

ББК 6П7.54
Т384
УДК 678.074 (075.8)

Авторы: Ю. О. Аверко-Антонович, Р. Я. Омельченко,
Н. А. Охотина, Ю. Р. Эбич

Рецензенты: проф. А. Е. Корнев, канд. техн. наук А. М. Буканов (МИТХТ им. М. В. Ломоносова); д-р техн. наук О. Б. Третьяков (НИИШП); канд. техн. наук Ю. Н. Городничев (ВНИИЭМИ); канд. техн. наук В. Д. Меерсон (НИИР).

Т384 **Технология** резиновых изделий: Учеб. пособие для вузов/
Ю. О. Аверко-Антонович, Р. Я. Омельченко, Н. А. Охотина,
Ю. Р. Эбич/Под ред. П. А. Кирпичникова.— Л.: Химия,
1991.— 352 с.: ил.
ISBN 5—7245—0614—9

Описана современная технология пневматических шин, резинотехнических изделий различного назначения, резиновой обуви. Особое внимание уделено прогрессивным конструкциям изделий и технологическим процессам, позволяющим снизить материалоемкость изделий, уменьшить отходы производства и повысить производительность труда, а также автоматизации процессов.

Для студентов химико-технологических вузов, специализирующихся в области химии и технологии переработки эластомеров. Полезно инженерно-техническим работникам, связанным с производством резиновых изделий различного назначения.

Т $\frac{2804080000-096}{050(01)-91}$ 96—91

ББК 6П7.54

ISBN 5—7245—0614—9

© Ю. О. Аверко-Антонович, Р. Я. Омельченко, Н. А. Охотина, Ю. Р. Эбич, 1991

ПРЕДИСЛОВИЕ

При подготовке инженеров по технологии переработки эластомеров (специализация 25.06.02) курс «Технология резиновых изделий» является основополагающим. Между тем до настоящего времени не было единого учебника или учебного пособия для студентов вузов, отражающего современное состояние этой своеобразной технологии. В настоящем пособии авторы попытались изложить все охватываемые программой проблемы, основываясь на многолетнем опыте преподавания этой дисциплины в Казанском и Днепропетровском химико-технологических институтах. Пособие направлено на формирование у будущего специалиста общего подхода и воззрений на современную технологию переработки эластомеров в изделия, понимание взаимосвязи отдельных ее стадий.

Учитывая разнообразие и быстрое обновление конкретных технологий отдельных процессов, а также наличие «Альбома технологических схем основных производств резиновой промышленности» (М.: Химия, 1980), авторы старались отразить в пособии наиболее важные, основополагающие вопросы, лишь в отдельных случаях прибегая к описанию конкретных схем. В пособии нашли отражение достижения технологии переработки эластомеров за последние 10—15 лет: широкое вовлечение в производство новых материалов, контроль и управление процессами с помощью ЭВМ, модернизация технологического оборудования, применение поточных автоматизированных линий и промышленных роботов. Уделено внимание и таким актуальным проблемам, как защита окружающей среды, переработка отходов, возможности снижения затрат материалов и энергоносителей.

Авторы выражают свою признательность работникам головных научно-исследовательских и проектных институтов и предприятий отрасли за содействие в подборе материала для написания пособия. С большой благодарностью авторы приняли рецензии А. Е. Корнева и А. М. Буканова (МИТХТ им. М. В. Ломоносова), О. Б. Третьякова (НИИШП), Ю. Н. Городничева (ВНИИЭМИ) и В. Д. Меерсона (НИИР); детальный и высококвалифицированный анализ рукописи позволил избежать многих неточностей. Авторы отдают себе отчет, что первая попытка написания подобного пособия не может быть совершенной и с благодарностью примут все замечания и пожелания читателей.

ВВЕДЕНИЕ

Уникальные конструкционные свойства резины предопределили столь широкое ее применение в самых различных отраслях хозяйства и в быту, что по уровню развития резиновой промышленности в стране можно судить о состоянии ее тяжелой индустрии (и прежде всего — машиностроительных отраслей). Чем сложнее и совершеннее техническое устройство, тем больше в нем использовано резиновых деталей. Так, в автомобиле типа «Камаз» применяется более 1000 резиновых изделий, в современном самолете — 10—12 тыс., морском судне — до 30 тыс., АЭС — 50 тыс.

К резиновой промышленности относятся производства шин, резинотехнических и асбестотехнических изделий, резиновой обуви, изделий народного потребления, шиноремонтные. На долю резиновой промышленности приходится около 40 % от суммарной валовой продукции нефтепереработки и нефтехимии, при этом на производство шин — более 15 %.

Шинная промышленность. Главное народнохозяйственное значение шинной промышленности заключается в том, что от качества ее продукции заметно зависит развитие таких ключевых отраслей, как автотракторная промышленность, автотранспорт, авиация, сельское хозяйство, строительство и др. Совокупность технических свойств шины как одного из важнейших конструктивных элементов машины непосредственно определяет скоростные и нагрузочные параметры автомобилей и других наземных транспортных средств, безопасность движения, проходимость в тяжелых условиях, эффективность работы тракторов, комбайнов и других сельскохозяйственных и строительно-дорожных машин, скорость взлета и грузоподъемность самолетов и т. д.

В стоимости автомобиля и его эксплуатации на шины приходится 30—50 %. Объемы, темпы развития и динамика структуры производства шин находятся в корреляционной зависимости от состояния и перспектив производства и наличия парка автомобилей и других машин в стране.

Шинная промышленность предопределяет развитие таких отраслей промышленности, как производство синтетического каучука, технического углерода, корда, химических добавок и т. п., продукцию которых она потребляет. Эта промышленность характеризуется сложной системой межотраслевых связей с многочисленными отраслями — поставщиками сырья и оборудования и потребителями (машиностроение, транспорт, сельское хозяйство и др.). На предприятиях отрасли выпускается несколько сот типоразмеров шин разного назначения для различных видов техники. Новые шинные заводы представляют собой крупные промышленные

предприятия с высокой степенью механизации и автоматизации производства. В промышленности накоплен большой научно-технический потенциал, являющийся надежной основой для дальнейшего технического прогресса в отрасли и успешного выполнения стоящих перед ней задач. Шинная промышленность страны характеризуется высокой степенью концентрации производства: около 70 млн. штук шин в год выпускается на 18 заводах.

Промышленность резинотехнических изделий и резиновой обуви. Рост механизации производственных процессов в добывающей и обрабатывающей промышленности, развитие транспорта и сельского хозяйства обуславливают все увеличивающийся спрос на высокопрочные конвейерные ленты, приводные ремни, маслостойкие рукава, антивибрационные резиновые и резинотехнические прокладки, эластичные и гибкие соединения для движущихся деталей механизмов, трубопроводов и другие резинотехнические изделия (РТИ). Отличительной особенностью производства РТИ является чрезвычайно широкий ассортимент (около 100 тыс. наименований), поскольку изделия находят применение практически во всех сферах деятельности современного общества. В связи с быстро растущими требованиями к РТИ решается комплекс сложных научно-технических задач, включающий наряду с использованием новых полимеров разработку специфических способов создания эластомерных композиционных материалов, высокомеханизированных и автоматизированных процессов, более совершенных конструкций и методов продления срока службы изделий путем дополнительной обработки (модификации и ремонта). В настоящее время РТИ выпускают около 50 специализированных предприятий, при этом новые заводы, введенные в строй в последнее десятилетие (Ангрен, Балаково, Барнаул, Караганда и др.), используют современную технологию и оборудование, на остальных заводах проводятся реконструкция и модернизация отдельных производств.

Производство товаров культурно-бытового назначения включает помимо резиновой обуви разнообразные изделия для повседневного обихода, спорта, туризма, санитарно-гигиенических целей и т. д. Ассортимент их непрерывно расширяется, а объем производства растет опережающими темпами по сравнению со всей продукцией отрасли. В СССР резиновую обувь выпускают более 50 предприятий, на которых освоены все технологические методы производства обуви, имеющиеся в мировой практике. В настоящее время приоритетное развитие получают наиболее прогрессивные методы производства: литье под давлением из термопластичных материалов и резиновых смесей, жидкое формование из олигомерных композиций и пластизолей ПВХ. Научные разработки в области производства обуви из полимерных материалов направлены на замену многостадийных технологических процессов с большой долей ручных операций высокопроизводительной авто-

матизированной малоотходной технологией. Все большее применение находят полимерные композиции на основе термоэластопластов, олигомеров, пригодные для высокопроизводительных технологических процессов.

Технический прогресс в резиновой промышленности. Основные направления дальнейшего развития отрасли связаны с некоторыми особенностями развития резиновой промышленности в СССР.

Прежде всего отечественная технология базируется в основном на синтетических каучуках (свыше 90 %), тогда как в целом в мире $\frac{1}{3}$ потребляемых каучуков составляет натуральный. В связи с тем что синтетический изопреновый каучук СКИ-3 по ряду показателей не достигает уровня натурального, при построении рецептур резиновых смесей оказывается необходимым использовать ряд модификаторов различного назначения. Разработка и применение новых типов полимеров и более эффективных добавок является важнейшим направлением повышения качества и долговечности резиновых изделий.

Резиновая промышленность страны дважды (в гражданскую и Великую отечественную войны) разрушалась практически до нуля и затем в короткие сроки восстанавливалась. Однако состояние машиностроительного комплекса не давало возможности оснастить заводы наиболее прогрессивным и производительным оборудованием. Практикуемые закупки передового импортного оборудования и технологий позволяют выйти на мировой уровень, но не превзойти его. Поэтому важным направлением научно-технического прогресса является усиление конструкторских организаций и создание новых мощностей в машиностроении, чтобы на основе научных разработок организовать выпуск отечественного оборудования, не уступающего лучшим мировым образцам.

Первоочередное развитие тяжелой промышленности в нашей стране отразилось на ассортименте шин и РТИ. Так, в СССР около 75 % выпускаемых шин — это шины для грузовых автомобилей, автобусов и других тяжелых транспортных средств, и только 25 % — для легковых автомобилей, тогда как в США соотношение примерно обратное (20 и 80 %). Поэтому более современные конструкции шин, новые материалы, технологии и оборудование чаще всего используются сначала в производствах грузовых покрышек. В результате улучшения качества ходимость шин в 11-й пятилетке увеличилась на 7 % и в 12-й — планировалось повысить ее на 10 %. Программой химизации народного хозяйства СССР до 2000 года предусматривается довести долю покрышек радиальной конструкции до 72—75 % для грузовых и до 87—90 % для легковых, а долговечность РТИ увеличить в 1,6—2 раза.

Особенностью резиновой промышленности является высокая стоимость применяемого сырья, чаще всего являющегося продуктом других отраслей химической и нефтехимической индустрии. Доля труда работников самой резиновой промышленности в себе-

стоимости важнейших изделий составляет всего 6—7 %. Поэтому огромное значение имеют экономия сырья и материалов, разработка безотходных технологий, продление сроков эксплуатации изделий и возможность их ремонта. Во всех странах серьезное внимание уделяется развитию шиновосстановительных производств, и в нашей стране к 2000 году планируется до 20 % потребности в автопокрышках удовлетворить за счет восстановления и ремонта изношенных и поврежденных.

Технический прогресс в любой отрасли невозможен без развития фундаментальных и прикладных исследований. В СССР центрами научных работ являются отраслевые институты (НИИШП, ВНИИЭМИ, НИИР, НИИКГШ и др.), часто работающие совместно с академическими НИИ и вузовскими лабораториями. Можно сформулировать три главных направления исследований: 1) физико-химическое, рассматривающее вопросы теории вулканизации, взаимодействия эластомера с активным наполнителем, старения и стабилизации, структуры каучуков и резин, связи между структурой и свойствами, углубляющее теорию эластичности; 2) физико-механическое, изучающее резину как конструкционный материал, ее механические свойства и теорию работы важнейших изделий, режимы напряжения резин, резинотканевых и резинометаллических композитов, методы их испытаний; 3) технологическое, связанное с разработкой процессов и оборудования для изготовления резиновых изделий.

Интенсификация производственных процессов в резиновой промышленности возможна на основе общих для всей промышленности факторов (экономический, организационно-технический, социальный и т. п.). Специфические факторы связаны с характерными для отрасли технологическими процессами. При сохранении существующей технологии к интенсификации процессов приводят улучшение условий теплообмена, сокращение продолжительности отдельных операций, использование аппаратов большей единичной мощности, уменьшение отходов производства. Перспективными новыми технологическими процессами, такими как литье изделий из олигомерных композиций, использование порошкообразных каучуков, замена периодических процессов на непрерывные (если это возможно) или поточно-механизированные. Трудности комплексной механизации и автоматизации процессов резиновой промышленности связаны с дискретностью подавляющего большинства производств. Для таких процессов перспективна разработка роботизированных технологических комплексов с широким использованием микропроцессорной техники и ЭВМ.

Основные пути совершенствования резиновых изделий. Развитие современной резиновой промышленности характеризуется следующими основными особенностями:

расширением областей применения и ассортимента резиновых изделий;

ужесточением условий эксплуатации изделий (температуры, нагрузки, скорости, агрессивные среды и т. д.);

стремлением использовать наиболее дешевые и доступные армирующие материалы, каучуки и ингредиенты при невозможности беспредельного увеличения их ассортимента;

необходимостью снижения материалоемкости изделий и трудоемкости их изготовления;

требованиями охраны здоровья и защиты окружающей среды.

Очевидно, что одновременное выполнение всех этих требований невозможно, и реальное решение всегда является компромиссным. Особенно резко стоимость изделий возрастает при их создании для предельных условий эксплуатации — для работы в условиях сильно агрессивных сред, при температурах выше 250 °С или ниже — 100 °С, так как для этого требуются очень дорогие каучуки и химические добавки. Хотя стоимость комплектующих резиновых изделий в сравнении со стоимостью машин и механизмов, в которых они используются, обычно невелика, трудность замены резиновых деталей часто так высока, что для потребителя их долговечность является основным показателем. Для резиновой промышленности это требование оборачивается увеличением трудоемкости и энергоемкости, снижением рентабельности, так как стоимость переработки составляет небольшую долю стоимости изделий.

Необходимость сочетания рентабельности с высоким качеством и другими противоречивыми требованиями выдвигает перед промышленностью следующие организационные и научно-технические задачи:

1. Унификация и стандартизация резиновых смесей, конструкций и размеров изделий, разделение крупносерийного и мелкосерийного производства, специализация производства.

2. Создание комбинированных материалов и принципиально новых конструкций изделий с использованием наряду с резиной элементов из пластических масс, керамики и других неорганических материалов.

3. Широкое использование резин, наполненных пластиками, олигомерами, волокнистыми и нетрадиционными наполнителями, а также термоэластопластов.

4. Внедрение обработки готовых изделий (поверхностной и в массе) методами радиационной и химической модификации с целью улучшения их технических и технологических свойств.

5. Расширение ассортимента специальных химикатов-добавок для облегчения переработки смесей и создания резин с резко улучшенными свойствами из имеющихся каучуков.

6. Совершенствование традиционных и создание новых технологий изготовления изделий, разработка оборудования для реализации этих процессов, повышение производительности труда.

7. Создание материалов, методов и оборудования для ремонта резиновых изделий в ходе их эксплуатации.

1. ОСНОВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ПРОЦЕССЫ

1.1. АРМИРУЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ

Значительная часть изделий, выпускаемых резиновой промышленностью, имеет в своем составе *армирующие материалы*, обладающие (по сравнению с резиной) значительно большими модулями упругости и прочностными характеристиками. В большинстве случаев армирующие материалы используют для создания прочного каркаса заданных размеров (покрышки пневматических шин, рукава, приводные ремни, обувь и т. д.). Кроме того, в некоторых РТИ арматура применяется для обеспечения определенной конфигурации резины в изделии (резиновые подшипники, резинометаллические втулки, обрешиненные валы и т. д.), а также для упрощения монтажа изделий в машинах и агрегатах (виброизоляторы, подвески, рукава и т. д.).

