиен(метил)винилпиридиновые каучуки. Получение, состав, строение. Технологические свойства эластомерных композиций и технические свойства вулканизатов.

Раздел 3 Жидкие каучуки и латексы

Жидкие каучуки. Синтетические и искусственные латексы. Получение, состав, строение. Принципы составления рецептов резиновых смесей и особенности переработки.

Раздел 4 Вулканизация

Общие сведения о процессе вулканизации и вулканизирующих системах. Кинетика изменения свойств каучуков в процессе вулканизации. Оптимум, плато и реверсия вулканизации. Влияние различных факторов на достижение оптимума вулканизации. Температурный коэффициент вулканизации. Методы определения оптимума вулканизации. Современные представления о механизме вулканизации.

Раздел 5 Вулканизирующие агенты

Сера и серосодержащие соединения. Концентрация серы в резиновых смесях. Другие вулканизирующие агенты: органические пероксиды, алкилфенолформальдегидные смолы, диамины и диимины, хиноны, диизоцианаты, оксиды металлов. Дозировки вулканизирующих агентов и механизм их действия. Свойства вулканизатов, полученных в присутствии различных вулканизирующих агентов. Вулканизация под действием ионизирующих излучений.

Раздел 6

Ускорители серной вулканизации каучуков

Роль ускорителей вулканизации в резиновых смесях. Основные требования, предъявляемые к ускорителям вулканизации. Классификация ускорителей вулканизации. Критическая температура действия. Дозировки ускорителей в резиновых смесях и механизм их действия. Комбинации ускорителей различного типа и их влияние на кинетику вулканизации и свойства резин. Влияние ускорителей на природу поперечных связей и свойства резин. Полуэффективные и эффективные вулканизирующие системы. Выбор ускорителей при вулканизации резиновых смесей различного назначения.

Раздел 7

Активаторы ускорителей вулканизации и замедлители подвулканизации

Неорганические и органические активаторы. Концентрация активаторов в резиновых смесях. Влияние активаторов на структуру вулканизатов и физико-механические показатели резин. Требования, предъявляемые к замедлителям подвулканизации. Замедлители подвулканизации, применяемые в промышленности и их содержание в резиновых смесях.

Раздел 8

Наполнители

Роль наполнителей и их классификация. Технический углерод. Классификация технического углерода. Стандартное обозначение марок технического углерода. Физико-химические характеристики технического углерода и их влияние на технологические свойства резиновых смесей и физико-механические показатели резин. Оптимальное содержание технического углерода.

Коллоидная кремнекислота, ее характеристика и области применения. Минеральные (неорганические) наполнители. Органические наполнители. Назначение, дозировки и свойства, сообщаемые резиновым смесям и вулканизатам наполнителями.

Раздел 9 Противостарители

Общие представления о старении эластомеров. Виды старения резин в недеформированном и деформированном состоянии.

Современные представления о механизме старения каучуков и резин. Химические противостарители для защиты резин от различных видов старения (антиоксиданты, антиозонанты, противоутомители и светостабилизаторы). Концентрация противостарителей в резиновых смесях. Механизм действия химических противостарителей. Физические противостарители. Системы противостарителей, применяемые в промышленности.

Раздел 10 Пластификаторы

Назначение пластификаторов в резиновых смесях и их влияние на свойства резиновых смесей и показатели резин. Пластификаторы и мягчители. Требования, предъявляемые к пластификаторам и их классификация. Выбор пластификаторов для различных каучуков. Оптимальные дозировки пластификаторов и общие представления о механизме их действия.

Раздел 11 Ингредиенты специального назначения

Модификаторы резиновых смесей и резин. Ускорители пластикации каучуков. Порообразователи. Красящие вещества.

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

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

После самостоятельного изучения курса следует выполнить контрольные работы. Целью выполнения контрольных работ является проверка знаний студентов при самостоятельном изучении курса,

подготовка к выполнению лабораторных работ, сдаче экзаменов по дисциплине и госэкзамену по специальности.

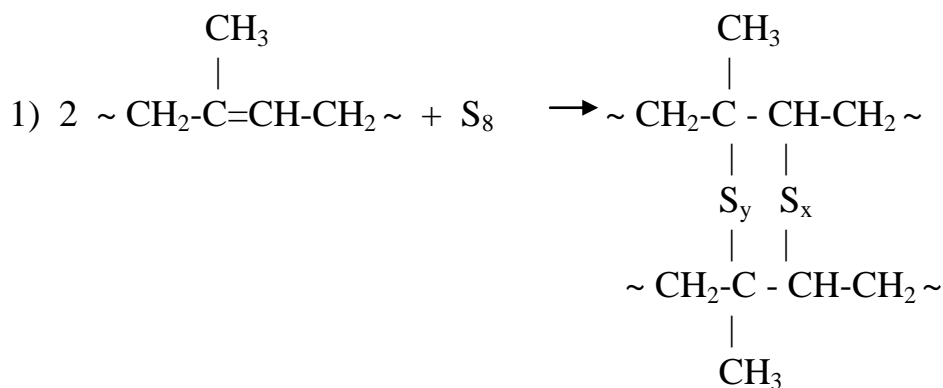
Опыт рецензирования контрольных работ студентов-заочников показывает, что при выполнении контрольной работы № 1, в основном, преобладают два вида ошибок: во-первых, студенты не усваивают сущность понятий о физико-химических свойствах каучуков и резин, технологических свойствах каучуков и резиновых смесей, технических свойствах вулканизатов (резин) и, во-вторых, не могут правильно провести сопоставительный анализ различных свойств каучуков в зависимости от особенностей их строения и физико-химических характеристик.

