**Раздел I. ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ**

**Тема 3.2. Резина и технические изделия на основе резины.**

**Занятие №1.**

**Учебные вопросы:**

1. Общие сведения о резине. Основные свойства резины

2. Компоненты резиновой смеси. Технология изготовления резиновых смесей

3. Применение резинотехнических изделий

4. Особенности хранения резинотехнических изделий

**1. Общие сведения о резине. Основные свойства резины**

Резинами называют сложные смеси, в которых основным компонентов является продукт вулканизации каучука. Кроме каучука в состав резины входят вулканизатор, ускоритель вул­канизации, наполнители, пластификаторы, противостарители, красители и др.

Резина обладает следующими свойствами:

* высокая упругость;
* способна поглощать вибрации;
* хорошая сопротивляемость истиранию;
* сопротивляемость многократному изгибу;
* газо- и гидронепроницаема;
* стойка против воздействия масел, жидкого топлива;
* является диэлектриком.

К недостаткам резины следует отнести старение — изменение физико-механических свойств под действием атмосферных условий.

Основными параметрами резины, характеризующими ее физико-механические свойства, являются:

* предел прочности;
* относительное удлинение в момент разрыва;
* относительное остаточное удлинение;
* твердость (резина условно подразделяется по степени твердости на мягкую — М, средней твердости — С, повышенной твердости — П);
* коэффициент старения резины (отношение величины относительного удлинения при разрыве образца после нагрева к его первоначальному относительному удлинению), определяемый методом Гира — нагреванием образца в термошкафу в течение 144 ч при температуре 70°С;
* коэффициент морозостойкости (отношение удлинения образца при замораживании к удлинению при нормальной температуре), измеряемый при одинаковом напряжении; морозостойкость также определяют по наивысшей температуре охлажденного образца, при которой образец разрушается под ударной нагрузкой;
* стойкость резин к различным жидкостям, определяемая по изменению массы стандартного образца после выдерживания его 24 ч в данной жидкости.

**2. Компоненты резиновой смеси. Технология изготовления резиновых смесей**

**Каучук** — это натуральный (НК) или синтетический (СК) полимер, имеющий линейную структуру.

Натуральный каучук представляет собой упругую эластичную массу светло- или темно-коричневого цвета с удельным весом 0,9 г/см3. При нагреве до 50—70°С натуральный каучук размягчается, но при охлаждении вновь становится упругим. Нагрев каучука до 200—230°С вызывает его необратимый переход в жидкую смолообразную массу, не затвердевающую при охлаждении. Получают натуральный каучук из млечного сока (латекса) каучуконосных растений, а синтетический — полимеризацией или сополимеризацией. Сырьем для получения синтетического каучука является спирт или нефть.

Синтетические каучуки можно разделить на две группы: универсальные (бутадиеновый, бутадиенстирольный, бутадиен-нитрольный, изопреновый) и специальные, предназначенные для работы в особых условиях (бутадиеннитрильный, хлоропрено-вый, силиконовый, полисульфидный).

**Бутадиеновый каучук (СКБ)** является продуктом полимеризации бутадиена в присутствии металлического натрия. Резины на основе бутадиенового каучука отличаются меньшей эластичностью и морозостойкостью, но более высокой прочностью на истирание и большей топлостойкостью, чем резины на основе натурального каучука. Бутадиеновый каучук применяют в резиновых смесях, предназначенных для изготовления уплотнителей, прокладок, ковриков, протекторов топливных баков.

**Бутадиенстирольный каучук** **(СКС)** является продуктом полимеризации бутадиена и стирола. Бутадиенстирольный каучук менее прочен, чем натуральный, но прочнее, чем бутадиеновый, отличается от натурального большей стойкостью к истиранию, не уступая при этом в прочности. Бутадиенстирольный каучук обладает хорошей морозостойкостью. Для повышения эластичности в него вводят минеральные масла. Из бутадиенстирольных каучуков изготавливают покрышки, камеры, уплотнители и амортизаторы.

**Изопреновый каучук (СКИ)** по составу, структуре и эластическим свойствам весьма сходен с натуральным. Получают его полимеризацией изопрена в присутствии лития, литийорганических соединений. По своим эластическим свойствам он близок к натуральному каучуку.

**Бутадиеннитрильный каучук (СКН)** получают при совместной полимеризации бутадиена и нитрила акриловой кислоты. С повышением содержания нитрила акриловой кислоты увеличивается его стойкость к разрушающему действию топлива и масел, но уменьшается морозостойкость. Из резиновых смесей на основе бутадиеннитрильного каучука изготавливают бензостойкие изделия — тару для масел и топлива, уплотнительные прокладки. Благодаря высокой теплостойкости их применяют для изготовления деталей, работающих при температурах до 140°С.