Модуль упругости армирующих материалов на 2—6 порядков выше, чем у резины, поэтому при деформировании изделия на границе двух материалов возникают значительные напряжения, способные вызвать нарушение целостности изделия. В этой связи важнейшей задачей технологии является достижение такой прочности связи между элементами конструкции изделия, которая обеспечила бы его достаточную долговечность в условиях эксплуатации.

При выборе армирующего материала важно учитывать его себестоимость, затраты на обработку при изготовлении изделий, сохранение на достаточном уровне прочностных свойств в условиях эксплуатации и при действии пиковых нагрузок (или температур), долговечность и надежность изделий, их экономичность при эксплуатации и т. п.

1.1.1. Типы армирующих материалов

Для армирования резиновых изделий чаще всего используют различные волокнистые материалы (в виде пряжи, нитей, тканей, шнуров, корда и т. п.), металлы (металлокорд, проволока, фасонная арматура и т. д.) и в редких случаях другие материалы.

В зависимости от происхождения *волокнистые материалы* принято делить на природные, искусственные (получаемые при определенной переработке природных материалов) и синтетические. Среди органических природных волокон наиболее распространены целлюлозные (хлопчатобумажные и льняные), из минеральных во-

локон используют только асбест. Искусственные волокна — это производные целлюлозы (вискозные и в редких случаях ацетатные), стекловолокно и тонкую металлическую проволоку можно отнести к искусственным минеральным. Синтетические волокна получают на основе полиамидов, полиэфиров, иногда используют хлорированный поливинилхлорид, поливиниловый спирт и некоторые другие полимеры.

Пряжей называют нитевидные материалы, получаемые прядением из относительно коротких волокон; *нити* получают скручиванием волокон или пряжи неограниченно большой длины. Основными характеристиками крученой пряжи и нитей являются толщина, выражаемая в тексах*, и крутка, показывающая число витков на 1 м длины. Структуру крученых нитей обозначают в виде произведения, например $93,5 \times 1 \times 2$, где первое число характеризует толщину элементарных нитей или пряжи (текс), второе — показывает количество прядей (или стренг) в первом кручении, третье — количество стренг во втором кручении (если таковое есть). Первую и вторую крутки выполняют в противоположных направлениях, обозначаемых буквами S (по часовой стрелке) или Z (против).

Применяемые ткани очень разнообразны и различаются толщиной и природой использованных нитей, характером их переплетения (чаще всего полотняное), плотностью (число нитей на 10 см ширины или длины полотна) и другими характеристиками.

Свойства текстильных армирующих материалов определяются в первую очередь природой исходного волокна. С точки зрения уменьшения массы готового изделия целесообразнее использовать материалы с более высокими значениями разрывной прочности и с меньшей плотностью полимера волокна. Ниже приведены значения прочности при разрыве σ_p и плотности ρ наиболее часто применяемых материалов:

Природа волокна	σ_p , МПа	ρ , кг/м ³
Хлопчатобумажное, льняное	500—600	1500
Вискозное	300—400	1520
Алифатические полиамиды	500—850	1140
Ароматические полиамиды	2500—2700	1550
Полиэфирное	500—620	1380
Стекловолокно	2200	2450
Металлическое (сталь)	2800	7850

В условиях эксплуатации часто оказывается возможным увлажнение армирующего материала, и такое важное свойство, как влагостойкость (сохранение прочности при увлажнении), определяется гидрофобностью полимера волокна:

* 1 текс — толщина нити длиной 1000 м и массой 1 г. Следовательно, число текс показывает (в г) массу нити длиной 1000 м.

Природа волокна	Равновесная влажность волокна при 65 %-й относительной влажности воздуха, %	Разрывная нагрузка мокрой нити, % от прочности нити при 65 %-й относительной влажности воздуха
Вискозное	11,5—12,0	60—75
Полиамидное	3,5—4,0	85—90
Полиэфирное	0,4—0,5	100
Стекловолокно	0	100

В то же время повышение гидрофобности может быть причиной ухудшения прочности связи армирующего материала с резиной, так как обычно перед обрешиванием материал подвергают обработке пропиточными составами на основе латексов.

1.1.2. Армирующие материалы в шинной промышленности

Основным видом армирующих материалов, применяемых в шинной промышленности, являются различные типы *корда*. Уточный корд представляет собой полотно, образованное прочными кордными нитями в продольном направлении (по основе) и тонкими хлопчатобумажными или бикомпонентными (анид + хлопок) нитями в поперечном (по утку). При эксплуатации покрышек механические напряжения, возникающие в каркасе, воспринимаются нитями основы, а функция нитей утка чисто технологическая — фиксирование нитей основы в виде полотна определенной плотности в процессах переработки. Поэтому в принципе возможно применение безуточного корда, когда полотно собирают из отдельных кордных нитей непосредственно при их обработке на шинном заводе.

Требования, предъявляемые к корду, определяются его назначением. Корд для каркаса должен иметь достаточную эластичность, высокое сопротивление действию статических, ударных и многократно повторяющихся нагрузок, максимально сохранять прочностные характеристики при увлажнении и продолжительном действии повышенных температур. Корд для брекера должен быть более прочным и жестким, иметь высокий модуль при растяжении и сверхвысокий динамический модуль, не разрушаться при небольших (до 5 %) деформациях сжатия.

Тип корда определяется природой нитей основы. В обозначении марки корда приводят две или три цифры, из которых первые две характеризуют разрывную прочность нити основы (в кгс), третья цифра 2 указывает, что это корд разреженный, 3 — корд-брекер, и одной или нескольких букв, из которых первая обозначает тип корда.

Вискозный корд выпускают марок 17В, 172В, 173В, 22В, 222В, 172ВР, 232ВР, 233ВР (табл. 1). Буква Р показывает, что корд предназначен для брекера покрышек радиальной конструкции

Таблица 1. Основные характеристики вискозного корда

Марка корда	Структура нити основы	Крутка, м ⁻¹		Толщина нити, мм	Разрывная нагрузка, Н	Удлинение при разрыве, %	Прочность связи с резиной, Н	Плотность ткани, нитей на 10 см		Масса 1 м ² ткани, г
		1-я (Z)	2-я (S)					по основе	по утку	
17В	184 текс × 1 × 2	480	400	0,67	170	14,5	1570	94	10	395
172В	То же	480	400	0,67	170	14,5	1570	75	12	315
173В	»	480	400	0,67	170	14,5	1570	47	15	199
172ВР	»	300	300	0,58	176	10,8	1370	70	12	290
22В	244 текс × 1 × 2	420	360	0,80	216	16,0	1717	89	10	504
222В	То же	420	360	0,80	216	16,0	1717	72	12	408
232ВР	»	260	260	0,67	230	12,0	1717	75	12	410
233ВР	»	260	260	0,67	230	12,0	1717	70	12	380

(высокомодульный). Обладая высокими прочностными характеристиками, вискозный корд в свое время вытеснил хлопчатобумажный, и в некоторых странах (Западная Европа) до сих пор остается основным типом текстильного корда. Полимер вискозного волокна — гидратцеллюлоза, отвечающая брутто-формуле $[C_6H_7O_2(OH)_3]_n$ — аморфен, поэтому ориентированное состояние его макромолекул является неравновесным. В ходе эксплуатации покрывшей возможна некоторая дезориентация полимера, приводящая к снижению прочностных характеристик корда. Главным недостатком вискозных волокон является значительное снижение прочности при увлажнении.

Из полиамидных кордов наиболее распространен *капроновый*, получаемый из поликапроамида (найлона 6) $[-NH(CH_2)_5C(O)-]_n$ с молекулярной массой 12—15 тыс., хорошо кристаллизующегося полимера с $T_{пл}$ около 220 °С. В маркировке отечественного корда стоят буквы КНТС, обозначающие: К — капроновый, Н — нити не

Таблица 2. Свойства полиамидных кордных нитей

Марка корда	Структура нити	Крутка, м ⁻¹		Толщина, мм	Разрывная нагрузка, Н	Удлинение при разрыве, %	Прочность связи с резиной, Н	Линейная усадка, %
		1-я	2-я					
12КНТС, 122КНТС, 123КНТС	187 текс × 1 × 2	470	470	0,5	125	27	1765	10
23КНТС, 232КНТС								
25КНТС, 252КНТС		245						
26КНТС, 262КНТС			255					
13А, 132А, 133А	93,5 текс × 1 × 2	470	470	0,5	128	23	1470	8
25А, 252А								

Таблица 3. Характеристики полнамидных кордных тканей

Марка корда	Плотность ткани, нитей на 10 см		Масса 1 м ² ткани, г
	по основе	по утку	
12КНТС, 13А	132	11	282
122КНТС	94	12	202
123КНТС	61	15	132
23КНТС, 25КНТС, 26КНТС	94	8	406
232КНТС, 252КНТС, 262КНТС	75	10	325
132А	94	20	202
133А	61	30	132
25А	94	11	406
252А	75	20	328

подвергались водной обработке (непромытый), Т — требующий термовытяжки, С — заправленный стабилизатором.

Близкими свойствами обладает *анидный* корд, получаемый из полигексаметиленадипинамида (найлона 66) $[-NH(CH_2)_6 \cdot NHC(O)(CH_2)_4C(O)-]_n$ с молекулярной массой 20—30 тыс. и $T_{пл}$ около 240 °С. Корд выпускается марок 13А, 132А, 133А, 25А, 252А (А — анидный). Свойства кордных нитей и тканей на основе алифатических полиамидов представлены в табл. 2 и 3.

Достоинства полиамидных кордов (по сравнению с вискозными): меньшая плотность полимера, более высокие показатели разрывной и ударной прочности, стойкости к тепловому старению, влагостойкости. Одним из недостатков капрового и анидного кордов является значительная усадка при повышенных температурах, особенно в ненапряженном состоянии (рис. 1). Зависимость равновесной усадки U_{∞} от температуры и нагрузки на нить f описывается соотношением аррениусовского типа:

$$U_{\infty} = aT \exp(-\Delta E/RT) \exp(-bf),$$

где a и b — постоянные; ΔE — энергия активации процесса.

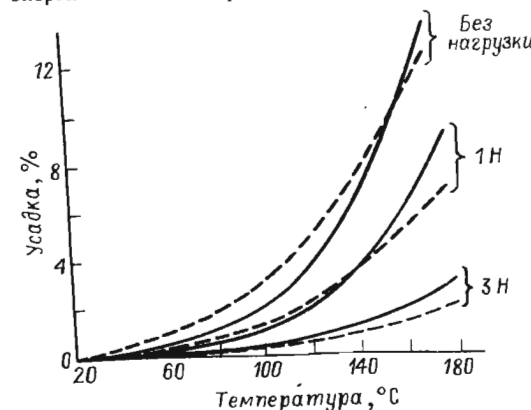


Рис. 1. Температурные зависимости равновесной усадки корда 23КНТС (—) и 25А (---) при разной нагрузке

Учитывая релаксационный характер процесса, для любого времени можно записать:

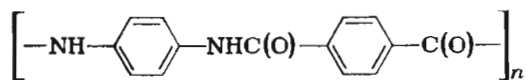
$$y_t = y_\infty [1 - \exp(-t/\tau_n)]$$

где τ_n — время релаксации (точнее следует писать $\tau_n(T)$, так как время релаксации зависит от температуры).

Тепловая усадка корда может приводить к искажению формы нитей (и изделий соответственно), поэтому вулканизацию и послевулканизационное охлаждение изделий следует проводить под давлением, вызывающим растяжение нитей, превышающее их линейную тепловую усадку.

Кроме того, полиамидные корды характеризуются сравнительно низкими модулями упругости и высокими деформациями. При эксплуатации в условиях постоянных и циклических нагрузений возможно необратимое удлинение армирующего материала (разнашивание), снижающее долговечность изделий. Прочность, жесткость и стабильность размеров полиамидного корда повышаются при его термовытяжке, проводимой при температуре на 20—30 °C ниже $T_{пл}$ полимера. Под действием нагрузки (до 50 Н на нить) материал вытягивается примерно на 10 %, при этом происходит дополнительная ориентация макромолекул полиамида, приводящая к повышению степени кристалличности и изменению механических свойств полимера. Однако при термовытяжке в волокнах могут образовываться микроочаги разрушения, и усталостная выносливость корда при этом снижается.

Волокна на основе ароматических полиамидов (арамидные) появились сравнительно недавно, и в промышленном масштабе выпускаются фирмой «Дюпон» (США) под названием Кевлар. В 1985 г. произведено около 20 тыс. т такого волокна на основе поли-*n*-фенилентерефталамида



65 % которого потребляется резиновой промышленностью. Волокна такого типа разработаны в ряде стран, в том числе в СССР (СВМ — сверхвысокомодульное), Германии, Японии.

По деформационным характеристикам арамидные волокна близки к металлу:

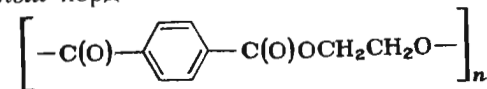
	Сталь	Кевлар (низкомодульный)	Кевлар 49 (высокомодульный)
Модуль упругости, ГПа	200	62	130
Разрывная прочность, ГПа	2,8	2,7	2,7
Удлинение при разрыве, %	2	4	2

Поэтому основное назначение корда на основе ароматических полиамидов — замена более тяжелого и подверженного корро-

зии металлокорда в покрышках и других армированных резиновых изделиях.

Для улучшения усталостных свойств высокопрочных типов корда перспективно комбинирование волокон из жесткоцепного и гибкоцепного полиамидов (арамид + капрон или анид).

Полиэфирный корд изготавливается из полиэтилентерефталата



с молекулярной массой 30—50 тыс. и $T_{пл}$ 255—265 °C. По сравнению с полиамидными кордами он более влагостоек, но при одновременном действии влаги и повышенных температур возможна гидролитическая деструкция полиэфира. Кроме того, создание достаточно прочной связи полиэфирных нитей с резиной требует специальных технологических приемов, что также существенно препятствует его широкому применению в шинной промышленности. Полиэфирные нити и корд выпускаются в СССР под названием «лавсан».

Ассортимент технических тканей, применяемых в шинной промышленности, сравнительно невелик — это ткани полотняного переплетения чефер и бязь, характеристики которых приведены в табл. 4. Чефер выпускается шириной от 107 до 186 см, ширина бязи — 89 см.

Таблица 4. Свойства тканей, применяемых в шинной промышленности

Показатели	Чефер	Чефер облегченный	ЧЛХ *	Бязь
Плотность ткани, нитей на 10 см				
по основе	92	98	104	96
по утку	90	96	98	98
Структура пряжи (нити)	60 текс × 4	50 текс × 4	60 текс × 3	**
Разрывная нагрузка полоски ткани размером 50 × 200 мм, кН				
по основе	1,275	1,177	0,981	1,667
по утку	1,275	1,177	0,981	1,667
Удлинение при разрыве полоски ткани размером 50 × 200 мм, %				
по основе	30	30	28	22
по утку	14	14	11	20
Толщина ткани, мм	1,12	1,0	1,0	0,9
Масса 1 м ² ткани, г	490	440	390	335
				220

* ЧЛХ — чефер лавсаново-хлопчатобумажный.

** Комбинированная нить состоит из полиэфирной нити 27,7 текс × 2 и хлопчатобумажной пряжи 50 текс × 2 при соотношении по массе 64:36.

Стеклокорд как армирующий материал в производстве покрышек появился в США в середине 60-х годов, и до сих пор только в США этот вид корда имеет широкое применение (≈ 20 тыс. т в год). Достоинства стеклокорда — высокие значения модуля и сопротивления разрыву, коррозионная стойкость, низкая (по сравнению с металлокордом) плотность, относительно невысокая стоимость. Главный недостаток стеклокорда — хрупкость и абразивная истираемость волокон в пучке — преодолевается путем «замазывания» — нанесения на волокна в процессе их получения химического и полимерного изолирующего покрытия. Сначала волокно обрабатывается каким-либо кремнийорганическим соединением (чаще всего γ -аминопропилтриэтоксисиланом $\text{NH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2 \cdot \text{CH}_2\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_3$), взаимодействующим с поверхностью силикатного стекла, а затем полимерным пропиточным составом (на основе эпоксидных, фенольных и других олигомеров). При этом не только снижается абразивная истираемость, но и обеспечивается удовлетворительная прочность связи стеклокорда с резиной.