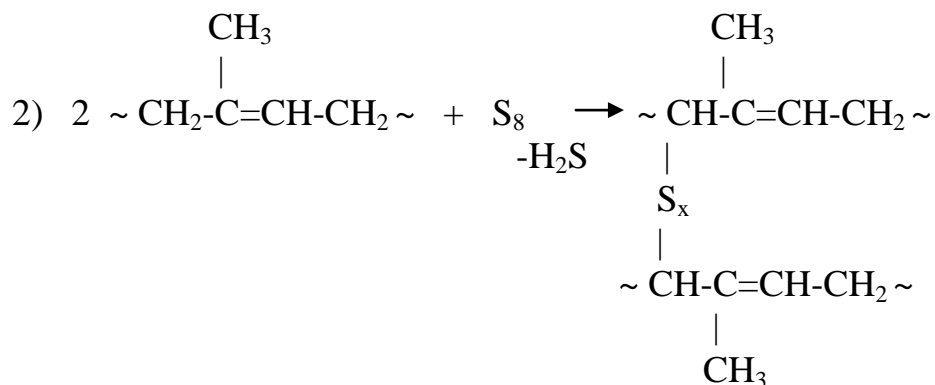
Исходя из этого, студентам рекомендуется до выполнения контрольной работы № 1, основанной на разделах 1, 2, 3,4 и 5 программы, обратить особое внимание на изучение раздела 1 и 2.

Задания к контрольной работе № 2 составлены на основании разделов 6–11 программы с учетом знаний, полученных студентами при выполнении контрольной работы № 1.

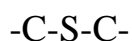
Ответы на вопросы контрольных заданий должны раскрывать их сущность и быть обстоятельными. Там, где это целесообразно, необходимо приводить формулы, уравнения реакций, схемы.

При рассмотрении процесса вулканизации требуется указать реакции вулканизации со всеми параметрами. Например, реакция вулканизации серой протекает следующим образом:





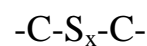
В результате приведенных реакций образуются макрорадикалы, при взаимодействии которых друг с другом или с активными фрагментами серы (S_{8-x}), происходит образование -C-C- связи, а также в зависимости от природы ускорителей и температуры вулканизации моно-, ди- и полисульфидные связи:



МОНО -



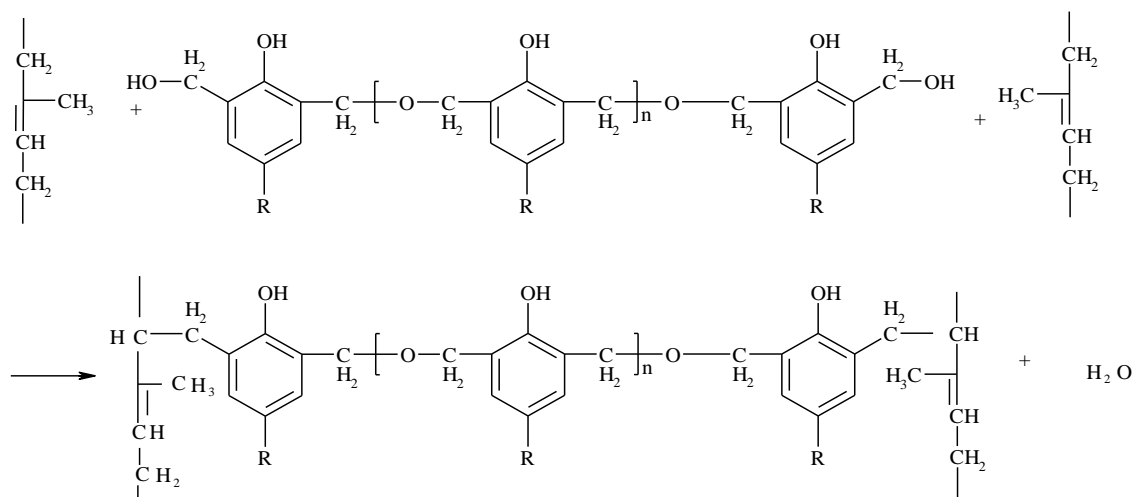
ДИ -



ПОЛИ -

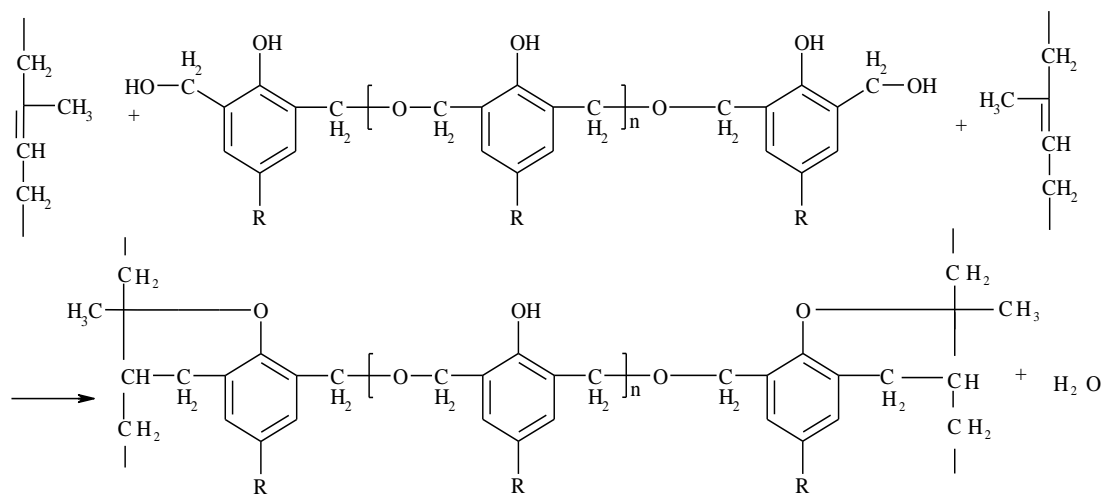
Механизм поперечного сшивания алкилфенолформальдегидными смолами (АФФС) сложный. При температуре вулканизации смолы могут распадаться на свободные радикалы, которые взаимодействуют с водородом α -метиленовой группы или двойной связью.