**Хлоропреновый каучук** является продуктом полимеризации хлоропрена или его сополимеров с другими мономерами (стиролом). Особенностью хлоропреновых каучуков является их высокая свето- и озоностойкость, огнестойкость и повышенная стойкость к действию топлив и масел. Недостатком хлоропреновых каучуков является их высокий удельный вес (1,25), тогда как обычные каучуки имеют удельный вес меньше единицы. Хлоропреновые каучуки используют для производства ремней транспортных лент и других деталей, в которых они в значительной степени превосходят натуральные каучуки. Хлоропреновые каучуки применяют как изоляционный материал в кабельной промышленности.

**Силиконовый каучук (СКТ)** представляет собой полисилоксановый, или кремнийорганический каучук, полученный на основе кремнийорганических соединений.

Силиконовый каучук обладает очень высокой тепло- и морозостойкостью (от минус 60 до 250—300°С), а также стойкостью к озону и ультрафиолетовым лучам.

**Полисульфидный каучук (тиокол)** получают поликонденсацией хлоропроизводных, например дихлорэтана с многосернистым натрием — тетрасульфидом натрия. Полученный тиокол обладает высокой стойкостью по отношению к топливам и маслам. Недостатками тиоколов является малая прочность, затвердевание при высокой температуре, неприятный запах. Тиоколы применяют для изготовления бензо- и маслобаков, а также уплотнительных материалов в виде паст и замазок.

В обычных условиях каучуки находятся в вязкотекучем или высокопластичном состоянии. Для повышения прочности и уменьшения хладотекучести их подвергают специальной обработке — вулканизации, при которой образуется сетчатая структура. Кроме вулканизатора в резиновую смесь для приготовления из нее изделий вводят наполнители, мягчители, пластификаторы, противостарители, ускорители.

**Вулканизирующие вещества** — (сера, полухлористая сера, тиурам) применяются для повышения эластичности, прочности и для понижения растворимости резины в органических растворителях.

Наиболее распространенными вулканизирующими веществами являются сера и органические перекиси. Пластичность резиновых изделий зависит от количества вводимого вулканизатора. В резиновые смеси, предназначенные для переработки их в резину, вводят 0,5—5% серы, в сырье резины, предназначенное для переработки в твердую резину (эбонит), — 30—35% серы.

**Наполнители** — (сажа, каолин, мел, окись цинка, гипс, асбест, регенерат, и др.) применяются для удешевления резины и повышения механических свойств резины. Наилучшим наполнителем является ***регенерат*** — продукт переработки старых резиновых изделий и отходов резинового производства.

Наполнители подразделяют на активные и неактивные. Для повышения прочности резины в нее вводят активные наполнители: сажу, окись кремния или титана (45—60%). Введение сажи повышает прочность резины в 8—10 раз. При введении сажи в бутадиеновый каучук прочность вулканизаторов повышается в 10—15 раз. В силиконовый каучук вводят окись кремния и окись титана, в натуральный каучук — окись цинка. Введение активных наполнителей особенно важно для синтетических каучуков, обладающих низкой прочностью. В качестве наполнителя применяют также ткани (корд, рукавные ткани), мел, тальк, барат, металлические элементы (кольца, сетки, проволоку и т.д.). Наилучшее сцепление происходит у резины с ла-тунью, поэтому при армировании резины другими металлическими элементами их необходимо предварительно латунировать. Для улучшения сцепления резины с металлическими наполнителями последние можно покрывать специальными клеями.

**Смягчители и пластификаторы** — (стеариновая кислота, парафин, вазелиновое масло, некоторые растительные масла, сосновая смола и др.) применяют для облегчения смешивания каучука с другими компонентами и для придания морозостойкости и пластичности.

Смягчители и пластификаторы используют для облегчения смешивания компонентов и ускорения приготовления резиновых смесей (2—5%). Мягчители облегчают также адгезию каучука к тканям, способствуют лучшему формозаполнению, повышают морозостойкость и эластичность, уменьшают окисляемость, понижают, горючесть. Пластификаторы повышают эластичность резины, но снижают ее прочность. В качестве мягчителей и пластификаторов применяют дибутилфталат, парафин, церезин, трикрезилфосфат, вазелин, стеариновую и олеиновую кислоты, канифоль.

**Противостарители** — (воск, парафин, неозон Д и др.) предохраняют резину от быстрого старения. Также в качестве противостарителей используют: церезин, фенолы.