Свойства стеклокорда определяются составом стекла, диаметром и количеством элементарных волокон в нити, числом, величиной и направлением круток, свойствами и содержанием покрытия. Для производства стеклокорда применяют алюмоборосиликатное стекло*, имеющее температуру стеклования 630°C и температуру размягчения 785°C . Из расплава стекла формуют волокна диаметром 9 мкм, замазывают их и скручивают нити необходимой структуры (например, $33 \text{ текс} \times 10 \times 3$). Обычно применяется корд с крутками $60 \pm 10 \text{ м}^{-1}$, так как при увеличении крутки снижаются прочностные характеристики стеклокорда.

По механическим и эксплуатационным свойствам стеклокорд наиболее близок к металлокорду и высокомодульным текстильным кордам (см. табл. 6).

Основным фактором, сдерживающим широкое применение стеклокорда в шинной промышленности, является сравнительно низкая прочность связи с резиной, что требует разработки новых пропиточных составов, позволяющих повысить этот показатель. Стеклокорд следует рассматривать как перспективный армирующий материал, так как его использование вместо металлокорда в покрышках радиальной конструкции позволяет на 10—14% уменьшить их массу и на 20—30% — стоимость, снизить сопротивление качению шины, повысить комфортабельность езды.

Из металлических армирующих материалов в шинной промышленности применяют металлокорд (в основном, для брекера, но в последние годы во все большие масштабах и для каркаса), и бортовую проволоку для придания необходимой жесткости бортам покрышки.

* Массовый состав, %: SiO_2 — 54,0; Al_2O_3 — 15,0; CaO — 17,0; MgO — 5,0; B_2O_3 — 8,0; Na_2O — 0,6; K_2O — 0,6.

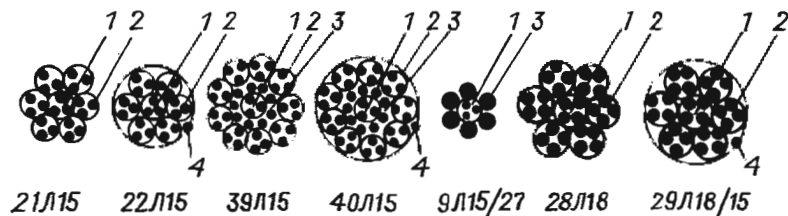


Рис. 2. Конструкции основных типов отечественного металлокорда:

1 — сердечник; 2 — основная прядь; 3 — одиночная проволока; 4 — оплеточная проволока

Металлокорд представляет собой трос, свитый из стальной латунированной проволоки, и в маркировке корда первые цифры указывают число свитых проволок, буква Л обозначает латунированный, последующие цифры указывают диаметр использованной проволоки (мм $\cdot 100$), если после цифр стоит буква А — это металлокорд высшей категории качества. Конструкции основных типов отечественного металлокорда показаны на рис. 2.

Как видно, металлокорд типов 22Л15, 40Л15, 29Л18/15 имеет дополнительную оплеточную проволоку из более мягкой стали, навитую с шагом не более 4 мм. Для изготовления металлокорда используют проволоку диаметром 0,15, 0,175 и 0,265 мм, при этом с увеличением толщины проволоки ухудшаются технологические свойства корда (он становится жестче), но снижается его стоимость. Конструкцию корда записывают, начиная с сердечника, указывая число проволок, а если проволоки имеют различную толщину, то и их диаметр.

Направления свивки проволок сердечника и основных прядей, металлокорда в целом и оплеточной проволоки — противополо-

Таблица 5. Характеристики основных типов металлокорда

Тип металлокорда	Диаметр проволоки, мм	Конструкция	Диаметр металлокорда, мм	Шаг свивки, мм	Расчетная масса 1 м, г	Разрывное усилие, кН	Прочность связи с резиной, Н
21Л15	0,15	7 \times 3	0,90	9,5—10,5	2,97	0,9	250
22Л15	0,15	7 \times 3+1	1,20	9,5—10,5	3,10	0,9	250
39Л15	0,15	(3+9) + (9 \times 3)	1,15	14,5—15,5	5,56	1,65	350
40Л15	0,15	(3+9) + (9 \times 3) + 1	1,45	14,5—15,5	5,70	1,65	350
9Л15/27	0,15 и 0,265	3 \times 0,15+6 \times 0,27	0,83	9,5—11,0	3,10	0,9	245
28Л18	0,175	7 \times 4	1,15	13,0—15,0	5,65	1,7	350
29Л18/15	0,175 и 0,15	7 \times 1 \times 0,18+1 \times 0,15	1,45	13,0—15,0	5,79	1,7	350

ложные, что обеспечивает прямолинейность корда при сматывании в катушки. При получении резинометаллокордного композита немалое значение имеет проникновение резиновой смеси в свободное пространство между проволоками. При этом чем из большего числа проволок состоит металлокордный трос, тем полнее происходит затекание резины в корд и тем лучше эксплуатационные характеристики композита. Свойства некоторых марок отечественного металлокорда приведены в табл. 5.

Ассортимент металлокорда, применяемого зарубежными фирмами, очень разнообразен; используют проволоку диаметром от 0,10 до 0,38 мм, распространены конструкции $3 \times 0,20 + 6 \times 0,38$, $7 \times 4 \times 0,23 + 1 \times 0,15 \times 3 + 9 + 15 \times 0,18 + 1 \times 0,15$ и др. Для брекера легковых покрышек радиальной конструкции применяют более легкие типы металлокорда: 4Л25 ($1 \times 4 \times 0,25$), 10Л23/10 ($2 + 7 \times 0,23 + 1 \times 0,10$) и др.

В табл. 6 для сравнения приведены некоторые характеристики высокомодульных кордов органической и неорганической природы.

Для бортовых колец покрышек применяют стальную холоднотянутую латунированную проволоку диаметром $1,0 \pm 0,03$ мм. Латунное покрытие должно быть сплошным, без трещин и пропусков, без следов коррозии.

Свойства проволоки приведены ниже:

Временное сопротивление разрыву, МПа	1770—2100
Относительное удлинение при разрыве, %	3,5—6,5
Прочность связи с резиной, Н	200

Таблица 6. Свойства высокомодульных типов корда

Показатели	Тип корда			
	стекло-корд	металло-корд	ароматический полиамид	высокомодульный вискозный
Толщина, мм	0,45	0,88	0,60	0,67
Модуль при деформации сжатия 2 %, ГПа	0,142	0,26	0,118	0,103
Разрывная прочность, ГПа	1,86	2,45	2,45	1,52
Удлинение при разрыве, %	3—4	2,5—3	4—5	12
Сохранение прочности при 200 °С в течение 2 ч, %	100	100	100	60
Сохранение прочности в мокром состоянии, %	100	100	95	70
Тепловая усадка при 160 °С, %	0	0	<0,2	0
Выносливость к деформации изгиба (60°), тыс. циклов	16—20	0,16	1000	20
Прочность связи с резиной, МПа	3,8	7,9	—	4,9

1.1.3. Армирующие материалы в производстве РТИ

Текстильные армирующие материалы в производстве различных видов резиновых технических изделий используют в виде отдельных нитей или пряжи, шнуров, тканей разнообразных типов.

Нити и пряжу применяют в основном в производстве рукавов. Они должны иметь равномерную прочность, деформируемость и толщину по всей длине, хорошо выдерживать многократные изгибы. Чем больше крутка нити, тем она плотнее и прочнее. Толстые двухкруточные нити, применяемые для армирования приводных ремней, называют *кордишурами*. В ряде случаев кордшнуры собирают в полотна шнуровой ткани шириной от 70 до 120 см, в которых тонкие нити утка выполняют вспомогательную функцию, фиксируя положение кордшнуров друг относительно друга. Хлопчатобумажные пряжи, нити и шнуры постепенно заменяются соответствующими материалами из вискозных, полиамидных или полиэфирных волокон, что способствует повышению долговечности изделий.

Требования к тканям обусловлены необходимыми свойствами изделий, в которых они используются. Хлопчатобумажные ткани характеризуются достаточно высокими прочностью и гибкостью, имеют хорошую прочность связи с резиной (без дополнительной обработки), но недостаточно стойки к действию атмосферных факторов и гниению. Льняные ткани значительно прочнее хлопчатобумажных и лучше выдерживают увлажнение, но они плохо промазываются резиновыми смесями, что затрудняет достижение необходимой прочности связи между слоями. Ткани из синтетических волокон отличаются высокими прочностью, гибкостью, стойкостью к нефтепродуктам, гниению и старению, однако прочность связи с резиной у них, как правило, ниже. Поэтому представляют интерес смешанные ткани, в которых сочетаются достоинства синтетических и хлопчатобумажных нитей и волокон. Это могут быть ткани, в которых прочные нити основы выполнены из синтетических волокон (полиамидных или полиэфирных), а уток — хлопчатобумажный (или наоборот — в уточных тканях). Такие комбинированные ткани имеют достаточную прочность связи с резиной без специальной обработки за счет хлопчатобумажных нитей. В ряде случаев используют комплексные нити, содержащие волокна обоих типов.

Ткани, применяемые в производстве рукавов, должны обладать одинаковой прочностью и растяжимостью по основе и утку и поэтому, как правило, имеют полотняное переплетение.

Для армирования транспортерных лент и плоских приводных ремней применяют ткани с большей прочностью и растяжимостью по основе, чем по утку, что связано с особенностями их механического нагружения при эксплуатации. При стационарных режимах работы этих РТИ удлинение ткани не превышает 4—5 %, однако

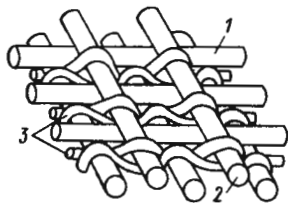


Рис. 3. Структура двухслойной ткани:

1 — главная основа; 2 — уток; 3 — перевивочная основа

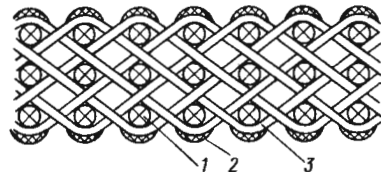


Рис. 4. Цельнотканый каркас многослойной ткани:

1 — полиамид + хлопок; 2 — хлопок; 3 — полиэфир

при пиковых нагрузках (например, в момент пуска) удлинения могут достигать 15—18 %, и существенная растяжимость ткани делает ленты и ремни достаточно эластичными, что предотвращает их преждевременное разрушение.

В клиновых ремнях ткани используют как армирующий материал для силового слоя (в этом случае они должны иметь большую прочность по основе и сравнительно низкую растяжимость), а также для обертывания ремней. Оберточные ткани (ОТ) после обрезинивания должны быть равнопрочными по обоим направлениям, обладать высокой эластичностью (чтобы при обертывании сердечника не образовывали складки) и стойкостью к истиранию.

Прочность тканей полотняного переплетения ограничена возможным числом нитей на единице размера ткани. Повышение плотности нитей нежелательно, так как уменьшает возможность затекания резиновой смеси в структуру полотна, что приводит к снижению прочности связи в армированном изделии. Кроме того, эти ткани характеризуются наличием большого числа переплетений и значительной извитостью нитей. Высокая извитость нитей способствует повышению деформируемости ткани, но снижает степень реализации прочностных свойств волокна.

В ряде случаев оказывается целесообразным применение тканей более сложных переплетений: *многослойных* (более одной основы при одном утке, рис. 3) и *многослойных* (несколько систем основных и уточных нитей, рис. 4). Прямолинейность нитей главной основы в двухслойной ткани обеспечивает максимальное использование их прочности, а удлинение ткани при рабочей нагрузке соответствует растяжимости самих нитей. Рельефная поверхность ткани обеспечивает высокую прочность связи ткани с резиной. Отечественные двухслойные ткани типа МК изготавливают из капроновых комплексных нитей. В многослойных тканях каждый слой нитей основы имеет свое назначение. Чаще всего во внутренней основе и утке используют полиамидные и полиэфирные нити, а хлопчатобумажные выводят на поверхность ткани. По сравнению с однослойными многослойные ткани характеризуются в 2—3 раза более высоким сопротивлением раздиру,

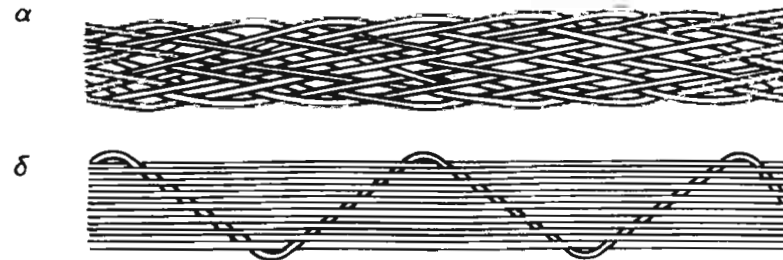


Рис. 5. Конструкции проволочных плетенок типа АПЛ-2 (а) и АПЛ-1 (б)

гибкостью, прочностью связи с резиной, невозможностью расслоения.

В ряде изделий текстильные армирующие материалы используют в виде трикотажных, круглотканых, нитепрошивных и других полотен.

Ассортимент *металлоарматуры* в производстве РТИ весьма разнообразен. При изготовлении рукавов с металлооплеткой (или навивкой) используют стальную проволоку диаметром 0,3 мм с сопротивлением разрыву 2,2—2,4 ГПа (желательно латунированную). Для спиралей всасывающих рукавов применяют проволоку из более мягкой стали (сопротивление разрыву 0,7—1,3 ГПа) диаметром от 1,6 до 6,0 мм (для открытых спиралей проволока должна быть оцинкованной). В ряде случаев стальная проволока может использоваться в виде плетенок (рис. 5) типов АПЛ-1 (4, 6, 8 или 10 проволок переплетены поперечной тонкой проволокой диаметром 0,5 мм) или АПЛ-2 (13, 17 или 21 проволока сплетены в ленту), сеток из стальной или латунной проволоки, тросов различных по структуре и толщине и т. д. Фасонная арматура в большинстве случаев изготавливается из стали.

1.1.4. Армирующие материалы в производстве обуви

В производстве обуви из полимерных материалов ткани применяют для изготовления прокладок, верха, задников, стелек, поэтому могут использоваться различные типы материалов: ткани суровые, крашенные или с рисунком, трикотажные полотна гладкие или с начесом и др. В основном применяют ткани на хлопчатобумажной основе (табл. 7), но благодаря высоким эксплуатационным показателям в последние годы все шире используются ткани на основе синтетических нитей.

Выбор ткани определяется назначением детали и типом изготавливаемой обуви, при этом учитывают не только эксплуатационные, но и гигиенические свойства применяемого материала.

Таблица 7. Характеристика некоторых суровых хлопчатобумажных тканей для производства обуви

Ткань	Плотность ткани, нитей на 10 см		Структура пряжи основы и утка *	Разрывная нагрузка полоски ткани 50 × 200 мм, кН		Удлинение при разрыве, %		Масса 1 м ² ткани, г
	по основе	по утку		по основе	по утку	по основе	по утку	
Для верха обуви								
«Парусинка»	392	376	18,5 текс × 2	0,88	0,86	17	11	307
Кирза двухслойная	494	400	18,5 текс × 2	1,28	1,03	22	7	374
	519	422	11,8 текс × 3	1,72	1,34	25	9	380
«Смена»	212	200	34 текс × 3	1,32	1,04	17	13	385
Полотно башмачное	152	118	50 текс × 3	0,98	0,98	28	9	461
Для прокладок и внутренних деталей								
Диагональ	284	175	42 текс (72 текс)	0,67	0,55	13	16	270
Байка футерная	166	135	50 текс (140 текс)	0,43	0,98	12	9	307
Бумазея корд	201	134	96 текс (160 текс)	0,39	0,40	14	11	316

* Если нити разные, для утка указано в скобках.