1) взаимодействие АФФС с водородом α -метиленовых групп:



В результате вулканизации по этому механизму возникают -С-С- поперечные связи.

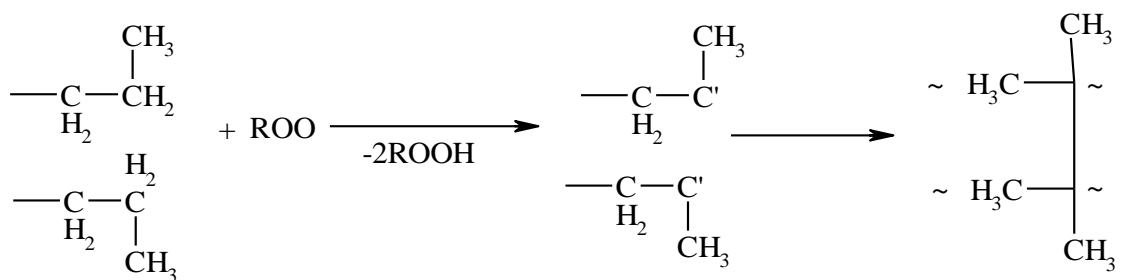
2) образование хромановых структур:

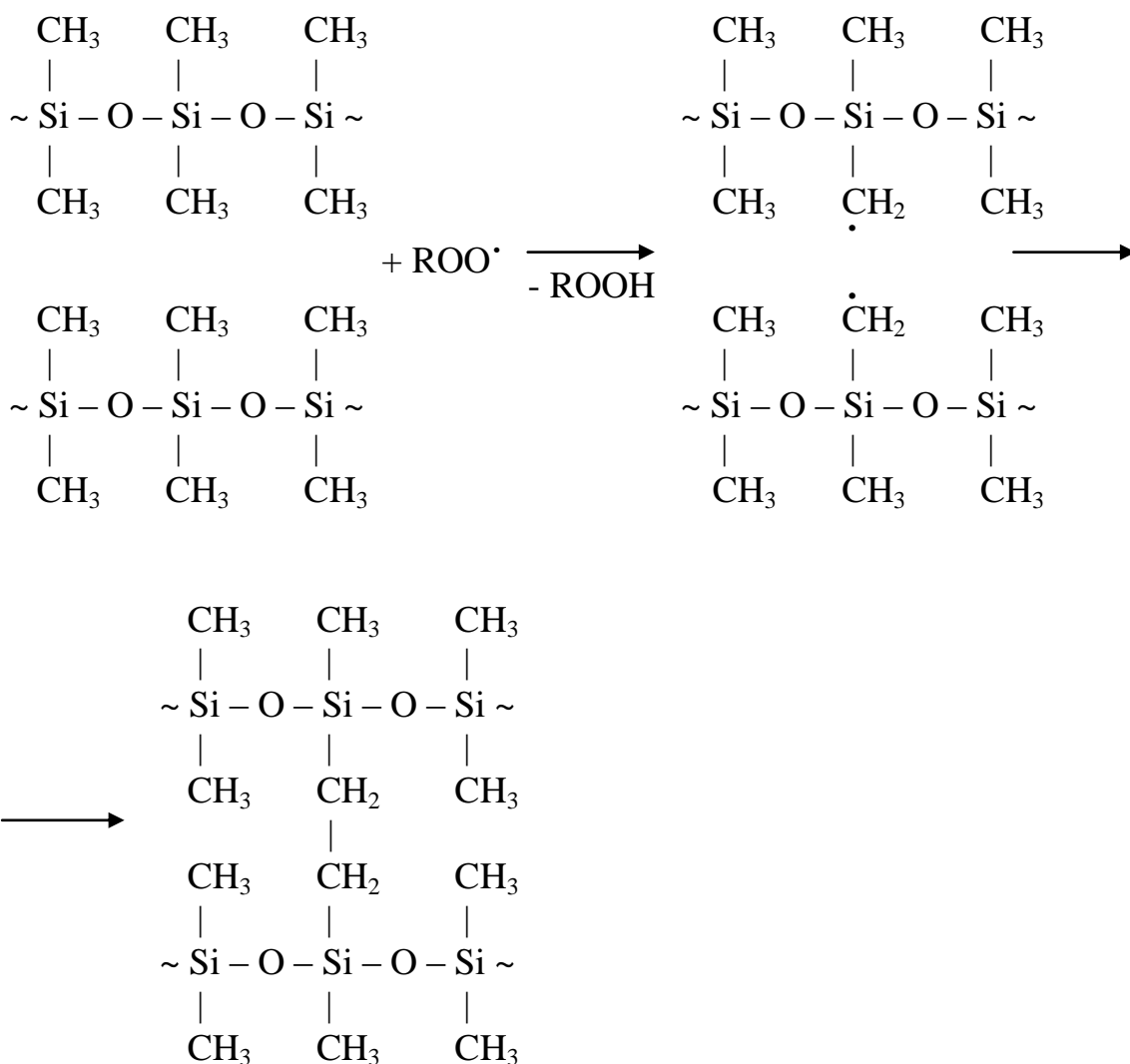


По этой схеме вулканизации возникают -С-С- поперечные связи и -С-О-С-.

Для вулканизации каучуков, не содержащих двойных связей (силанового, фторкаучука, СКЭП и др.), широкое применение получили органические пероксиды стабильные при температурах переработки полимеров (примерно до 100°C) и легко распадающиеся на радикалы при температурах вулканизации (130°C и выше).

Свободные радикалы, образующиеся при распаде пероксида, отрывают водород от макромолекул полимера, образовавшиеся при этом полимерные радикалы взаимодействуют между собой с образованием С-С связей





При наличии в цепи полимера двойной связи пероксидный радикал присоединяется преимущественно к ней или отрывает α -метиленовый водород. Причем и в том и в другом случае происходит образование макрорадикалов и последующее возникновение поперечных связей.

