



## Свойства резин на основе каучуков различных типов

Как известно, основой резины служит каучук, натуральный или синтетический, который определяет основные свойства резинового материала. Однако, при технологическом процессе изготовления резиновой смеси – вулканизации - «сшивание» молекул каучука в единую пространственно-сетчатую структуру происходит за счёт их химического взаимодействия с вулканизирующими реагентами (чаще всего серой), а также противостарителями, пластификаторами, наполнителями, красителями. Путём выбора оптимального вида исходного сырья, добавления в рецептуру различных ингредиентов и грамотного подбора режима вулканизации можно существенно воздействовать на физико-механические свойства резиновой смеси.

Давайте разберёмся какие группы резин можно выделить и какие ингредиенты в составе обеспечивают им те или иные свойства.

По назначению резины подразделяют на резины общего назначения и резины специального назначения. Изделия из резин общего назначения реализуют основной признак резины – высокую эластичность. Они могут работать в среде воздуха, воды, слабых растворов кислот и щелочей. Интервал рабочих температур составляет от —35 до 130 °С, а условия эксплуатации не предполагают воздействие агрессивных сред.

К группе резин общего назначения относят резины, изготовленные путём вулканизации неполярных каучуков\*: РСС, СКИ, СКС, СКМС, БСК и т.д. (\*здесь и далее в тексте используется обозначение марки каучука).

Натуральный каучук является природным полимерным материалом, который получается посредством осаждения из млечного сока дерева - Бразильской гевеи. Будучи полимером, он состоит из макромолекул, которые можно представить в виде нитей, хаотично переплетённых и расположенных друг относительно друга. Кроме этого, макромолекулы находятся в постоянном движении. Такой материал не имеет надёжной постоянной структуры, и первые изделия из него становились липкими при теплой погоде и затвердевали и трескались на морозе. Решением этой проблемы стало открытие в 1840-х годах процесса, названного серной вулканизацией. Это событие по праву считается рождением резиновой промышленности.

Суть процесса вулканизации заключается в создании химических связей между макромолекулами каучука с применением природной элементарной серы, в результате чего получается материал с фиксированной пространственной структурой, известный нам как резина.

Долгое время зависимость от импорта натурального каучука являлась существенным ограничением для развития промышленного производства резинотехнических изделий, особенно в России. Импортный натуральный каучук был невероятно дорог, а климатические условия нашей страны не позволяли выращивать Бразильскую гевею. Поэтому изобретение в СССР в 1926 году метода промышленного получения синтетического каучука стало мировым прорывом в резиновой промышленности. В 1932 году ленинградский завод «Красный треугольник» первым в мире начал выпуск изделий из синтетического каучука.

Из современных синтетических каучуков самым близким к натуральному по строению, химическим и физико-механическим свойствам является изопреновый синтетический каучук **СКИ**.



*Фото 1. Каучук СКИ*

Самые распространённые каучуки общего назначения - бутадиен-стирольный **БСК (СКС)** и бутадиен-метилстирольный **СКМС** - являются продуктом сополимеризации бутадиена и стирола или метилстирола. Свойства таких каучуков в значительной мере зависят от процентного содержания стирола. Чем меньше содержание стирола, тем ниже плотность, прочность при растяжении, сопротивление раздиру и истиранию, и тем выше морозостойкость и эластичность.

Более половины мирового производства синтетического каучука приходится на бутадиен-стирольный каучук **БСК (СКС)**, а самой широко применяемой в рецептуре резиновых смесей для производства конвейерных лент является каучук **СКС-30 АРКМ-15**, представляющий из себя маслонаполненный бутадиен-стирольный каучук, характеризующийся хорошей технологичностью и высокими физико-механическими свойствами резин, получаемых на его основе. Первые цифры в обозначении марки (30) показывают содержание стирола в процентах от общего содержания мономеров в исходной смеси, используемой при полимеризации. Буква А указывает на низкотемпературную полимеризацию, Р – на наличие регулятора, К – на канифольный эмульгатор, М – на содержание масла в процентах от массы каучука (15).



*Фото 2. Каучук СКС-30 АРКМ-15*

Каучуки специального назначения обладают свойствами, обеспечивающими работоспособность изделий в специфических, часто экстремальных условиях: тепло- и морозостойкость (способность сохранять высокую эластичность в широком диапазоне температур), износостойкость, стойкость к воздействию агрессивных сред. Заданные показатели резин - термостойкость, износостойкость, маслобензостойкость, усталостная выносливость и прочие - обеспечиваются техническими свойствами каучука.

«Всякая новая форма синтетического каучука, — писал ещё в начале XX века учёный-химик и основоположник промышленного способа получения синтетического каучука Сергей Васильевич Лебедев, — приносит с собою новый комплекс свойств, которых нет ни у природного каучука, ни у других синтетических каучуков». Сегодня производители резинотехнических изделий имеют возможность выбирать и усиливать необходимые свойства готовых изделий путём выбора и комбинации широкого ассортимента современных синтетических каучуков.

В частности, для изготовления морозостойких резин используются каучуки с низкой температурой стеклования: бутадиен-стирольные **БСК (СКС)** из группы общего назначения, а также бутадиеновые **СКД**, относящиеся к каучукам специального назначения.