1.2. СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ПРОЧНОСТИ СВЯЗИ РЕЗИНЫ С АРМИРУЮЩИМИ МАТЕРИАЛАМИ

Прочность связи резины с более высокомолекулярными армирующими материалами обусловлена явлениями адгезии (физические взаимодействия на молекулярном уровне), механическим сцеплением материалов (в результате затекания резины в неровности поверхности и т. п.), образованием химических связей между полимерами резины и материалом арматуры. Во многих случаях химическое сшивание материалов позволяет достичь наиболее высокой и стабильной прочности связи, поэтому при разработке конструкции армированного изделия, рецептуры резиновой смеси и т. п. желательно обеспечить возможность образования таких межповерхностных связей.

1.2.1. Системы резина — металл

Все мероприятия, осуществляемые на практике для повышения прочности связи резины с металлом, можно разделить на 3 группы: обработка поверхности металла, использование промежуточных слоев, модификация резиновых смесей.

При клеевом способе крепления резины к металлу поверхность арматуры должна быть чистой, обезжиренной и сухой. Для очистки и повышения шероховатости поверхности металла распространены абразивная обработка струйными методами (наиболее эффективна гидropескоструйная), а также зачистка шлифовальными шкурками. Для обезжиривания металлических поверхностей часто используют органические растворители: бензин и ацетон, но при этом не удаляются загрязнения — пыль, остатки шлифовальной пасты и т. п., кроме того, применение растворителей повышает пожароопасность производства и создает проблему их регенерации. Более технологично и эффективно обрабатывать металлоарматуру водными растворами поверхностно-активных веществ, особенно в сочетании с воздействием ультразвука. Так, при обработке деталей в водном моющем растворе при 90—95 °С и ультразвуковом воздействии с частотой 18 кГц полное удаление загрязнений и обезжиривание поверхности достигается за 0,5—1,0 мин. По окончании обработки детали промывают горячей (60—70 °С) и холодной проточной водой, после чего сушат при 110—120 °С.

Из химических методов модификации поверхностей металлов можно отметить травление растворами, содержащими серную, азотную, ортофосфорную или другие кислоты, и фосфатирование — обработку раствором однозамещенных солей ортофосфорной кислоты, требующие последующей промывки и сушки. Для сплавов алюминия эффективно анодное окислирование в растворе фосфорной кислоты. Образующаяся на поверхности оксидная пленка не только способствует повышению прочности связи с резиной, но и выполняет защитную функцию. Иногда целесообразно сочетать различные методы, например травление и фосфатирование. Технология обработки, толщина и структура образующейся пленки, ее стабильность и допустимый период хранения деталей перед использованием не одинаковы для различных методов, но всегда наиболее высокая прочность связи характерна для свежеработанных материалов.

В качестве *промежуточных слоев* между металлом и резиной (подслоев) обычно применяют материалы, способные образовывать прочные (желательно химические) связи и с металлом, и с резиной. Важно, чтобы этот материал по модулю упругости занимал промежуточное положение между металлом и резиной, что способствует снижению сдвиговых напряжений в граничных областях. Раньше всего для этих целей начали использовать эбонит, близкий по модулю упругости к металлам и способный совалканизоваться с резиной. Применение эбонитового подслоя позволяет достигать прочной и стабильной связи между материалами, однако высокая хрупкость эбонита ограничивает его применение. Широко используют различные клеевые композиции на основе каучуков, реакционноспособных олигомеров (смола), отвердителей,

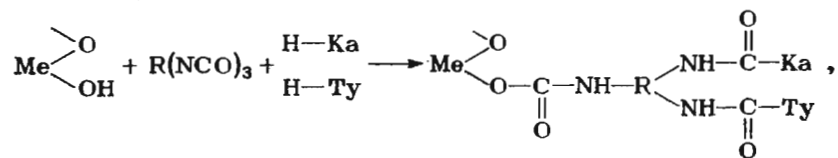
Таблица 8. Стандартные клеи для крепления к металлам (в процессе вулканизации) резин на основе различных каучуков

Марка клея	Каучуки в составе клея	Каучуки в составе резиновой смеси
Термопрен	НК, обработанный <i>n</i> -фенолсульфокислотой	НК, СКБ
51-К-17/51-К-18	Хлорнаирит	Неполярные каучуки
51-К-23	Политрихлорбутадиен	СКЭП
51-К-24	Хлорсульфополиэтилен	Каучуки с низкой ненасыщенностью
КР-5-18, ФЭН-1	СКН-40	СКН
ВКР-15	СКН + хлорнаирит	СКН, наирит, СКН + наирит,
		БСК + наирит
9М-35Ф	СКФ-26 + СКН-40	Фторполимеры

растворителей и т. д. В зависимости от природы металла и каучуковой основы резиновой смеси применяют клеи различного состава (табл. 8), но почти всегда с хлорсодержащими или другими достаточно полярными полимерами, способными образовывать прочную связь с металлом.

Клей лейконат, представляющий собой раствор трифенилметантриизоцианата $\left[\text{HC} \left(\text{C}_6\text{H}_4 \text{—NCO} \right)_3 \right]$ в дихлорэтано, довольно

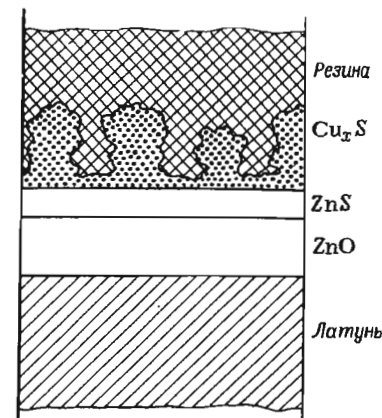
универсален и успешно используется для повышения прочности связи резин из различных каучуков со сталью, латунью, сплавами алюминия. Это объясняется высокой реакционной способностью изоцианатных групп, взаимодействующих с гидроксид-ионами в составе оксидных пленок на поверхности металла и группами, содержащими подвижный водород, в составе материалов резиновой смеси (каучук, технический углерод и т. п.):



где Me — металл, Ka — каучук, Tu — технический углерод.

Широко распространенным и эффективным методом повышения прочности связи резины со сталью является ее латунирование. Латунь (сплав меди и цинка) характеризуется хорошей адгезией к обоим материалам, а также необходимыми механическими свойствами и стойкостью к коррозии. Латунное покрытие на стали обычно получают гальванотермическим способом, включающим последовательное электроосаждение меди и цинка и прогрев материала (700 °С), в ходе которого образуется слой сплава этих металлов. Технологическими приемами легко регулировать

Рис. 6. Схема структуры межфазных слоев в системе латунь — резина



состав покрытия и его толщину. Высоких значений прочности связи удается достичь при содержании меди в латуни 65—70 % и толщине покрытия порядка 2 мкм.

В процессе серной вулканизации происходит сульфидирование металлов, и между резиной и латунью образуется многослойная промежуточная пленка, состоящая из продуктов реакции: Cu_xS , ZnS , ZnO (рис. 6). Cu_xS представляет собой нестехиометрический сульфид меди ($x=1,97$), и именно его образование обуславливает сцепление металла с резиной. Образование Cu_xS происходит в виде дендритов, которые вырастают в фазу эластомера на глубину до 50 нм, что приводит к формированию развитой поверхности соприкосновения с множеством точек физического взаимодействия. Скорость роста дендритов, их размеры и форма определяются диффузией меди из состава латуни через слои ZnO и ZnS , поэтому содержание цинка в латуни, условия вулканизации и другие факторы, от которых зависят толщина и структура этих слоев, оказывают на прочность связи регулирующее действие.

Важно, чтобы пленка сульфида меди имела тонкокристаллическую структуру с высокой плотностью и когезионной прочностью и чтобы ее формирование завершилось до начала перехода каучука из вязкотекучего состояния в высокоэластический сетчатый полимер.

В процессе эксплуатации изделий под воздействием влаги, кислорода, повышенных температур и т. п. прочность связи резины с металлом может снижаться. Для повышения стабильности композита необходимо сборку и вулканизацию изделий проводить в условиях минимальной влажности заготовок.

Повышения прочности и стабильности соединения чаще всего достигают рецептурными приемами, варьируя состав и дозировку обычно применяемых ингредиентов или вводя адгезионно-активные добавки (модификаторы).

Каучуки общего назначения (СКИ-3, СКД, БСК) обеспечивают примерно равную прочность связи резин с металлокордом,

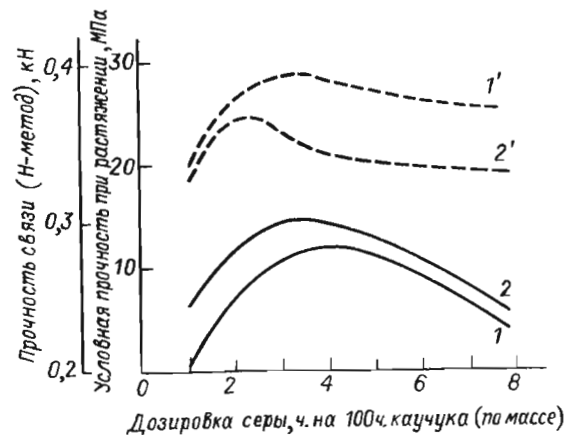


Рис. 7. Влияние количества серы на прочность связи с металлокордом (—) и условную прочность при растяжении (---) резины на основе НК (1,1') и СКИ-3 (2,2')

немного повышающуюся при использовании смесей каучуков СКИ-3 + БСК или СКИ-3 + СКД (50—70 % СКИ-3). Почти все типы технического углерода показывают максимальную прочность связи при дозировке 50—60 ч. на 100 ч. (по массе) каучуков, при этом несколько более высоких показателей можно достичь при применении высокодисперсных марок. Поскольку часть серы расходуется на реакции сульфидирования меди и цинка, чтобы обеспечить достаточную степень вулканизации граничащих с металлом слоев резины, необходимо повышать дозировку серы в резиновой смеси. Кроме того, при низких дозировках серы сульфиды меди с пониженным соотношением S:Cu образуются в виде крупных зерен, и рыхлая пленка Cu_xS не обеспечивает высокой прочности связи. Максимум прочности связи для резины на основе изопреновых каучуков достигается при содержании серы 3—5 ч. на 100 ч (масс.) каучука (рис. 7), но при этом необходимо учитывать изменение прочностных характеристик резины. Из ускорителей вулканизации благоприятны тиазолы, а также сульфенамидные производные 2-меркаптобензтиазола, обеспечивающие медленную вулканизацию в начале и быструю — в главный период процесса.

Из модифицирующих добавок наибольшее распространение получили системы, содержащие акцептор SH_2 -групп (резорцин, замещенные фенолы и др.), донор SH_2 -групп (гексаметилентетрамин*, производные меламина) и коллоидный диоксид кремния**.

* Следует отметить, что системы с ГМТА не обеспечивают достаточной влагостойкости материала, что отрицательно сказывается на работоспособности изделий (в частности, покрышек).

** Более подробно такие системы рассмотрены ниже.

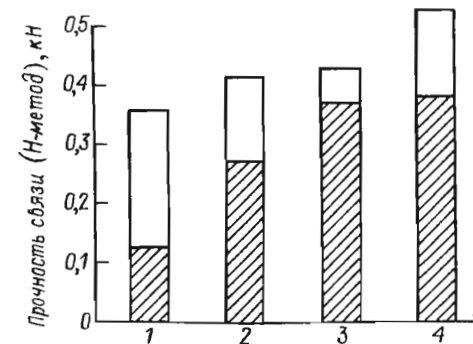


Рис. 8. Прочность связи резины с металлокордом исходная и после старения (заштриховано) в течение 8 ч при 120 °С в среде насыщенного водяного пара: 1 — без модификаторов; 2 — 2,0 ч. (по массе) нафтената кобальта; 3 — 1,5 ч. (по массе) ГХПК; 4 — 1,5 ч. (по массе) ДХПК

В качестве адгезионных добавок, способствующих также предотвращению снижения прочности связи в процессе эксплуатации, хорошо зарекомендовали себя органические соединения тяжелых металлов (главным образом, стеарат, нафтенат, борорганические соединения кобальта). Их действие основано на образовании сульфидов этих металлов, регулирующих концентрацию Cu в области контакта латуни с резиной. Кроме того, сульфид кобальта способен образовывать связи с резиной аналогично Cu_xS .

Хорошим действием обладают гекса- и дихлор-*n*-ксилолы (ГХПК и ДХПК), в присутствии которых также существенно повышается стабильность связи (рис. 8). Возможно применение других модификаторов, содержащих функциональные группы, способные реагировать с компонентами латуни или оксидной пленки.

1.2.2. Системы резина — текстильная арматура

Непосредственное крепление резины к тканям, корду, шнурам и т. д. оказывается достаточно прочным только при использовании материалов на основе натуральных волокон. Широкое применение армирующих материалов из искусственных и синтетических волокон практически всегда требует их обработки различными адгезивами (пропиточными составами). После обрешивания и вулканизации формируется трехкомпонентная система текстильная нить (чаще всего кордная) — адгезив — резина (рис. 9), имеющая две межфазные поверхности.

Поверхность корд — адгезив достаточно развита, так как при пропитке адгезив заполняет не только промежутки между нитями и прядями, но и проникает внутрь элементарных нитей на глубину нескольких волокон и в шероховатости на их поверхности. Кроме того, выступающие из нити концы отдельных волокон оказы-

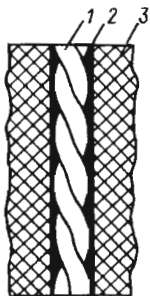


Рис. 9. Строение элемента резинокордного композита:

1 — кордная нить; 2 — слой адгезива; 3 — массив резины

ваются закрепленными в массе адгезива. При подборе рецептуры пропиточного состава стараются обеспечить образование межфазных химических связей, что в сочетании с интенсивными ван-дер-ваальсовыми взаимодействиями делает область контакта корд — адгезив достаточно прочной и долговечной. Поверхность адгезив — резина значительно менее развита, и, хотя между материалами образуется много химических связей в результате совулканизации и других реакций, разрушение системы почти всегда происходит именно в этой области.

На прочность связи в системе корд — адгезив — резина влияют: химическое строение и структура поверхности волокна, состав и свойства примененного адгезива и рецептура резиновой смеси (наличие модификаторов).

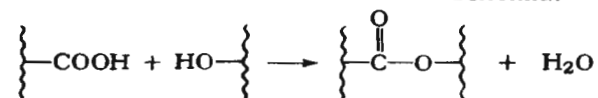
Шероховатость и пористость поверхности волокон способствует увеличению прочности связи, однако синтетические волокна, формируемые из расплава полимера, имеют гладкую поверхность, и только у вязких волокон, формируемых из раствора ксантогената целлюлозы, поверхность имеет некоторую шероховатость. На практике в большинстве случаев применяют латексные пропиточные составы, поэтому с увеличением гидрофобности волокон ухудшается их смачиваемость и как следствие затрудняется достижение высоких значений прочности связи. Полимеры волокон и адгезива существенно различаются по полярности (плотность энергии когезии составляет 700—1000 и ≈ 300 Дж/см³ соответственно), поэтому собственно адгезионное взаимодействие между ними по диффузионному механизму незначительно. Прививка на поверхность волокон ряда неполярных мономеров (бутадиен, стирол и т. п.), уменьшающая различие в полярностях контактирующих материалов и создающая возможность их совулканизации, не привела к заметному повышению прочности связи. Различные способы модификации поверхности волокон (источниками свободных радикалов, физическими воздействиями, в том числе низкотемпературной плазмой) также оказались малоэффективными.

Полимеры в составе адгезива должны обладать высокой прочностью связи с полимером волокна и резиной. Основой латексных

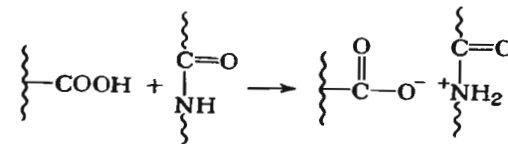
пропиточных составов являются сополимеры бутадиена с мономерами, содержащими различные функциональные группы. Такие сополимеры способны совулканизоваться с каучуком резины и образовывать более лабильные межфазные связи, что приводит к снижению напряжений и уменьшению разрастания дефектов в граничных областях и обеспечивает наибольшую прочность связи. Синтезированы и изучены латексы, содержащие карбоксильные, гидроксильные, альдегидные, нитрильные, пиридиновые, эпоксидные и другие функциональные группы. Характерно, что в любом случае зависимость прочности связи корда с резиной от концентрации полярных групп в полимере адгезива проходит через максимум, и принятые составы сополимеров отвечают оптимальному соотношению мономеров.