При ответе на вопросы о техническом углероде необходимо приводить обозначения торговых марок технического углерода по различным стандартам. Ниже приведены классификационные признаки технического углерода согласно ГОСТ 7885-86 и стандарта ASTM D1765-98.

С 1986 г. принята система обозначения видов технического углерода ГОСТ 7885-86, в которой буква обозначает способ его получения, а каждая цифра трехзначного числа является индексом, показывающим соответственно такие его характеристики, как средний арифметический диаметр в нм, удельная адсорбционная поверхность по

адсорбции азота в м²/г и показатель адсорбции дибутилфталата (ДБФ) в см³/100 г. Способ получения обозначается следующими индексами: К – канальный (диффузионный), П – печной, Т – термический, А – ацетиленовый, С – специальный. Значение индексов, характеризующих основные свойства, представлены в таблице 1.

Таблица 1

Индексы для характеристики основных свойств технического углерода

Индекс	Средний арифметический диаметр частицы, нм	Удельная адсорбционная поверхность, м ² /г	Показатель адсорбции ДБФ, см ³ /100г
0	до 10	до 35	до 50
1	10-19	35-70	50-70
2	19-25	70-90	70-80
3	25-30	90-110	80-90
4	30-39	110-130	90-105
5	39-48	130-160	105-120
6	48-60	160-250	120-140
7	60-100	250-400	140-160
8	100-200	400-700	160-200
9	200 и более	700 и более	200 и более

Характеристика технического углерода основных марок, применяемых в резиновой промышленности, приведена в таблице 2.

Таблица 2

Характеристика технического углерода

Марки технического углерода		Удельная геометрическая поверхность, м ² /г	Активность по условной прочности	Масляное число мл/100 г	рН водной суспензии
по ГОСТ 7885-86	по ГОСТ 7885-75				
1	2	3	4	5	6
Марки канального технического углерода					
К354	ДГ-100	~100	активный	75-85	3,7-4,5
Марки печного технического углерода					
П245	ПМ-105	~105	высоко-активный	99-109	7-9
П234	ПМ-100	~100	высоко-активный	97-105	7-9
П324	ПМ-75	~75	активный	95-105	7-9
П514	ПМ-50	~50	средне-активный	96-110	7-9

Продолжение табл. 2

1	2	3	4	5	6
П701	ПМ-33Н	~33	полуактивный	60-80	7-9
П705	ПМ-30В	~30	полуактивный	100-120	7-9
П803	ПМ-15	~15	малоактивный	85-105	7-9
Марки термического технического углерода					
Т900	ТГ-10	~10	малоактивный	25-35	7-8
Автотермический технический углерод					
А-327	АТГ-70	~70	среднеактивный	130-150	7-8

Отражающий эту классификацию и торговые марки ГОСТ 7885-86 «Углерод технический для производства резины. Технические условия» может прекратить свое действие. Его планируется полностью заменить на ГОСТ Р99 «Технический углерод дисперсный. Технические условия», который приближен к требованиям стандарта США ASTM D1765-98 «Стандартная классификационная система для технического углерода, применяемого в резинотехнических изделиях».

В таблице 3 приведены заданные значения и типичные описательные значения техуглерода различных марок согласно ASTM D1765-98.

Таблица 3

Свойства техуглерода различных видов

Заданные значения			Типичные описательные значения			
Классификация по ASTM	Йодное адсорбционное число, г/кг	Адсорбционное число ДБФ, см ³ /100 г	Адсорбция ДБФ сжатым образцом, см ³ /100 г	Площадь поверхности по многогоочечной	Площадь внешней поверхности по адсорбции азота, м ² /г	Насыпная плотность, кг/м ³
1	2	3	4	5	6	7
N110	145	113	98	130	117	335
N120	122	114	98	126	113	335
N124	117	104	89	122	121	370
N135	151	135	117	141	-	320
S212	-	85	82	120	105	400
N220	121	114	100	115	105	345
N234	120	125	103	120	113	320

Продолжение табл. 3

1	2	3	4	5	6	7
N293	145	100	92	130	109	375
S315	-	79	75	91	86	450
N326	82	79	69	78	78	465
N330	82	102	88	79	76	375
N339	90	120	101	92	88	345
N347	90	124	100	85	83	335
N356	92	154	112	91	87	280
N539	43	111	84	40	39	385
N550	43	120	88	41	39	360
N582	100	180	114	80	-	190
N630	36	78	62	34	32	465
N650	36	122	87	37	34	370
N683	35	133	-	37	35	335
N754	24	58	57	25	24	495
N774	29	72	62	29	29	495
N787	30	80	74	30	32	450
N907	-	34	-	10	9	-
N990	-	43	40	9	8	-

По этому стандарту используется четырехзвенная классификация, в которой:

– первый буквенный символ указывает на влияние техуглерода на скорость вулканизации типовой (стандартной) резиновой смеси. Буква «N» используется для обозначения нормальной скорости вулканизации, типичной для печных видов технического углерода. Буква «S» свидетельствует о пониженной скорости вулканизации и обозначает каналный продукт, обладающий этим свойством вследствие технологии получения или другие виды техуглерода, модифицированные с целью понижения скорости вулканизации (стандартных) резиновых смесей;

– второй символ – цифровой индекс, который указывает диапазон значений удельной поверхности по азоту, который разделен на 10 групп, а именно: группа «0» соответствует удельной поверхности более 150 м²/г; группе «1» – 121-150 м²/г; «2» – 100-120 м²/г; «3» – 70-99 м²/г; «4» – 50-69 м²/г; «5» – 40-49 м²/г; «6» – 33-39 м²/г; «7» – 21-32 м²/г; «8» – 11-20 м²/г; «9» – 0-10 м²/г;

– третий символ является цифрой указывающей на абсорбционное число дибутилфталата в качестве заданного стандартом интервала;

– четвертый символ также является цифрой и характеризует качество техуглерода по типично описательным значениям стандарта.