Табл. 1. Свойства каучуков различных типов, применяемых при производстве конвейерных лент

Наименование и обозначение каучука	Температурный интервал эксплуатации, °С	Стойкость к действию растворителей			Озоностойкость	Атмосферостойкость	Адгезия к металлам	Антикоррозионные свойства	Электроизоляционные свойства	Сопротивление раздиру	Сопротивление истиранию	Специальные свойства
		алифатических	ароматических	воды								
Каучуки общего назначения												
Натуральный (РСС)	От -60 до +60	Н	Н	С	Н	Д	У	В	В	С	В	Высокие эластичность и сопротивление истиранию
Синтетический изопреновый (СКИ)	От -60 до +60	Н	Н	С	Н	Д	У	У	У	С	В	Высокие эластичность и сопротивление истиранию
Бутадиен-стирольный (БСК (СКС))	От -50 до +50	Н	Н	У	Д	У	У	В	В	У	В	Удовлетворительная эластичность, высокое сопротивление истиранию
Каучуки специального назначения												
Бутадиеновый (СКД)	От -80 до +80	Н	Н	Н	Н	Д	У	У	У	С	НВ	Высокая морозостойкость, очень высокое сопротивление истиранию
Этиленпропиленовый каучук (СКЭП(Т))	От -50 до +200	Н	Н	С	В	В	Н	В	В	У	В	Высокая теплостойкость, озоно- и атмосферостойкость, химическая стойкость
Хлоропреновый каучук (наирит, неопрен, скайпрен)	От -35 до +120	У	У	Д	У	У	В	Д	Д	У	С	Огнестойкость, теплостойкость, маслобензостойкость, озоностойкость
Бутадиен-нитрильный каучук (БНКС)	От -40 до +140	У	У	С	Д	Д	В	В	У	У	С	Маслобензостойкость

Условные обозначения:

- НВ** – наивысшая
- В** – высокая
- С** – средняя
- У** – удовлетворительная
- Д** – допустимая
- Н** – низкая

В одной рецептуре резиновой смеси может присутствовать от одной до четырёх различных марок каучука, и свойства одного из них могут комбинироваться либо дополняться свойствами другого для получения максимального эффекта. Так, бутадиен-стирольный каучук **БСК (СКС)** часто соединяется с бутадиеновым каучуком **СКД** для повышения свойств морозостойкости и сопротивления истиранию. Такая рецептура применяется, например, в обкладочных резиновых смесях **HWR/R** для морозостойких конвейерных лент с повышенной износостойкостью.



*Фото 3. Каучук СКД*

Обкладочные резины для конвейерных лент с повышенной теплостойкостью, в том числе лент типа 2Т4, предназначенных для транспортировки материалов с температурой до + 300 °С, изготавливаются с использованием этиленпропиленового каучука **СКЭП(Т)** (международное обозначение ЕРМ (EPDM)). Такие каучуки характеризуются также наличием комплекса ценных свойств: озоностойкость и стойкость к погодным воздействиям, химическая стойкость к неорганическим жидкостям, таким, как кислоты, щелочи и спирты. Каучуки **СКЭП(Т)**, помимо высокой устойчивости к тепловому старению, обладают отличными электрическими, изоляционными и диэлектрическими свойствами. Безусловно, есть у них и свои недостатки: низкая адгезия, а также масло- и огнестойкость. Для устранения нежелательных свойств каучуки **СКЭП(Т)** в рецептуре резиновых смесей применяют в комбинации с другими типами каучуков.

Хлоропреновый каучук, выпускаемый под марками **наирит**, **неопрен**, **скайпрен**, не горюч, поэтому используется в обкладочных резиновых смесях для шахтных трудногораемых конвейерных лент, работающих в подземных выработках и на поверхности шахт, в том числе, опасных по газу и пыли. Помимо негорючести, хлоропреновый каучук обладает стойкостью к атмосферным воздействиям и различным маслам. Широкий ассортимент маслостойких и теплостойких изделий, защитная одежда, обложка химических аппаратов и многие другие специальные РТИ с успехом изготавливаются из хлоропренового каучука.

Рецептура маслобензостойких резин включает в себя, помимо полихлоропреновых каучуков, бутадиен-нитрильный каучук **БНКС**, обладающий высокой стойкостью к воздействию масел и других агрессивных веществ.



*Фото 4. Каучук БНКС*

Несмотря на широкое разнообразие каучуков, «прозрачность» информации по их химическому составу и основным свойствам, выбор каучуков для рецептур резиновых смесей напрямую зависит от профессионализма технологов и готовности производителей к экспериментированию.

Знание технологических и технических свойств каучуков позволяет получать резиновые смеси и, как следствие, готовую продукцию, максимально отвечающую требованиям заказчика. Несмотря на устоявшиеся ограничения, чётко разделяющие конвейерные ленты по видам, возможно изготовление конвейерной ленты, обладающей свойствами разных видов одновременно, например: трудновоспламеняемость и устойчивость к агрессивным средам (масла, кислоты), морозостойкость и износостойкость и проч. При этом существенное улучшение эксплуатационных характеристик достигается при умеренном увеличении стоимости готового изделия.



**RubberLab**

[www.krastr.ru/rubber-lab](http://www.krastr.ru/rubber-lab)

тел.: (812) 495-94-00

E-mail: [marketing@krastr.ru](mailto:marketing@krastr.ru)