Для пропитки вязкого и капронового корда наибольшее применение нашли: бутадиеновый карбоксилсодержащий латекс СКД-1, получаемый сополимеризацией бутадиена с метакриловой кислотой в соотношении 98:2 и бутадиен-метилвинилпиридиновый латекс холодной полимеризации ДМВП-10Х, получаемый при соотношении бутадиена и 2-метил-5-винилпиридина (МВП) 90:10.

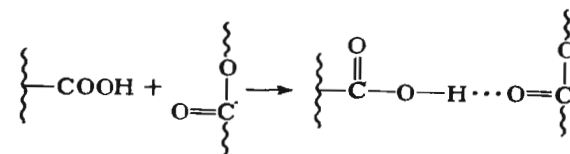
Карбоксильные группы в составе полимера адгезива способны образовывать ионные связи с обкладочной резиной, содержащей оксиды металлов, взаимодействовать с электронодонорными группами применяемых модификаторов. В то же время эти группы в условиях вулканизации могут реагировать с гидроксильными группами в составе целлюлозы вязкого волокна:



взаимодействовать по ионному механизму с полиамидами:



образовывать водородные связи с полиэфирами:



Третичные атомы азота в составе пиридинового цикла принимают участие, в основном, в образовании ионных и водородных

Таблица 9. Влияние природы латекса в пропиточном составе на прочность связи резин с кордом (I — по Н-методу при 20 °С, Н; II — при многократном сжатии, тыс. циклов)

Тип латекса	Вискозный корд				Капроновый корд			
	Резина из СКИ-3		Резина из БСК		Резина из СКИ-3		Резина из СКИ-3 + БСК	
	I	II	I	II	I	II	I	II
СКД-1	73	50	75	79	84	190	75	126
СКД-1 + ДМВП-10X	110	95	91	110	90	260	87	170
ДСВП-15	132	145	136	134	105	327	95	236

связей как с компонентами резиновых смесей, так и с полимерами волокна. В сополимерах МВП возможно внутримолекулярное перемещение протона, ослабляющее способность третичного азота к комплексообразованию



тогда как в сополимерах 5-винилпиридина этот нежелательный эффект отсутствует. Поэтому латекс ДМВП-10X по своим адгезионным свойствам уступает латексу ДСВП-15, получаемому сополимеризацией бутадиена, стирола и 5-винилпиридина в соотношении 70:15:15 (табл. 9).

Поскольку карбоксильные и пиридиновые группы взаимодействуют с полимерами волокна и резиной по различным механизмам, заметное повышение прочности связи достигается при их совместном использовании (см. табл. 9).

Дальнейшего увеличения прочности связи удастся достичь при введении в состав карбоксилатных или винилпиридиновых латексов пероксидных групп*. Замена в типовом пропиточном составе латекса СКД-1 на СКД-1П приводит к повышению прочности связи резин с вискозным и капроновым кордом на 15—20 %, а замена ДМВП-10X на ДМВП-10ХП — на 20—25 %. Очевидно, пероксидные группы при термообработке распадаются с образованием свободных радикалов, что приводит к дополнительному химическому сшиванию на межфазных границах.

При введении МВП не в начале сополимеризации, а при конверсии бутадиена около 60 % получается латекс, глобулы кото-

* Путем замены при сополимеризации $\approx 4\%$ бутадиена диметилвинилэтилнитрилметил-трет-бутилпероксидом: $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{C}(\text{CH}_3)_2-\text{O}-\text{O}-\text{C}(\text{CH}_3)_3$ (латексы СКД-1П и ДМВП-10ХП соответственно).

Таблица 10. Прочность связи капронового корда с резиной из СКИ-3 (модификатор РУ) при использовании пропиточных составов на основе различных латексов

Тип латекса	Прочность связи по Н-методу, Н		Выносливость при многократном сжатии, тыс. циклов
	при 20 °С	при 120 °С	
ДМВП-10X + СКД-1 (50:50)	141	123	463
БНК-5/1,5	148	136	585
ДМВП-3X + СКД-1 (50:50)	156	140	665
ДСВП-15 + СКД-1 (50:50)	156	139	723

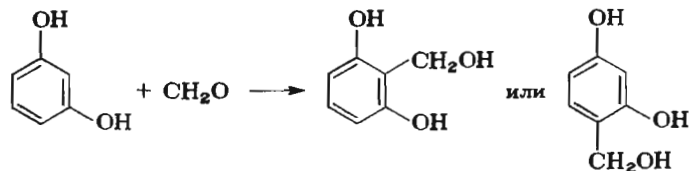
рого неоднородны — их поверхностные слои обогащены звеньями полярного мономера. Это повышает концентрацию и активность пиридиновых групп в зонах взаимодействия, что позволяет при снижении содержания дорогостоящего мономера до 3 % (латекс ДМВП-3X) достичь более высокой прочности связи, чем при использовании типового латекса ДМВП-10X.

Перспективным латексом для пропиточных составов является БНК-5/1,5, получаемый сополимеризацией бутадиена, нитрила акриловой кислоты и метакриловой кислоты в соотношении 93,5:5:1,5. Сочетание в одном полимере нитрильных (с третичным атомом азота) и карбоксильных групп позволяет применять БНК-5/1,5 без смешения с другими латексами. В результате взаимодействия нитрильных групп с каучуком резины и активными группами модификаторов достигается высокая концентрация прочных и лабильных связей в контакте адгезив — резина. По прочности связи в системе корд — адгезив — резина латексы можно расположить в ряд: ДМВП-10X + СКД-1 < БНК-5/1,5 < ДМВП-3X + СКД-1 \approx ДСВП-15 + СКД-1 (табл. 10).

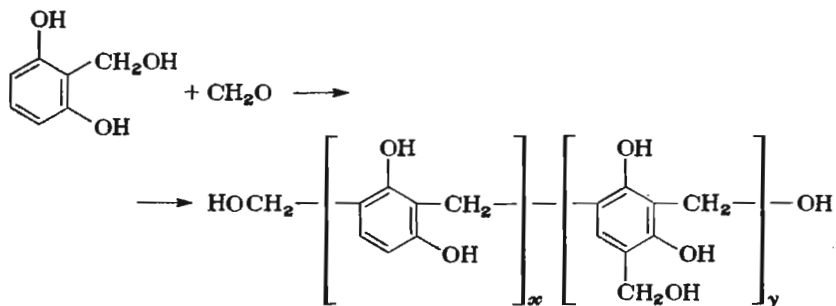
Для крепления корда и других текстильных материалов к резинам из наирита или его комбинаций с бутадиеннитрильными каучуками используют пропиточные составы на основе хлоропренового латекса наирит Л-7.

Вторым необходимым компонентом латексных пропиточных составов являются водорастворимые *реакционноспособные олигомеры* (смолы), из которых практическое применение нашли только резорциноформальдегидные*. Смолы, достаточно стабильные при хранении, получают в новолачной (частично конденсированной) форме при недостатке формальдегида, и активными точками олигомера являются метилольные группы в орто- или пара-положении:

* Это связано с высокой реакционной способностью резорцина в реакциях поликонденсации: при взаимодействии с формальдегидом резорцин в 80 раз активнее фенола.



Для получения более высокомолекулярной смолы в ее раствор непосредственно перед приготовлением пропиточного состава вводят дополнительно водный раствор формальдегида и едкий натр, и через несколько часов «дозревания» смола переходит в резольную форму



и в таком виде сохраняется в пропиточном составе вплоть до термообработки корда и вулканизации резинокордной конструкции.

Будучи весьма реакционноспособными, такие смолы при повышенных температурах могут взаимодействовать с гидроксильными группами целлюлозы, амидными — полиамидов, участвовать в реакциях вулканизации каучуков резины и пропиточного состава, конденсироваться дальше с образованием продуктов трехмерного строения и т. д. Благодаря этим реакциям, а также образованию водородных и других лабильных связей, смолы способствуют формированию желательного набора межфазных связей различной энергии на границах раздела корд — адгезив и адгезив — резина.

Чаще всего в пропиточный состав входит смола СФ-282, получаемая из резорцина, или СФ-280, при синтезе которой половина резорцина заменена алкилрезорциновой фракцией, выделяемой при переработке сланцев Эстонского месторождения. В этой фракции до 50 % составляет 5-метилрезорцин, еще более активный во многих реакциях, чем резорцин, поэтому часто оптимальная дозировка смолы СФ-280 ниже, чем СФ-282.

На адгезионные свойства пропиточных составов влияют: природа и соотношение применяемых латексов, дозировка смолы, количество вводимого формальдегида, общая концентрация состава,

рН среды. Многолетний промышленный опыт применения подобных адгезивов в шинной промышленности и оптимизация их состава методами планирования эксперимента позволили установить следующие характеристики пропиточных составов:

Соотношение латексов ДМВП-10Х:СКД-1 (по количеству полимеров в латексах)	50:50
Массовая доля смолы СФ-282 или СФ-280, ч. сухого остатка смолы на 100 ч. полимеров латексов	16,5
Массовая доля формальдегида, ч. на 100 ч. сухого остатка смолы	4
Массовая концентрация состава, %	13,0
рН среды	9,5 ÷ 10,5

При использовании других латексов эти соотношения могут меняться. Так, в составах с латексом ДМВП-3Х массовая доля смолы СФ-280 снижается до 15,0 ч.; при применении латекса БНК-5/1,5 уменьшается дозировка и смол (до 15,0 ч. СФ-282 и до 13,5 ч. СФ-280), и формальдегида (до 3 ч.), и т. д. В ряде случаев для повышения прочностных характеристик адгезивов в пропиточный состав может входить усиливающий наполнитель (например, технический углерод К354), вводимый в виде водной дисперсии.

Нелатексные адгезивы для обработки текстильных армирующих материалов получили наиболее широкое применение в производстве резиновых технических изделий. Это различные клеи и пасты на основе тех же каучуков, что и в составе резиновой смеси, или более полярных (хлорсодержащих) полимеров. Для повышения прочности связи полиамидных тканей с полярными каучуками (БНК, наирит и др.) могут использоваться водные растворы некоторых эпоксидных смол.

Армирование резиновых изделий материалами из полиэфирных волокон требует применения клеев изоцианатной природы (типа лейконата), часто в сочетании с обработкой обычными латексно-смоляными составами. Во избежание деструкции изоцианатных групп водой целесообразно использовать «блокированные» полиизоцианаты, т. е. продукты их взаимодействия с соединениями, содержащими сравнительно неподвижный водородный атом (фенолы, ε-капролактан и т. п.):

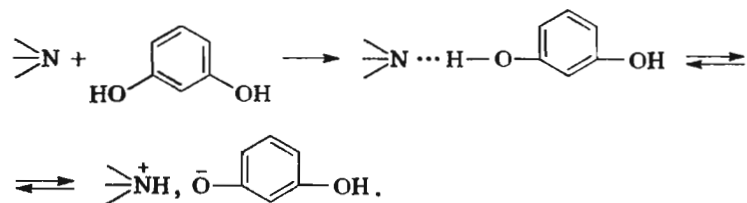


При температурах выше 150 °С достаточно быстро протекает обратная реакция (деблокирование), и изоцианатные группы могут реагировать с полимером волокна и активными группами в составе резины.

Определенный интерес представляет применение в качестве адгезивов различных олигомеров с функциональными группами,

реакционноспособными по отношению к полимеру волокна и компонентам резиновой смеси. Будучи сравнительно низковязкими материалами, олигомеры могут использоваться без разбавления водой или какими-либо растворителями, что существенно упрощает технологию обработки текстильных материалов, исключая стадию сушки.

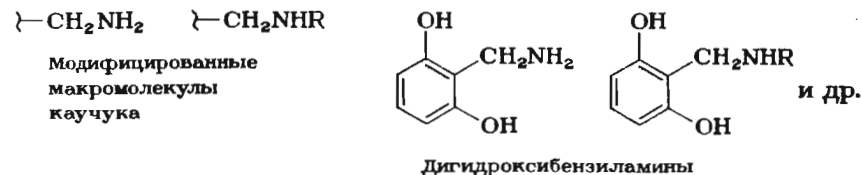
Для модификации резиновых смесей с целью повышения их адгезионных свойств наиболее распространены комбинации резорцина (или алкилрезорцинов) с соединениями, являющимися донорами аминотиленовых групп. Чаще всего это гексаметилен-тетрамин (уротропин), строго симметричная структура которого делает его термически устойчивым до температур 220—230 °С. Резорцин и уротропин образуют комплексное соединение, соответствующее мольному соотношению 1:1, за счет образования водородных связей и частичной их ионизации:



Эти взаимодействия приводят к перестройке электронной структуры, ослаблению связей в молекуле уротропина и снижению температуры его разложения.

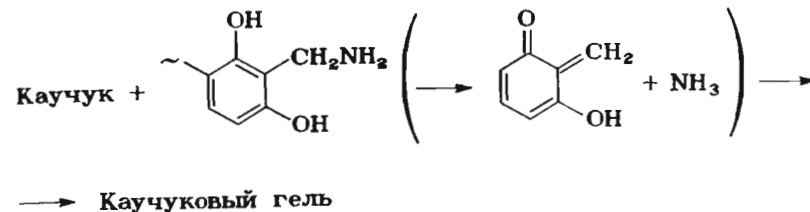
Подобные комплексы (резотропин) при хранении и переработке выделяют аммиак, поэтому в промышленности обычно применяют более стабильный модификатор РУ-1, который получают в присутствии борной кислоты, замедляющей выделение аммиака. Аналогичным продуктом является модификатор АРУ (на основе 5-метилрезорцина).

Действие комплексов основано на термическом распаде уротропина с выделением активных метилениминных фрагментов ($\text{CH}_2 = \text{NH}$, $\text{CH}_2 = \text{NR}$ и др.), которые взаимодействуют как с макромолекулами каучука, так и с резорциновым компонентом комплекса с образованием метиленаминных групп:



Продуктами поликонденсации дигидроксibenзиламинов являются резорциноаминоформальдегидные смолы, содержащие такие же активные концевые группы.

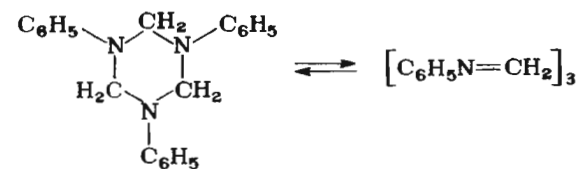
Все эти продукты способны взаимодействовать друг с другом, в результате чего происходит структурирование каучука по механизму смоляной вулканизации (с выделением аммиака)



и образуются частицы сшитой смолы, по поверхности ковалентно связанные с эластомером.

Компоненты модификатора и продукты их превращений способны мигрировать к границе раздела резина — корд и, взаимодействуя с активными группами целлюлозы или полиамида, химически связывают резину с полимерами волокна.

Вместо уротропина в составе модификаторов могут быть применены другие доноры метилениминных групп, например ангидроформальдегиданилин

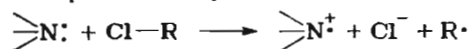


достоинством которого является отсутствие выделения аммиака при переработке резиновых смесей.