Типичные описательные значения состоят из следующих характеристик:

1. Число абсорбции дибутилфталата сжатого образца. Без сжатия образца абсорбция ДБФ описывает интегральную структурность техуглерода с учетом его первичной и вторичной структур. Согласно методу определения образец четыре раза уплотняют при давлении 165 МПа, что приводит к разрушению вторичных структур. Определение абсорбции ДБФ уплотненного образца позволяет оценить степень развития первичных структур.

2. Площадь поверхности по многоточечной адсорбции азота.

3. Площадь внешней поверхности по многоточечной адсорбции азота. Согласно данного метода из общей площади поверхности исключается поверхность под диаметром менее 2 нм. Считается, что этим методом оценивается удельная поверхность, доступная для адсорбции молекулами каучука.

4. Красящая сила или прочность окраски. Характеризует однородность размеров и степень структурности техуглерода, т. е. чем выше красящая сила, тем более однородны частицы и их вторичные агрегаты.

5. Насыпная плотность (или объемная плотность гранулированного техуглерода). Данный показатель определяет работу упаковочных машин, массу техуглерода в пакете и степень загрузки (объемную) резиносмесителей при вводе в них неуплотненного продукта.

6. Удельная поверхность по цетиламмонийбромиду (ЦТАБ). Позволяет оценить удельную поверхность техуглерода за исключением мелких пор, в которые не смогут проникнуть сегменты каучука.

Дополнительными показателями качества технического углерода могут являться: рН водной суспензии; содержание экстрагируемых (толуолом) веществ; содержание серы; содержание золы; фракционный состав, или распределение гранул по размерам; содержание мелких частиц, пыли; истираемость гранул; массовая прочность гранул, иногда называемая комкуемостью и характеризующая усилие, при котором между гранулами образуется перемычка; разность усилий при 300% удлинении образцов резины в сравнении с эталонным техуглеродом.

В рецептурах встречаются марки технического углерода приведенные как по ГОСТу, так и по ASTM.

В конце работы должна быть указана литература, использованная для ее выполнения. Работа, выполненная не по своему варианту, возвращается студенту без проверки, а выполненная неудовлетворительно, выполняется вновь с учетом замечаний рецензента и направляется на повторную рецензию.

В период сессии студенты слушают лекции, что позволяет закрепить и систематизировать приобретенные ими знания при самостоятельном изучении курса, а также выполняют сокращенный (в сравнении со студентами очного обучения) лабораторный практикум.

3. КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

Задания к выполнению каждой контрольной работы составлены в 20 вариантах. Выбор варианта проводится по двум последним цифрам зачетной книжки (таблица 4).

Таблица 4

Варианты контрольных работ

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

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 1

Вариант 1

1. Общие сведения об эластомерах (каучуки, резиновые смеси, резины, термоэластопласты) и общие принципы составления рецептуры резиновых смесей. Требования, предъявляемые к резиновым смесям. Основные свойства резин как конструкционного материала.

2. Бутадиен-(метил)винилпиридиновые каучуки: получение, состав, строение. Технологические свойства эластомерных композиций и технические свойства вулканизатов.

3. Влияние различных факторов на достижение оптимума вулканизации.

4. Предложите вулканизирующие агенты, позволяющие получать резины с высокой статической прочностью.

Вариант 2

1. Натуральный каучук (НК): получение, состав, строение, физико-химические свойства и влияние их на технологические свойства каучука.

2. Карбоксилатные каучуки: получение, состав, строение. Технологические свойства эластомерных композиций и технические свойства вулканизатов.

3. Вулканизация органическими пероксидами. Дозировка вулканизирующего агента в рецептурах резиновых смесей. Типы поперечных связей.

4. Сравнить маслостойкость резин на основе хлоропеновых каучуков и резин на основе бутадиен-нитрильных каучуков.

Вариант 3

1. Вулканизация резиновых смесей на основе НК, свойства вулканизатов и применение их в промышленности.

2. Силоксановые каучуки (СКТ): получение, состав, строение, торговые марки. Особенности и условия переработки резиновых смесей на основе СКТ.

3. Кинетика изменения свойств резиновых смесей в процессе вулканизации. Оптимум, плато и реверсия вулканизации.

4. Предложить вулканизирующие агенты для СКЭП и СКЭПТ. Объяснить различие в составах вулканизирующих систем.

Вариант 4

1. Подготовка цис-1,4-изопреновых каучуков (НК и СКИ-3) к процессу изготовления резиновых смесей. Технологические свойства НК.

2. Вулканизация резиновых смесей на основе силоксановых каучуков и свойства вулканизатов.

3. Вулканизация органическими ди- и полисульфидами. Дозировка вулканизирующего агента в рецептурах резиновых смесей. Типы поперечных связей.

4. Предложить каучуки, на основе которых могут быть получены резины, способные эксплуатироваться при высоких температурах (200°C и более).

Вариант 5

1. Стереорегулярные синтетические цис-1,4-изопреновые каучуки (СКИ-3, СКИ-5и др.): получение, состав, строение, физико-химические и технологические свойства.

2. Хлорсульфированный полиэтилен: строение, физико-химические и технологические свойства, вулканизация и технические свойства вулканизатов.

3. Сера и ее разновидности. Дозировка серы в резиновых смесях. Кинетика вулканизации серой каучуков различного строения.

4. Предложите вулканизирующие агенты, позволяющие получать вулканизаты с высокой стойкостью к действию повышенных температур.

Вариант 6

1. Технологические свойства резиновых смесей на основе синтетических цис-1,4-изопреновых каучуков в сравнении с натуральным каучуком. Объяснить причину существующих отличий.

2. Вулканизация бутилкаучука серой и фенолформальдегидными смолами. Применение резин.

3. Общие сведения о процессе вулканизации и вулканизирующих системах.

4. Предложите вулканизирующие агенты, позволяющие получать вулканизаты с высокой стойкостью к действию повышенных температур.

Вариант 7

1. Вулканизация резиновых смесей на основе синтетических цис-1,4-изопреновых каучуков; технические свойства вулканизатов в сравнении с натуральным каучуком.