**Ускорители вулканизации** — (окись свинца, окись магния, тиурам и др.) применяют для сокращения времени и понижения температуры вулканизации.

Для ускорения реакции взаимодействия каучука с серой, а также для сокращения времени и снижения температуры вулканизации в резиновые смеси вводят ускорители. В качестве ускорителей применяют тиурам и кантакс (0,5—5%). Эффективность действия ускорителей повышается при наличии веществ, называемых активаторами.

**Красители** — (охра, сажа, окись цинка, и др.) применяют для придания соответствующего цвета.

**Технология приготовления резиновых смесей**

Процесс изготовления резиновых изделий состоит из трех операций: приготовление резиновых смесей, формование и вулканизация.

Для получения резиновой смеси исходные ингредиенты (мягчители, противостарители, наполнители, вулканизаторы, инициаторы) смешивают на вальцах или в специальных резино-смесителях. Подготовленную смесь пропускают через каландры, состоящие из 3—5 валков. Качество резиновых изделий зависит от равномерного распределения ингредиентов в каучуке и соблюдения оптимальных режимов смещения. Ингредиенты предварительно подготавливают и удаляют влагу. При введении серы в резиновую смесь температура смеси не должна быть выше 115°С, т. е. не выше температуры плавления серы.

Приготовление смеси производят в следующем порядке: сначала в смесь вводят твердые мягчители, а затем жидкие, что способствует их лучшему распределению по объему. После перемешивания в смесь вводят усилители и наполнители. Перед обработкой резиновой смеси ее нагревают до температуры 70—80°С пропусканием через горячие вальцы, затем производят листование резины на трехвалковом листовальном каландре. Если резиновые изделия армируются тканью, то применяют два способа подготовки резиновой смеси — напрессовку и пропитку.

При первом способе подготовки листы резиновой смеси накладывают на ткань, а затем пропускают через специальные каландры. При втором способе ткань пропитывают резиновой смесью и сушат. Для изготовления из резины изделий большой толщины склеивают несколько слоев таких полос.

Переход резины в термореактивное состояние осуществляется в процессе изготовления готовых изделий. Этот процесс называют вулканизацией. При вулканизации каучук реагирует с каким-либо двухвалентным веществом (преимущественно с серой). В результате вулканизации происходит сшивание отдельных макромолекул между собой атомами серы.

**3. Применение резинотехнических изделий**

Богатый ассортимент изделий из резины применяют практически во всех отраслях народного хозяйства. Каждый тип резины удовлетворяет определенным требованиям. Теплостойкая резина должна быть работоспособной в воздушной среде до 90°С, а в среде водяного пара — до 140°С. Морозостойкая резина должна сохранять свои свойства до минус 45°С. Любая резина должна быть термостойкой от минус 30 до 50°С.

Изделия общего назначения изготавливают из технической листовой резины. Широкое распространение получили выполненные из резины покрышки, шины, приводные ремни, уплотнительные манжеты, транспортные ленты, изоляционные трубки, амортизаторы, прокладки, мембраны и другие изделия, используемые в различных машинах, агрегатах и в быту. Для защиты металлических изделий от коррозии и повышения их износостойкости резину наносят тонким слоем на металлические поверхности. Для образования резиновых покрытий (гумирования) на металлические поверхности предварительно наносят тонкий слой каучукового клея, затем накладывают сырую календрованную резину и подвергают ее вулканизации путем нагрева. Кроме того, на металлические поверхности резиновое покрытие можно наносить распылением, погружением в смесь, кистью и электрофоретическим способом.

С течением времени резина подвергается старению в результате высокой температуры и резкого ее изменения, влияния солнечных лучей и кислорода воздуха, нефтепродуктов, кислот и щелочей.

Учитывая ценные свойства, резина получила широкое применение в авиастроении. Из неё изготовляют:

* пневматики колёс;
* резиновые рукава (шланги);
* мягкие топливные баки;
* амортизаторы;
* профили резиновых прокладок;
* шланги герметизации кабин и т. д.

**4. Особенности хранения резинотехнических изделий**

Резиновые изделия должны храниться в помещении на деревянных стеллажах на расстоянии не менее 1 м от отопительных сооружений при температуре воздуха 5—15°С и влажности 40—60%.Окна должны быть защищены от попадания дневного света и солнечных лучей.

Покрышки должны быть установлены на ребро в вертикальном положении. Периодически покрышки необходимо переворачивать для изменения точек опоры.

Камеры должны храниться в надутом состоянии ниже нормального давления. При хранении камер в сложенном состоянии линии сгиба должны периодически меняться. Резиновые изделия необходимо пересыпать тальком.