Действие модификаторов типа РУ усиливается в присутствии некоторых дополнительных активаторов (синергизм), таких как коллоидный диоксид кремния (белая сажа), природные алюмосиликаты, гексахлор-*n*-ксиллол, нитрозосоединения, некоторые соединения кобальта и др. Большой практический интерес представляют комбинации РУ + SiO₂, известные как системы НРН. Активирующее действие этого минерального наполнителя объясняется его влиянием на химические превращения модификатора: за счет протонирования уротропина силанольными группами, содержащимися на поверхности SiO₂, облегчается его термическое разложение, а регулируя кислотность среды, SiO₂ направляет поликонденсационные процессы в массе каучука в сторону преимущественного образования олигомеров линейного строения, лучше диффундирующих к границе резина — корд. Ниже приведены значения прочности связи тканей из полиамидных волокон с резиной из бутадиеннитрильных каучуков (пероксидная вулканизация) в зависимости от наличия минеральных наполнителей (кН/м):

Тип полнамида	Без наполнителя	С диоксидом кремния	С силнкатом кальция
Алифатический	6,2	15,5	16,4
Ароматический	3,2	9,9	10,3

ГХПК сам по себе обладает структурирующим и модифицирующим действием по радикальному механизму с последующим образованием химических связей между макромолекулами каучука (или каучука и полимера волокна). Активирующее действие ГХПК в системах с РУ связано с ускорением термического распада уротропина под влиянием выделяющегося HCl, с облегчением генерирования свободных радикалов вследствие образования комплекса с переносом заряда



и с участием ГХПК во взаимодействии с резорциновым компонентом модификатора.

В качестве модификаторов резиновых смесей эффективны блокированные полиизоцианаты (например, смесь 2,4- и 2,6-толуилдиизоцианатов, блокированных ϵ -капролактамом, — ТК) и бисмалеинимиды (особенно *m*-фениленбисмалеинимид — МФБМ). Действие последних основано на высокой электрофильности их двойных связей, легко взаимодействующих с различными нуклеофильными группами: амидными, гидроксильными, карбоксильными и т. п. в составе полимеров волокна, α -метиленовыми группами в составе макромолекул ненасыщенных каучуков.

В табл. 11 показано влияние природы модификатора в составе резины на основе СКИ-3 и латекса в пропиточном составе на прочность связи с капроновым кордом.

Как видно из данных табл. 11, наибольшую прочность связи обеспечивает использование МФБМ, а динамическую выносливость — МФБМ или комбинация РУ + ГХПК. Применение МФБМ интересно еще и тем, что он снижает склонность резиновой смеси к подвулканизации и антискорчинги (N-нитрозодифениламин или фталевый ангидрид) из ее состава можно исключить. Участвуя в реакции структурирования каучука, МФБМ значительно расширяет энергетический спектр вулканизационных связей, и вследствие этого улучшается сопротивление резин термоокислительному и усталостному старению, что позволяет снизить (или даже исключить) дозировку противостарителей аминной природы в рецептуре резиновых смесей. Такое полифункциональное действие МФБМ позволяет несколько упростить рецептуру каркасных смесей, снизить набор применяемых ингредиентов.

С точки зрения упрощения технологии обработки корда, тканей и других материалов желательно стадию пропитки и последующей сушки исключить, но для этого необходима разработка таких модификаций волокна и рецептур резиновых смесей, которые обеспечат

Таблица 11. Значения прочности связи, достигаемые при использовании различных модификаторов и латексов

Модификатор	Латекс			
	ДМВП-10X + СКД-1	БНК-5/1,5	ДМВП-3X + СКД-1	ДСВП-15 + СКД-1
Прочность связи по Н-методу, Н				
РУ + БС-120	141	148	156	156
ГХПК	147	145	153	155
РУ + ГХПК	145	149	158	158
ТК	146	146	156	154
МФБМ	161	178	182	183
Выносливость при многократном сжатии, тыс. циклов				
РУ + БС-120	463	585	665	723
ГХПК	454	683	772	790
РУ + ГХПК	574	667	1407	1200
ТК	484	700	859	812
МФБМ	898	870	1500	1350

печили бы надежную и долговечную прочность непосредственной связи текстиль — резина. Применение названных выше модифицирующих систем пока не позволяет достичь таких же уровней прочности связи, как при использовании пропитанных кордов. Наилучшие результаты для резин на основе СКИ-3, СКИ-3 + СКД, СКИ-3 + БСК получаются при введении 4—6 ч. МФБМ на 100 ч. (по массе) каучука. Прочность связи таких резин с непропитанными вискозным и капроновым кордами оказывается несколько выше, чем резин, содержащих комбинацию РУ + БС-120, и кордов, пропитанных составом на основе латекса СКД-1.

1.3. ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ В ПРОИЗВОДСТВЕ РЕЗИНОВЫХ ИЗДЕЛИЙ

Основным подготовительным процессом при выпуске любых резиновых изделий является *приготовление резиновых смесей*; качество смешения во многом определяет технологические свойства промежуточных материалов и технические характеристики получаемых резин. Сложность состава резиновых смесей, различное агрегатное состояние исходных продуктов, большие различия в дозировках отдельных ингредиентов требуют большой тщательности при развеске и транспортировке материалов и строгого соблюдения технологического режима. Поэтому без высокого уровня механизации и автоматизации процесса невозможно добиться его стабильности и надежности в обеспечении требуемого качества резиновых смесей.

В принципе, технология смешения одинакова в различных производствах (шины, РТИ, обувь и др.) и основывается на исполь-

зовании резиносмесителей различной емкости и мощности. Однако можно отметить, что в шинной промышленности используют сравнительно небольшой круг каучуков общего назначения (НК, СКИ-3, СКД, БСК, бутилкаучуки) и до 40—50 видов ингредиентов, тогда как промышленность РТИ использует, кроме названных, до 30 типов каучуков специального назначения, и число применяемых ингредиентов намного больше (до 100). В подготовительных цехах шинных заводов обычно выпускают сравнительно небольшое число различных смесей, но в значительном объеме, что делает перспективным использование смесителей большой единичной мощности. На заводах РТИ картина обратная: готовится большое число различных смесей, но в меньших количествах, поэтому целесообразно применять резиносмесители меньшего объема.

Другое важное отличие заключается в том, что смеси, применяемые для РТИ, часто содержат большое количество наполнителей (до 120—140 ч. на 100 ч. (по массе) каучуков против 50—60 ч. в шинных резинах), а многие применяемые каучуки специального назначения характеризуются высокой исходной жесткостью. Поэтому необходимы смесители с более мощным приводом, в результате усиливается теплообразование при смешении, и проблема отвода теплоты также ограничивает объем смесительной камеры. В ряде случаев резиновые смеси для РТИ приготавливают на вальцах (до 12—15 % всех смесей).

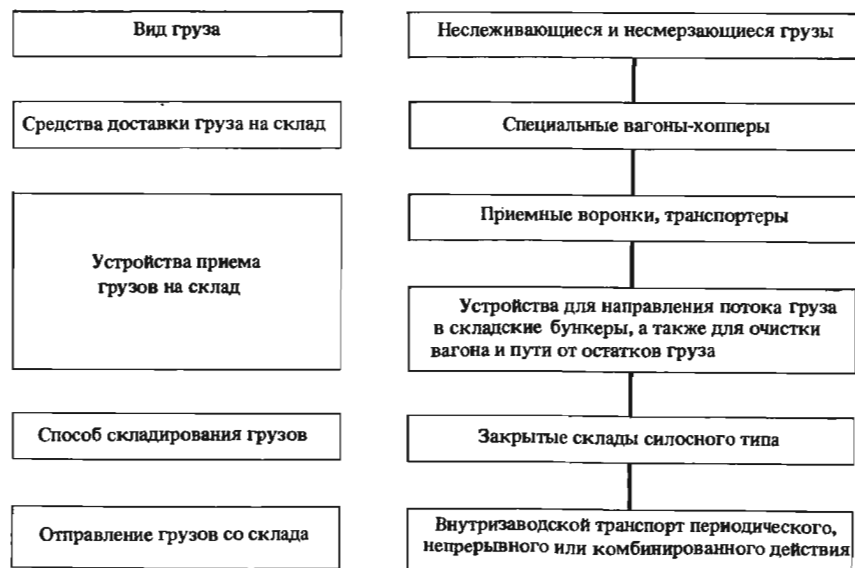


Рис. 10. Типовая схема комплексной механизации складов навалочных грузов (гранулированный технический углерод), поступающих на завод по железной дороге

1.3.1. Разгрузка, хранение и транспортировка сырья и материалов

Используемое в производствах резиновых изделий сырье очень разнообразно: каучуки, ингредиенты (сыпучие, кускообразные или жидкие), армирующие материалы, комплектующие детали. На сырье и материалы может приходиться до 90 % себестоимости изделия, поэтому вопросы минимизации потерь, правильной организации процессов разгрузки, хранения и внутризаводского перемещения продуктов играют важную роль.

Сырье поступает на заводы (чаще всего по железной дороге, иногда автотранспортом) упакованным в мешки, бочки, контейнеры, цистерны, специальные вагоны — хoppers и т. п. На крупном заводе резиновой промышленности количество поступающих материалов может достигать 900 т в сутки (только по резиновым смесям). Однако уровень технической оснащенности вспомогательных работ в 3—4 раза ниже, чем в основном производстве, и если перемещение грузов механизировано на 80—90 %, то погрузочно-разгрузочные работы — только на 25—30 %. Это не

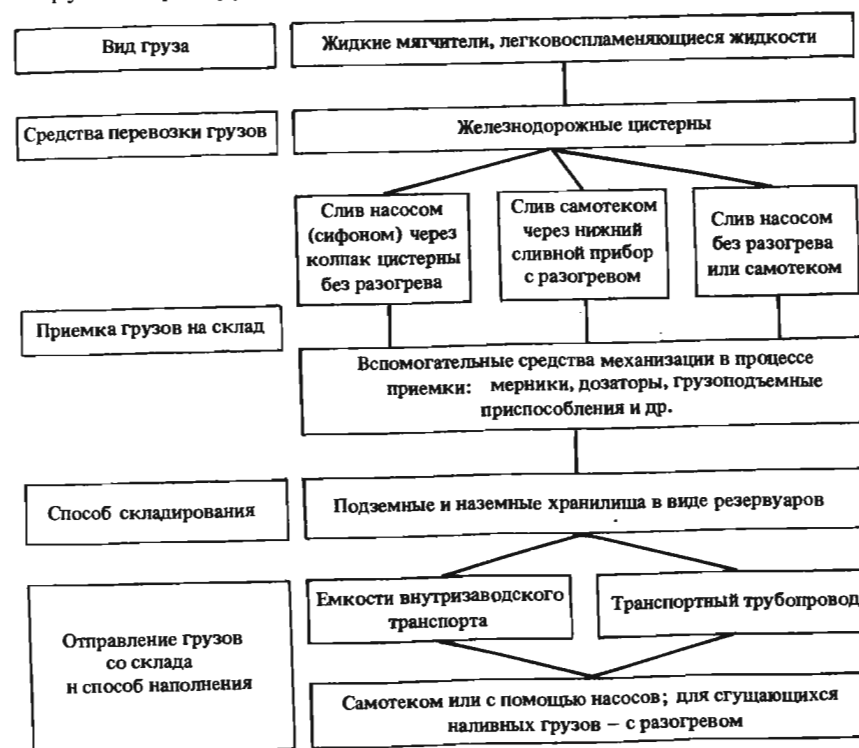


Рис. 11. Типовая схема комплексной механизации складов наливных грузов, прибывающих на завод по железной дороге

только требует затрат тяжелого физического труда, но и наносит ощутимый экономический ущерб. Опыт строительства новых заводов в СССР и за рубежом показывает, что часто значительно выгоднее вкладывать средства в повышение уровня механизации и автоматизации вспомогательных операций, чем заниматься дальнейшей модернизацией основного производства.

На рис. 10—12 представлены типовые схемы комплексной механизации операций разгрузки и складирования различных по товарной форме материалов. Разгрузка сыпучих материалов (навалочные грузы), способных перемещаться пневмотранспортом, а также жидких материалов (мягчители, растворители и т. д.), перекачиваемых насосами или сливаемых самотеком, особых сложностей не вызывает. Наиболее трудоемки в настоящее время операции со штучными материалами, способы переработки которых наиболее многообразны. Применение пакетирования при

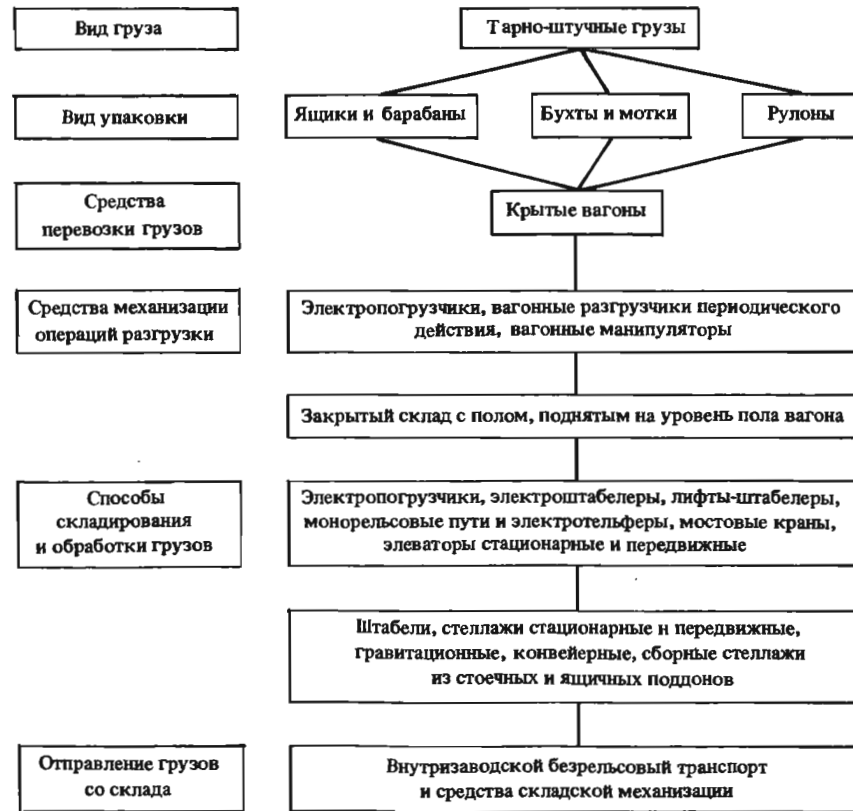


Рис. 12. Типовая схема комплексной механизации складов закрытого хранения штучных грузов, поступающих на завод по железной дороге

грузопереработке повышает производительность труда в 3—4 раза (а для мелкоштучной продукции — в 8—10 раз) по сравнению с обычными способами перевозки и складирования. Пакетоформирующие и пакетобвязочные машины типа автоматов с программным управлением могут заменить труд нескольких десятков человек.

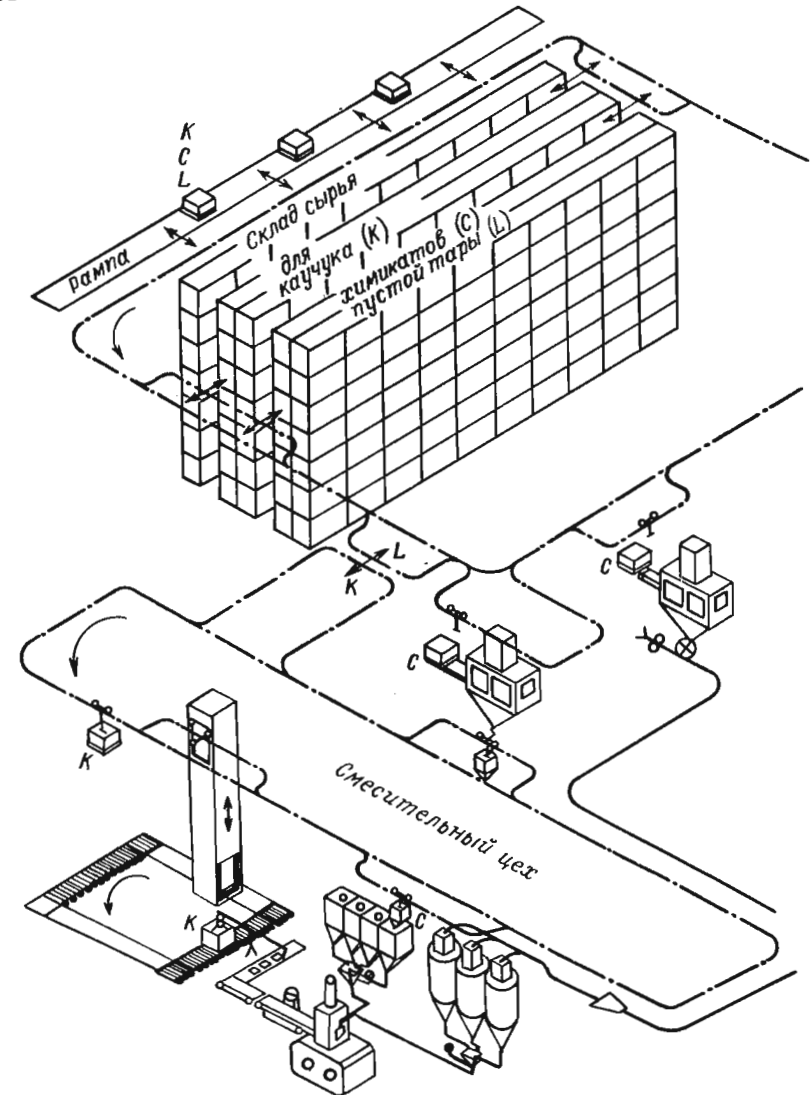


Рис. 13. Принципиальная схема склада сырья и транспортировки его в подготовительный цех

Во всем мире с каждым годом расширяется объем контейнерных перевозок, позволяющих в наибольшей степени механизировать и автоматизировать погрузочно-разгрузочные и транспортные операции. Однако внедрение этого метода — задача всего народного хозяйства, так как требуются вагоны с раздвижными стенками или откидными крышами, высокопроизводительные краны-штабелеры, на складах — ramпы специальной конструкции.