2. Фторкаучуки (СКФ): получение, состав, строение. Технологические свойства резиновых смесей и вулканизация. Свойства резин и применение в промышленности.

3. Типы поперечных связей, образующихся в процессе вулканизации и их влияние на свойства вулканизатов.

4. Предложить каучуки, позволяющие получить резины, обладающие негорючестью.

Вариант 8

1. Транс-1,4-полиизопрены: строение, получение, физико-химические свойства. Применение транс-1,4-полиизопренов в промышленности.

2. Этиленпропиленовые каучуки (СКЭП и СКЭПТ): получение, состав, строение. Физико-химические свойства эластомеров и технологические свойства резиновых смесей.

3. Вулканизация диаминами и дииминами. Дозировка вулканизирующего агента в рецептурах резиновых смесей. Типы поперечных связей.

4. Предложить каучуки, на основе которых могут быть получены резины с высокими динамическими свойствами.

Вариант 9

1. Стереорегулярные цис-1,4-бутадиеновые каучуки (СКД): получение, строение, физико-химические и технологические свойства. Указать причины, обуславливающие плохие технологические свойства СКД.

2. Бутилкаучуки (БК): получение, состав, строение. Особенности технологические свойств бутилкаучука

3. Влияние температуры на скорость вулканизации резиновых смесей.

4. Предложить каучуки, на основе которых могут быть получены резины с высокой морозостойкостью.

Вариант 10

1. Особенности построения рецептур резиновых смесей на основе стереорегулярных бутадиеновых каучуков.

2. Уретановые каучуки (СКУ): литые и вальцуемые. Получение, строение. Свойства композиций и вулканизаторов, применение.

3. Температурный коэффициент вулканизации. Рассчитать оптимум вулканизации резиновой смеси при температуре 160°C, если при температуре 140°C он составляет 50 мин.

4. Предложить каучуки, на основе которых могут быть получены высокопрочные ненаполненные резины.

Вариант 11

1. Вулканизация резиновых смесей с использованием СКД и технические свойства вулканизаторов.

2. Полисульфидные каучуки: получение, типы каучуков, физико-химическая характеристика. Переработка жидких и твердых тиоколов в изделия, свойства вулканизатов, применение.

3. Особенности применения полимерной серы в рецептурах эластомерных композиций.

4. Предложить каучуки, на основе которых возможно получение резин с повышенной износостойкостью.

Вариант 12

1. Нестеререгулярные бутадиеновые каучуки: получение, строение, физико-химические и технологические свойства. Вулканизация резиновых смесей на основе нестеререгулярных бутадиеновых каучуков, применение вулканизатов.

2. Особенности построения рецептуры на основе СКЭП и СКЭПТ. Вулканизации, применение вулканизатов

3. Вулканизация хлорсодержащими органическими веществами. Дозировка вулканизирующего агента в рецептурах резиновых смесей. Типы поперечных связей.

4. Предложить каучуки, на основе которых могут быть получены высокоэластичные резины с низким теплообразованием. Какова особенность строения этих каучуков?

Вариант 13

1. Отличительные особенности технологических свойств бутадиеновых каучуков СКД и СКБ и причины, вызывающие различия в их свойствах.

2. Пропиленоксидный каучук (СКПО): получение, физико-химические свойства. Технологические свойства резиновых смесей и вулканизация. Применение вулканизатов

3. Вулканизация ионизирующими излучениями. Типы поперечных связей.

4. Объяснить, почему в рецептуре резиновых смесей для производства шин целесообразно использовать полимерную серу.

Вариант 14

1. Отличительные особенности технических свойств резин на основе бутадиеновых каучуков СКД и СКБ и причины, вызывающие различия в их свойствах.

2. Галогенированные бутилкаучуки (хлорбутилкаучук (ХБК) и бром-бутилкаучук (ББК)): получение, строение, технологические

свойства. Вулканизация резиновых смесей на основе галогенированных БК и применение вулканизаторов.

3. Вулканизация оксидами металлов. Дозировка вулканизирующего агента в рецептурах резиновых смесей. Типы поперечных связей.

4. Предложить каучуки, на основе которых могут быть получены резины, стойкие к атмосферным воздействиям.

Вариант 15

1. Бутадиен-стирольные и бутадиен-метилстирольные каучуки эмульсионной сополимеризации: строение, основные типы, физико-химические и технологические свойства. Влияние содержания стирола в эластомерах на физико-химические и технологические свойства.

2. Акрилатные каучуки: строение, физико-химические свойства, переработка, вулканизация, свойства вулканизаторов и применение.

3. Вулканизация алкилфенолформальдегидными смолами. Дозировка вулканизирующего агента в рецептурах резиновых смесей. Типы поперечных связей.

4. Предложить каучуки, которые следует применить совместно с каучуком СКД для улучшения его технологических свойств.

Вариант 16

1. Маслонаполненные каучуки СК(М)С: типы, свойства и применение в промышленности.

2. Эпихлоргидриновые каучуки (СКЭХГ): получение, физико-химические свойства. Технологические свойства резиновых смесей и вулканизация. Применение вулканизаторов

3. Изменение прочностных свойств резиновых смесей на основе НК и СКИ-3 в процессе вулканизации. Объяснить причину экстремального характера кинетических кривых вулканизации этих каучуков.

4. Предложить каучуки, на основе которых могут быть получены резины с наиболее высокой газонепроницаемостью

Вариант 17

1. Вулканизация бутадиен-стирольных и бутадиен-метилстирольных каучуков; технические свойства резин в зависимости от содержания стирольных звеньев в каучуках и области их применения.

2. Вулканизация хлоропреновых каучуков серного и меркаптано-вого регулирования, технические свойства резин и применение вулканизаторов.

3. Дозировка вулканизирующего агента в рецептурах резиновых смесей.

4. Предложить каучуки, на основе которых разрабатывается рецептура маслобензостойких резин, работающих при температурах до 200°C.

Вариант 18

1. Бутадиен-стирольные и бутадиен-метилстирольные каучуки, полученные полимеризацией в растворе (ДССК).

2. Хлоропреновые каучуки (ХПК): получение, состав, строение, торговые марки. Физико-химические свойства эластомеров и технологические свойства резиновых смесей.

3. Вулканизация диизоцианатами. Дозировка вулканизирующего агента в рецептурах смесей. Типы поперечных связей.

4. Предложить каучук, на основе которого возможно получение физиологически инертных резиновых изделий.

Вариант 19

1. Отличительные особенности свойств бутадиен-стирольных каучуков, получаемых эмульсионной и растворной сополимеризации.

2. Вулканизация резиновых смесей на основе бутадиен-нитрильных каучуков. Свойства вулканизатов в зависимости от содержания в каучуке нитрила акриловой кислоты; области применения БНК. Гидрированные бутадиен-нитрильные каучуки.

3. Методы определения скорости и оптимума вулканизации резиновых смесей.

4. Предложить вулканизирующие агенты, позволяющие получить резины с повышенной теплостойкостью.

Вариант 20

1. Термоэластопласты (ТЭП): строение, получение и особенности переработки.

2. Бутадиен-нитрильные каучуки (БНК): получение, состав, строение, торговые марки. Влияние содержания акрилонитрила на технологические и технические свойства каучуков.

3. Влияние на стойкость резины к тепловому старению природы поперечных связей.

4. Предложить каучуки, на основе которых разрабатывается рецептура маслобензостойких резин.

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 2

Вариант 1

1. Роль ускорителей вулканизации в резиновых смесях. Классификация ускорителей по активности и по классам химических соединений.
2. Предложить наполнители для получения светлых и цветных резин.
3. Общие представления о старении эластомеров.
4. Ингредиенты, способствующие диспергированию коллоидной кремнекислоты в процессе смешения с каучуками общего назначения.

Вариант 2

1. Ускорители вулканизации из классов тиазолов: строение, механизм действия, дозировка в резиновых смесях, применение.
2. Особенности смешения коллоидной кремнекислоты с каучуком.
3. Виды старения резин в недеформированном (тепловое и световое) и деформированном (светозонное старение и утомление) состояниях.
4. Предложить ингредиенты, позволяющие интенсифицировать процесс пластикацию хлоропренового каучука.

Вариант 3

1. Ускорители вулканизации из класса дитиокарбаматов: строение, механизм действия, дозировка и применение в рецептурах резиновых и латексных смесей.
2. Характеристики технического углерода (дисперсность, структурность, удельная поверхность).
3. Современные представления о механизме старения каучуков и резин.
4. Предложить пластификаторы, позволяющие улучшить технологические свойства резиновых смесей на основе полярных каучуков и повысить морозостойкость резин с их применением.

Вариант 4

1. Ускорители вулканизации из класса тиурамсульфидов: строение, механизм действия, дозировка в резиновых смесях, применение.
2. Природные минеральные наполнители, их свойства и области применения.

3. Механизм защитного действия химических противостарителей.
4. Предложить наиболее целесообразные пластификаторы для рецептур резиновых смесей, используемых в шинном производстве.

Вариант 5

1. Ускорители вулканизации из класса сульфенамидов: строение, механизм действия, дозировка в резиновых смесях, применение.
2. Смещение технического углерода каучуком.
3. Атмосферное старение резин. Противостарители, применяемые для защиты резин от атмосферного старения: строение, дозировка
4. Антиреверсионные добавки: назначение, дозировки и области применения.

Вариант 6

1. Ускорители из класса гуанидинов: строение, механизм действия, дозировка в резиновых смесях, применение.
2. Выбор марки технического углерода. Оптимальное содержание технического углерода в эластомерных композициях.
3. Тепловое старение резин. Противостарители, применяемые для защиты резин от теплового старения: строение, дозировка.
4. Предложить ингредиенты, позволяющие повысить прочность связи в резино-металлокордных системах.

Вариант 7

1. Системы ускорителей, используемые при серной вулканизации резиновых смесей. Привести примеры.
2. Оксид цинка, оксид магния, фторид кальция: физико-химическая характеристика, применение в резиновой промышленности
3. Озонное старение резин. Противостарители, применяемые для защиты резин от озонного старения: строение, дозировка.
4. Предложить ингредиенты, повышающие когезионную прочность каучука СКИ-3.

Вариант 8

1. Влияние ускорителей на природу поперечных связей резин, образующихся при серной вулканизации.
2. Каолин, тальк, мел: назначение, физико-химическая характеристика, применение в резиновой промышленности.
3. Утомление резины при действии многократных деформаций. Противоутомители: строение, дозировка.

4. Предложить ингредиенты позволяющие повысить стойкость резин к реверсии.

Вариант 9

1. Критическая температура действия ускорителей. Дозировка ускорителей в резиновых смесях.

2. Bentonит, барит, гипс, диатанит, пемза: назначение, физико-химическая характеристика, применение в резиновой промышленности.

3. Влияние солей металлов переменной валентности на старение резин.

4. Предложить ингредиенты, позволяющие повысить прочность резинокордных систем.

Вариант 10

1. Особенности применения ускорителей в резиновых смесях на основе различных каучуков

2. Шунгитовые наполнители: марки, применение.

3. Привести примеры противостарителей для защиты белых и цветных резин от термоокислительного старения.

4. Оптимальные дозировки пластификаторов и общие представления о механизме их действия.

Вариант 11

1. Основные требования, предъявляемые к ускорителям серной вулканизации.

2. Коллоидная кремнекислота: марки, физико-химические показатели, применение.

3. Противостарители из класса ароматических аминов: строение, дозировки, сравнительная эффективность защитного действия.

4. Ускорители пластикации каучуков: строение, дозировка, механизм действия.