Для внутривозвратной перевозки материалов применяют многооборотные металлические стоечные складские поддоны (контейнеры), а также мягкие резинокордные контейнеры-бункеры для сыпучих материалов. Хранится сырье в стеллажных складах высотой 12—15 м и более (до 35 м на некоторых зарубежных заводах) и расходуется, как правило, по принципу «первым загружен — первым выгружен».

После разгрузки на ramпе подвесной толкающий конвейер (ПТК) принимает поддоны с материалами и передает их на тележки для транспортировки к стеллажам склада (рис. 13). Для подачи продуктов в цех приготовления резиновых смесей используют две системы. Ингредиенты, которые можно перемещать пневмотранспортной системой, загружают в нее через барабанный шлюзовый затвор с помощью мешкоразгрузочных машин. Далее материал подается к тем расходным резервуарам смесительного цеха, откуда поступил вызов. В другой транспортной системе ингредиенты разгружают из мешков в контейнеры, которые транспортируются в цех с помощью ПТК и автоматически разгружаются в расходные бункеры.

Поддоны с каучуками имеют опознавательный код, считываемый электронным устройством, и система управления ПТК смесительного цеха опознает сорт каучука и выводит соответствующий поддон к пославшему запрос смесителю. Здесь поддон подъемником транспортируется на уровень загрузки смесителя и устанавливается готовым к разгрузке. При больших расстояниях транспортировки (время в пути 30—40 мин) необходим своевременный вызов требуемых сортов каучуков со склада сырья.

1.3.2. Подача ингредиентов к смесителям и их дозирование

Каучуки. В 60—70-е годы подача каучуков к смесителям в основном осуществлялась с помощью электропогрузчиков или монорельсовыми транспортерными системами, при этом каждая кипа многократно (до 4—5 раз) перегружалась вручную.

Одним из решений, позволившим автоматизировать дозирование каучуков и реализованным в ПО «Днепрошина», явилось гранулирование каучуков, хранение запаса гранул в секционных бункерах и подача их пневмотранспортом в расходные бункеры смесителей. Однако такой способ требует больших затрат и на других заводах применения не нашел.

На некоторых шинных заводах транспортировка каучуков в брикетах предусматривается системой ленточных конвейеров с дозированием у резиносмесителей и автоматической загрузкой навески. Для каждого типа каучука имеется свой приемный конвейер, с которого брикеты поступают на систему распределительных транспортеров, расположенных параллельно линии размещения резиносмесителей. Каждый смеситель укомплектован изгибающимся ленточным конвейером и системой транспортеров (отпускной, весовой, сборный). По команде от ЭВМ с распределительного конвейера отбирается несколько брикетов требуемых каучуков, и после контроля массы навески осуществляется ее загрузка.

Более точное дозирование возможно при многократном делении брикета каучука на доли, из которых набирается необходимая доза, но такая система недостаточно автоматизирована и ненадежна.

На современных шинных заводах каучук по распределительным транспортерам (каждый для определенного типа каучука) перемещается в специальных ковшах вместимостью до 500 кг. При запросе навески от резиносмесителя по команде от ЭВМ приводятся в движение необходимые распределительные транспортеры, и в соответствии с заданным соотношением отсчитываются брикеты. Набранную с недостатком массы навеску транспортируют к резиносмесителю, где ее подвергают контрольному взвешиванию. Если недостаток массы превышает 2,5 кг, автоматически рассчитывается необходимое количество гранул маточной смеси той же марки, подаваемое в резиносмеситель для доведения объема загрузки до оптимального.

Оригинально решена проблема транспортирования и дозирования каучука фирмой «Фата», в которой дозирование каучука производится на участке централизованной развески, где установлено несколько автоматизированных линий для дозирования каучука типа ДАС-300, каждая из которых закреплена за определенным типом каучука. В машине имеется устройство для грубой резки брикета каучука на три части и устройство для тонкого реза, позволяющее отрезать от брикета полосы толщиной до 1—2 мм.

Цикл автоматического дозирования на установке ДАС-300 складывается из следующих стадий: перекладка брикетов каучука из контейнера на ленточный транспортер дозирочной машины посредством манипулятора с пневмоприсосками, снятие бумаги с брикета (если они уложены в бумажные мешки) с помощью механического приспособления, грубый рез брикетов и подача их в бункер для доведения суммарной массы навески каучука до значения, заданного рецептурой.

Технический углерод. Массовая доля технического углерода в резиновых смесях обычно находится на уровне 20—40 %, а в ряде случаев и более 50 %. Поэтому расход технического углерода различных марок в крупном подготовительном цехе составля-

ет 200—250 т/сут, а от бесперебойности и своевременности его подачи, точности дозирования и адресования во многом зависят качество продукции и ритмичность работы цеха.

Технический углерод как объект транспортирования обладает одним отрицательным свойством — высокой проникающей способностью, что выдвигает более жесткие требования к герметичности транспортных систем и средств хранения, так как нарушение герметичности транспортной системы (что часто имеет место при ее ремонте и техническом обслуживании или по другим причинам) приводит к загрязнению техуглеродом помещений цехов и окружающей среды.

Современная система подачи технического углерода из бункерного склада в подготовительный цех должна удовлетворять следующим требованиям:

высокая производительность (10—20 т/ч);

исключение загрязнения окружающей среды техуглеродом; минимальное разрушение гранул в процессе транспортирования;

возможность подачи по одной транспортной системе разных типов технического углерода при исключении возможности взаимного загрязнения;

низкие приведенные затраты на 1 т транспортируемого продукта;

высокая долговечность, эксплуатационная надежность и ремонтпригодность;

достаточно большая допустимая протяженность транспортера.

Из железнодорожных вагонов или цистерн технический углерод передается в емкости (силосы) склада хранения, а оттуда — в расходные емкости резиносмесителей. Если емкость склада хранения технического углерода сравнительно невелика, а в подготовительном цехе работает небольшое число резиносмесителей, целесообразно складские бункеры располагать над корпусом цеха. Это позволяет сократить протяженность транспортных систем и упростить их, так как подача технического углерода к дозаторам может осуществляться самотеком.

В настоящее время на заводах резиновой промышленности применяют следующие типы транспортных систем: винтовые и ленточные конвейеры, транспортеры с погружными скребками, пневмовакуумная и контейнерная подача.

Винтовые, скребковые и ленточные конвейеры могут транспортировать сыпучие материалы только в горизонтальном направлении или при небольших углах подъема. Поэтому для подачи технического углерода на более высокие уровни системы дополняют ковшовыми элеваторами. При использовании пневмовакуумного и контейнерного способов транспортировки ковшовые элеваторы не нужны.

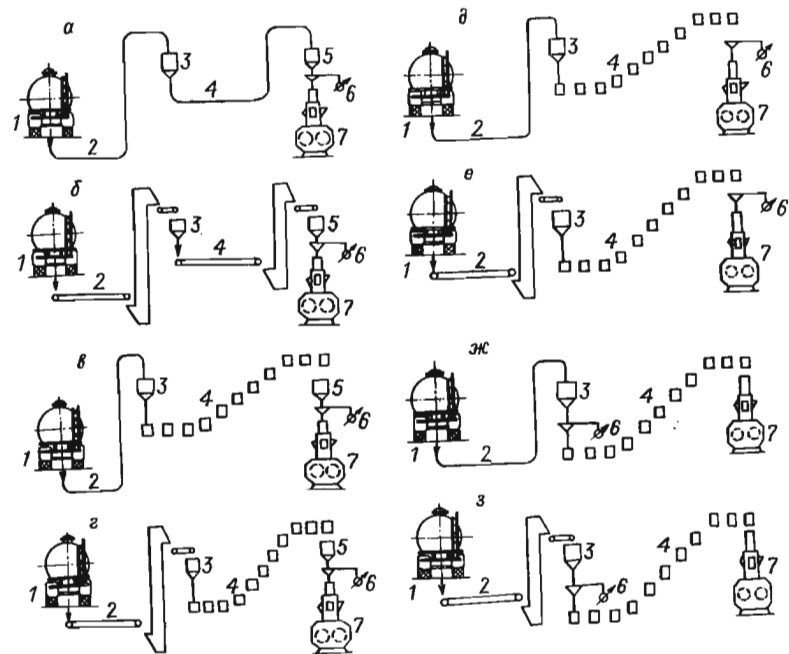


Рис. 14. Различные схемы подачи технического углерода с внешнего транспорта в подготовительный цех к резиносмесителям (пояснения см. в табл. 12)

Таблица 12. Характеристика подающих систем для техуглерода (ТУ) к смесителю и условные обозначения к рис. 14

Обозначение системы на рисунке	Способ транспортирования ТУ (2) от железнодорожного вагона (цистерны) (1) к силосному складу (3)	Способ транспортирования ТУ (4) от силосного склада (3) к расходным емкостям (5) резиносмесителя (7)	Способ развешивания (дозирования) ТУ (6)	Наличие расходных емкостей
a	Пневматический	Пневматический	Децентрализованный	Есть
б	Механический	Механический	То же	»
в	Пневматический	Подвесной толкающий конвейер (ПТК) в контейнерах	»	»
г	Механический	То же	»	»
д	Пневматический	»	»	Нет
е	Механический	»	»	»
ж	Пневматический	»	Централизованный	»
з	Механический	»	То же	»

На рис. 14 показаны, а в табл. 12 охарактеризованы различные варианты оформления транспортных систем для технического

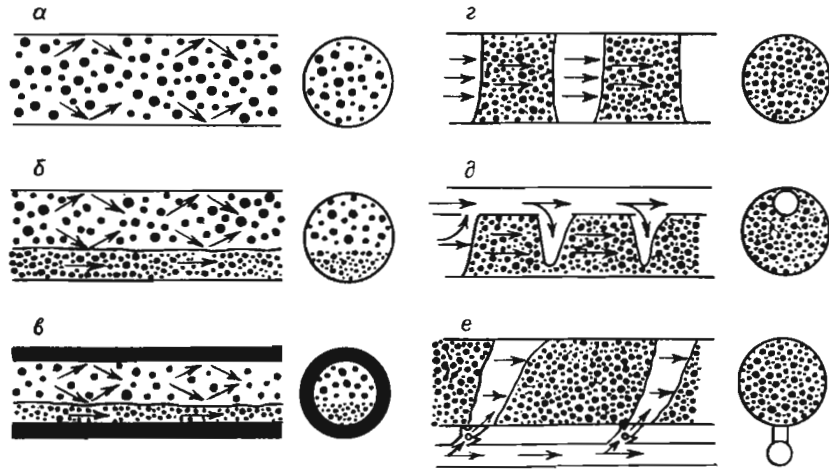


Рис. 15. Пневмотранспортные схемы подачи технического углерода или других сыпучих материалов:
 а — аэрозольная; б — флюид-лифт; в — флюид-флекс; г — по тактам партиями; д — флюид-стат; е — флюидная по партиям

углерода. В системах итальянской фирмы «Фата» применяют герметичные металлические или пластмассовые контейнеры, при этом их загрузка на складе, адресование и выгрузка в расходные бункеры полностью автоматизированы.

Пневмотранспортные системы весьма разнообразны по характеру перемещения материала (рис. 15) и техническим характеристикам (табл. 13).

Как видно из таблицы, одна из наиболее экономичных в эксплуатации — флюидная подача партиями, пример использования которой для транспортировки технического углерода к силосам склада хранения приведен на рис. 16. Установка может работать с несколькими типами технического углерода, обеспечивая высокую герметичность и отсутствие потерь материала в окружающую атмосферу.

Сопоставительный анализ различных систем подачи технического углерода (выполненный в НИИШПе) приведен в табл. 14.

Ингредиенты. Дозирование ингредиентов может быть централизованным, децентрализованным и комбинированным. При *централизованной* системе дозирующее оборудование сосредоточено на одном участке и обеспечивает работу нескольких резиносмесителей. Навески ингредиентов доставляют в контейнерах или другой таре либо непосредственно к смесителям, либо на промежуточный склад, а отсюда — по мере необходимости — к смесителям. Последний вариант обеспечивает большую устойчивость технологического процесса.

Таблица 13. Характеристика пневмотранспортных систем

Критерии выбора	Аэрозольная подача	«Флюид-лифт»	«Флюид-флекс»	Подача по тактам партиями	«Флюид-стат»	Флюидная подача по партиям
Главная область применения	Все сыпучие навалочные материалы	Сыпучие, псевдоожидаемые навалочные материалы	Слетка прилипавшие продукты, такие как пастообразный ПВХ, диоксид титана, порошкообразный техуглерод	Крупнозернистые навалочные материалы, порошковые образцы при определенных условиях	Псевдоожидаемые (мелкозернистые) навалочные материалы	Навалочные материалы с зернистостью от мелкой до крупной
Размер зерен, мм	До 40	До 2	До 0,1	0,5 ÷ 10	До 2	До 6
Максимальная длина подачи, км	0,3	1,0	0,2	1,0	0,3	0,3
Максимальная производительность, т/ч	600	100	50	50	100	100
Скорость подачи, м/с	10 ÷ 50	10 ÷ 30	8 ÷ 30	2 ÷ 6	2 ÷ 20	2 ÷ 20
Разрушение зерен	Умеренное	Незначительное	Незначительное	Почти нет	Очень незначительное	Очень незначительное
Требуемое количество воздуха	От нормального до высокого	Нормальное	Нормальное	Незначительное	Очень малое	Очень малое
Потребление энергии	То же	»	»	Низкое	Низкое	Низкое
Режим (всасывание/нагнетание)	Всасывание/нагнетание	Нагнетание	Нагнетание	Нагнетание	Нагнетание	Нагнетание
Давление, МПа	— 0,05 ÷ 0,1	0,05 ÷ 0,2	0,05 ÷ 0,2	0,05 ÷ 0,6	0,05 ÷ 0,6	0,05 ÷ 0,6

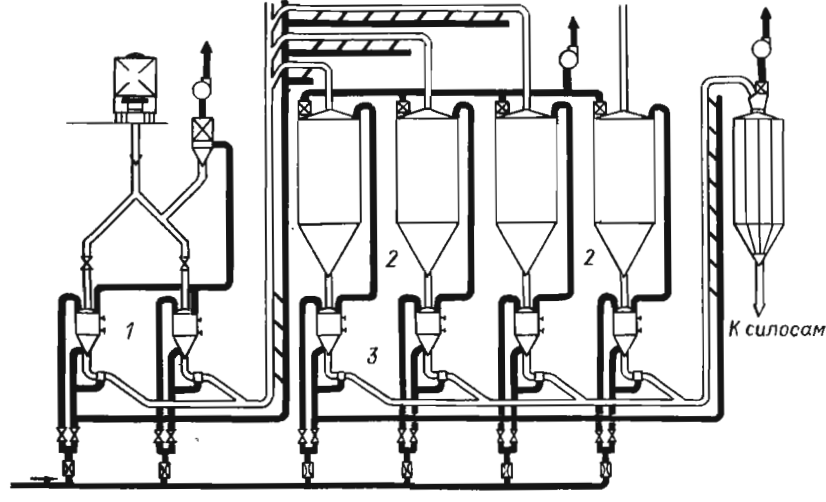


Рис. 16. Технологическая схема флюидной подачи по партиям технического углерода на склад:

1 — емкости для разгрузки из цистерн или железнодорожных вагонов; 2 — напорные резервуары для загрузки в силосное хранилище; 3 — распределительные узлы; — рабочие трубопроводы, — сопутствующие трубопроводы, — аспирация

При большой мощности подготовительного цеха обычно организуют несколько участков централизованной развески, каждый из которых закреплен за определенным числом резиносмесителей. При этом число циркулирующих контейнеров может достигать 2—3 тыс. штук, что усложняет работу системы. В последние годы вместо контейнеров начали использовать полиэтиленовые пакеты, загружаемые вместе с ингредиентами в резиносмеситель. Управление участком централизованного дозирования и транспортными распределительными системами возлагается на ЭВМ.