Вариант 12

1. Полуэффективные и эффективные вулканизирующие системы: состав, применение.

2. Влияние дисперсности и структурности технического углерода на процесс его диспергирования в каучуках с различной вязкостью по Муни.

3. Противостарители из класса замещенных фенолов: строение, дозировки, сравнительная эффективность защитного действия.
4. Пластификация каучуков. Пластификаторы и мягчители.

Вариант 13

1. Органические и неорганические активаторы вулканизации: назначение, дозировки.
2. Влияние технического углерода на свойства резиновых смесей и вулканизатов.
3. Физические антиозонанты: назначение, дозировка.
4. Выбор пластификаторов для каучуков в зависимости от их строения и свойств. Дозировка пластификаторов.

Вариант 14

1. Комбинации ускорителей различного типа и их влияние на кинетику вулканизации и свойства резин.
2. Марки технического углерода для рецептур резиновых смесей, применяемых для получения износостойких резин.
3. Противостарителей, применяемые для защиты темных резин от термоокислительного старения. Указать дозировку и объяснить выбор данных соединений.
4. Пластификаторы для бутадиен-нитрильных и фторкаучуков.

Вариант 15

1. Сравнительный анализ кинетики вулканизации резиновых смесей с сульфенамидными ускорителями и ускорителями класса тиазолов.
2. Марки технического углерода, применяемого в резиновой промышленности. Оптимум наполнения.
3. Старение резин под действием света. Противостарители, применяемые для защиты резин от светового старения: строение, дозировка.
4. Пластификаторы, повышающие клейкость резиновых смесей: свойства, применение.

Вариант 16

1. Замедлители подвулканизации, применяемые в промышленности и их содержание в резиновых смесях.
2. Физико-химические показатели технического углерода и их влияние на переработку каучуков, резиновых смесей и технические свойства вулканизатов.

3. Химические противостарители: механизм действия, дозировка в рецептурах резиновых смесей, совместное применение.

4. Синтетические продукты в качестве пластификаторов резиновых смесей: свойства, применение.

Вариант 17

1. Влияние активаторов вулканизации на структуру вулканизатов и физико-механические показатели резин.

2. Способы получения технического углерода и особенности свойств получаемых марок.

3. Совместное действие двух противостарителей.

4. Пластификаторы на основе продуктов переработки каменного угля и горючих сланцев: назначение, дозировка, влияние на свойства резиновых смесей и резин.

Вариант 18

1. Выбор ускорителей вулканизации при вулканизации резиновых смесей различного назначения.

2. Предложить марки технического углерода, применение которых позволяет получать резины с невысоким теплообразованием

3. Привести примеры системы противостарителей для защиты резин от теплового, озонного старения и утомления. Указать дозировку и объяснить выбор данных соединений.

4. Пластификаторы растительного происхождения: свойства, применение.

Вариант 19

1. Ускорители из класса альдегидаминов: строение, дозировка в резиновых смесях, применение.

2. Классификация наполнителей, используемых в резиновой промышленности. Классификация технического углерода, марки технического углерода и их обозначение

3. Механизм защитного действия химических противостарителей. Системы противостарителей, применяемые в промышленности

4. Пластификаторы нефтяного происхождения: назначение, дозировка, влияние на технологические свойства резиновых смесей и технические свойства резин.

Вариант 20

1. Совместное действие ускорителей серной вулканизации.
2. Модификация свойств резин при введении наполнителей
3. Методы определения влияния противостарителей на процесс окисления каучуков и резин.
4. Роль пластификаторов в резиновых смесях. Классификация пластификаторов и требования, предъявляемые к ним.

ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Корнев, А. Е. Технология эластомерных материалов / А. Е. Корнев, А. М. Буканов, О. Н. Шевердяев. – М.: ЭКСИМ, 2000. – 287 с.
2. Корнев, А. Е. Технология эластомерных материалов / А. Е. Корнев, А. М. Буканов, О. Н. Шевердяев. – М.: НППА «Истек», 2009. – 504 с.
3. Борзенкова А. Я. Каучуки общего и специального назначения: Тексты лекций по дисциплине «Технология эластомеров» для студентов специальности Т.15.02.00 (специализация Т.15.02.07). – Минск: БГТУ, 1997. – 106 с.
4. Шутилин, Ю. Ф. Справочное пособие по свойствам и применению эластомеров / Ю. Ф. Шутилин. – Воронеж: Воронеж. гос. технол. акад., 2003. – 871 с.
5. Шашок, Ж.С. Технология эластомеров: тексты лекций для студентов специальности 1-48 01 02 «Химическая технология органических веществ, материалов и изделий» специализации 1-48 01 02 05 «Технология переработки эластомеров» / Ж.С. Шашок, А.В. Касперович. – Минск: БГТУ, 2009. – 112 с.
6. Кошелев, Ф. Ф. Общая технология резины / Ф. Ф. Кошелев. – М.: Химия, 1978. – 528 с.
7. Захаров Н.Д., Белозеров Н.В., Черных З.В. и др. Лабораторный практикум по технологии резины. Основные свойства резин и методы их определения. –М.: Химия, 1976. –240 с.

Дополнительная

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. 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. 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.
5. Куперман, Ф. Е. Новые каучуки для шин: приоритетные требования: методы оценки / Ф. Е. Куперман. – М.: НИИШП, 2005. – 329 с.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1. ПРОГРАММА УЧЕБНОГО КУРСА.....	4
2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ.....	7
3. КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ.....	16
ЛИТЕРАТУРА.....	29

Учебное издание

Шашок Жанна Станиславовна
Усс Елена Петровна

ТЕХНОЛОГИЯ ЭЛАСТОМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ

Программа, методические указания и контрольные задания

Редактор
Компьютерная верстка
Корректор

Издатель:
УО «Белорусский государственный технологический университет».
ЛИ № 02330/0549423 от 08.04.2009
ЛП № 02330/0150477 от 16.01.2009.
Ул. Свердлова, 13а, 220006, г. Минск