Достоинством централизованных систем являются высокая точность дозирования, универсальность и маневренность, так как на участке развески можно установить любое число бункеров и навеску любого ингредиента можно отсылать к каждому из смесителей. Кроме того, вблизи резиносмесителей не устанавливаются бункеры, весы и другое вспомогательное оборудование, что облегчает проведение ремонтов, повышает надежность основного аппарата.

Есть у централизованной развески свои недостатки: при отказе в работе на участке развески или в системе распределения прекращается работа смесительных агрегатов; сохраняется ручной труд по перекладке навесок на загрузочный транспортер;

при применении полиэтиленовых пакетов большие навески приходится делить на несколько частей. Кроме того, необходимо

Таблица 14. Сопоставительные данные по различным системам подачи технического углерода из бункерного склада в подготовительный цех

Сопоставляемые характеристики	Типы транспортных систем				
	винтовые конвейеры	скребковые конвейеры	пнеumo-вакуумная подача	ленточные конвейеры	контейнерная система на основе ПТК
Производительность одной линии, т/ч	6	6	1,5—2,0	13	27
Стоимость оборудования, включая систему управления, руб./пог. м	240	332	—	436	126
Стоимость монтажа, руб./пог. м	14	15	—	36	46
Стоимость металлоплощадки, руб./пог. м	45	45	—	45	Не требуется
Металлоемкость, кг/пог. м	125	185	—	109	100
Установленная мощность, кВт/пог. м	0,12	0,2	—	0,12	0,04
Протяженность уплотняемых стыков, м/пог. м	2,3	4,4	—	5,4	0,1
Степень загрязнения окружающей среды	Значительная	Значительная	—	Значительная	Практически отсутствует
Степень разрушения гранул	»	»	Значительная (20%)	Средняя (12%)	Малая (4%)
Возможность последовательной подачи по одной линии различных типов теуглерода	Невозможна, так как не исключаются смешивание различных типов теуглерода	Имеется	Исключена	Возможна при чистке системы	Возможна
Возможность загрязнения другим типом теуглерода	Имеется	Имеется	Исключена	Имеется	Исключена
Эксплуатационная гибкость системы: относительно производственных пиков при изменении производственной программы	Низкая	Низкая	Низкая	Высокая	Высокая
	»	»	»	»	»

принимать специальные меры для предупреждения неудовлетворительного распределения полиэтилена в некоторых типах каучуков (особенно низковязких), применять полиэтилен с температурой плавления не выше 70 °С, толщина пленки должна быть не более 50 мкм.

При *децентрализованной* развеске каждый резиносмеситель оснащается оборудованием для дозирования компонентов, применяемых в данных резиновых смесях. При этом число компонентов ограничивается числом бункеров смесителя, и такие системы применяют на предприятиях с узким ассортиментом резиновых смесей (например, шинных заводах). Навески можно загружать либо непосредственно в горловину смесителя, либо на сборный транспортер.

Избирательное дозирование компонентов смеси, подготовка и подача взвешенных ингредиентов в смеситель, управление процессом смешения, отсчет количества качественных и бракованных заливок проводятся с помощью ЭВМ автономно для каждого смесителя. Поэтому нарушение нормальной работы какого-либо элемента схемы влияет на работу только одного смесителя.

К недостаткам децентрализованной развески можно отнести ограниченность числа устанавливаемых бункеров и, как следствие, малую маневренность системы, более низкую точность дозирования ингредиентов, большую металло- и энергоемкость по сравнению с централизованной развеской.

Комбинированные системы дозирования ингредиентов сочетают системы с индивидуальной оснасткой смесительных агрегатов и централизованные системы для дозирования ингредиентов смесей на группу смесительных агрегатов. Децентрализованным способом дозируют, как правило, ингредиенты, навески которых имеют относительно большую массу и применяются в большей части смесей: мел, каолин, хайсил, оксид цинка и другие светлые ингредиенты. Централизованным способом целесообразно дозировать и упаковывать в полиэтиленовые мешки сыпучие ингредиенты, навески которых не превышают 10 кг, а также ингредиенты, которые используются для ограниченного числа смесей.

Комбинированные системы дозирования, как более универсальные и гибкие, получают все большее распространение. Доминирующая роль участка централизованной развески технически оправдана, так как в этом случае наряду с высокой степенью автоматизации достигаются высокая точность дозирования, повышенная маневренность и при изменении производственной программы, и в аварийных ситуациях, широкие возможности для корректировки рецептуры. В СССР выпускаются упаковочные агрегаты (например, АУ-ЗА, АУ-10), которые развешивают ингредиенты и одновременно упаковывают их в полимерную пленку. Навески в пакетах укладываются в накопители, которые по транспортной системе подаются к резиносмесителям.

Жидкие материалы. Подготовка жидких материалов, поступающих для приготовления смесей, заключается в том, чтобы обеспечить их транспортабельность по трубам и хранение в промежуточных емкостях перед дозированием без изменения их физико-механических свойств. Большая часть легкоплавких материалов, обладающих повышенной вязкостью, требует подогрева и поддержания определенной температуры как в процессе хранения, так и при транспортировании. Качественная подготовка жидких материалов обеспечивает надежную работу насосов, клапанов, приборов учета, дозирующих устройств, которые весьма чувствительны к коксующимся веществам и твердым осадкам.

Дозируют жидкие материалы двумя методами — объемным и весовым. Объемный метод дозирования менее точен по сравнению с весовым, так как зависит от вязкости жидкости, ее температуры и других факторов. Весовой метод дозирования жидких материалов и способ подачи их в смесительный агрегат для резиновых смесей наиболее широко распространен.

В соответствии с режимами приготовления смесей продолжительность операций дозирования жидких материалов должна составлять 1—2 мин.

1.3.3. Приготовление резиновых смесей

В настоящее время основное количество резиновых смесей получают по одно- или двухстадийной схемам с использованием роторных резиносмесителей периодического действия и червячных или валковых машин для доработки (гранулирования, листования, стрейнирования и т. п.) получаемых смесей. На рис. 17 показан один из вариантов такого технологического процесса с гранулированием маточной смеси и проведением второй стадии смешения в том же аппарате.

Вопрос о выборе выпускной формы маточных смесей — гранулы или лента (лист) — весьма сложен.

Применение маточных смесей в гранулированном виде позволяет автоматизировать дозирование маточных смесей на второй стадии смешения; перемешивать смеси при охлаждении и хранении, что позволяет усреднять качество заливок, обеспечивая стабильность свойств при последующей обработке смесей. Недостаток гранулированных резиновых смесей в том, что при транспортировании и хранении на стенках пневмомагистралей, в барабанах для охлаждения и вращающихся складских барабанах происходит осаждение частиц адгезива в виде небольших зерен. Эти частицы время от времени отделяются от стенок и попадают в резиновую смесь; при дальнейшей обработке эти частицы не диспергируются, что приводит к браку при экструзии (шприцевании) и каландровании. Способ гранулирования маточных смесей требует больших капитальных затрат (по стоимости оборудования

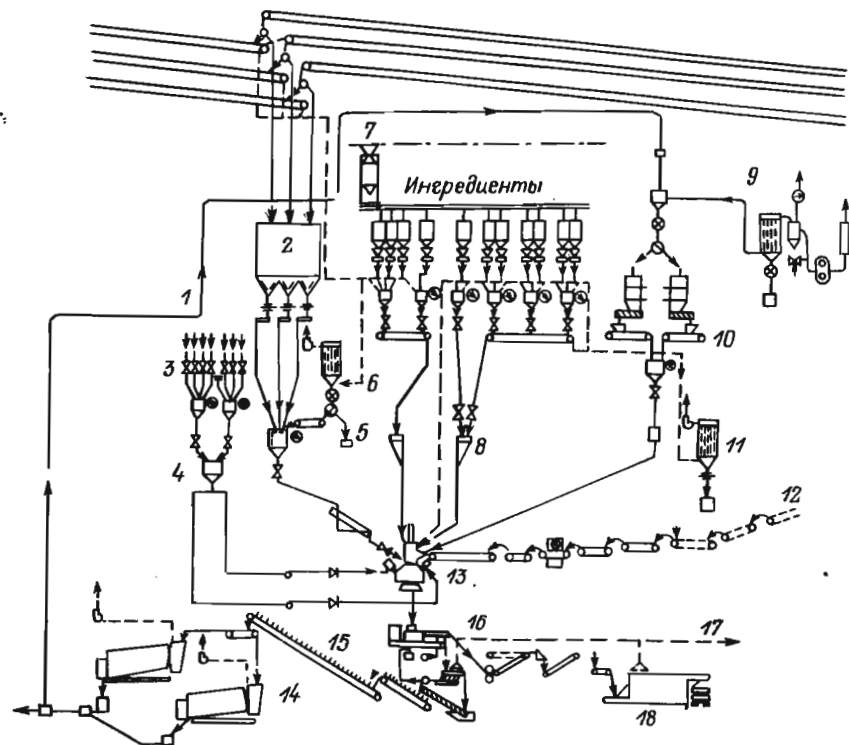


Рис. 17. Технологическая схема приготовления резиновых смесей на производственной линии с резиносмесителями объемом 620 дм³:
 1 — пневмотранспорт гранул маточных смесей; 2 — расходные бункеры техуглерода; 3 — дозирование мягчителей; 4 — продувочная емкость; 5 — дозирование техуглерода; 6 — дозирование серы и ускорителей; 7 — система подачи ингредиентов; 8 — дозирование ингредиентов; 9 — циклон; 10 — дозирование маточной смеси; 11, 17 — удаление пыли; 12 — дозирование каучуков; 13 — резиносмеситель; 14 — охлаждающие барабаны; 15 — элеватор; 16 — экструдер; 18 — фестонная установка

на 34 %, по площади на 20 %), но дает выигрыш в трудозатратах (примерно вдвое).

Преимуществом листового способа хранения маточных смесей является более высокая степень унификации производства (однотипные транспортные системы и склады, однотипное оборудование для обработки и охлаждения маточных смесей и готовых резиновых смесей и др.), более низкая энергоемкость технологического процесса, меньшие производственные площади и металлоемкость оборудования. Листовая форма выпуска маточных и готовых смесей считается в последнее время универсальной и более целесообразной.

Получаемые резиновые смеси либо после охлаждения складываются в виде, удобном для последующей переработки, либо в го-

Таблица 15. Продолжительность операций при приготовлении резиновых смесей

Тип операций	Длительность операций, мин	
	1-я стадия	2-я стадия
Вспомогательные:		
разгрузка и подготовка аппарата к следующему циклу	0,5	0,45
загрузка каучуков (маточных смесей) и ингредиентов	0,3—0,7	0,3
Основная: смешение под давлением		
Общая длительность цикла	3,0—3,5	1,75

рячем виде прямым потоком транспортируются к потребителям: на каландровые линии, протекторные агрегаты и т. п. В последнем случае сокращаются площади производственных цехов и отпадает необходимость в разогреве смесей перед подачей в машины теплового питания. Но прямой поток имеет и существенные недостатки: отказ в работе любой машины приводит к простоям всей линии, производительность смесительного оборудования лимитируется скоростью переработки резиновых смесей, затруднены оптимизация температурного режима процесса смешения, организация питания перерабатывающей машины двумя или тремя типами смесей, переход с одного шифра смеси на другой и пр.

При установке на 1-й и 2-й стадиях смешения широко распространенных резиносмесителей 250/40 и 250/30 не удастся достичь высокой степени использования оборудования. Сопоставление продолжительности операций по стадиям смешения (табл. 15) показывает, что на основные операции приходится только 60—70 % технологического времени, а меньшая продолжительность смешения на 2-й стадии делает неизбежным простой этого аппарата.

Использование резиносмесителей большей единичной мощности (до 650 дм³) позволяет уменьшить долю вспомогательных операций в 2,5—3 раза (в расчете на 1 кг резиновой смеси). Для обеспечения равномерной загрузки оборудования 1-й и 2-й стадий смешения предложено несколько вариантов технологических схем: использование на 1-й стадии смесителя большей мощности, уменьшение времени смешения на 1-й стадии за счет увеличения частоты вращения роторов до 60—80 мин⁻¹, проведение обеих стадий процесса последовательно в одном аппарате с универсальной обвязкой (табл. 16). В последнем варианте маточная смесь проходит промежуточный склад, с которого отбирается по мере необходимости на 2-ю стадию смешения. Использование оборудования нового поколения — резиносмесителей, червячных дорабатывающих машин, червячных машин холодного питания — позволяет

Таблица 16. Некоторые варианты схем, выравнивающие использование оборудования

1-я стадия		2-я стадия	
Свободный объем резиносмесителя, дм ³	Длительность цикла, мин	Свободный объем резиносмесителя, дм ³	Длительность цикла, мин
620	3	370	1,75—2
620	3	2×250	1,75—2
370 (с универсальной обвязкой)	2	370 (с универсальной обвязкой)	2

перерабатывать жесткие резиновые смеси при высоком качестве смешения.

Для изготовления резиновых смесей в мировой практике применяются резиносмесители со свободным объемом смесительной камеры 45, 60, 230—270, 330—370, 620—650 и 800—860 дм³ и другие, с двух- или четырехлопастными роторами и частотой вращения роторов до 60—80 мин⁻¹. Резиносмесители могут комплектоваться приводом с постоянной, ступенчато (2—3 ступени) регулируемой или плавно регулируемой частотой вращения роторов (табл. 17).

Для первой стадии смешения (изготовление маточных смесей) применяют резиносмесители с объемом смесительной камеры до 620—860 дм³ и частотой вращения роторов 40—50 мин⁻¹. Резиносмесители 1-й стадии работают обычно в сочетании с гранулирующей (листующей) или дорабатывающей червячной машиной типа «Трансфермикс» или фирмы «Фарелл», ЕК и др. Использование дорабатывающих червячных машин позволяет повысить производительность технологической линии резиносмешения на 10—15 % за счет сокращения цикла смешения в резиносмесителе периодического действия либо добиться повышения качества смешения при сохранении производительности.

Вальцы, хотя и потеряли доминирующее значение в процессе изготовления резиновых смесей, однако остаются важным и необходимым звеном современного подготовительного цеха. Ассортимент применяемых валцов достаточно широк, но в крупных производствах наиболее распространены аппараты с длиной вала 1500—2100 мм и диаметром 550—800 мм.

В технологическую схему современного подготовительного цеха кроме специализированных линий для маточных или готовых смесей, как правило, включаются линии с универсальной обвязкой, предназначенные для изготовления как маточных, так и готовых резиновых смесей, а также для их повторной обработки. Включение в технологическую схему универсальных линий позволяет повысить технологическую маневренность комплекса оборудования, гибко изменять программу в случае производственных

Таблица 17. Характеристика резиносмесителей периодического действия (СССР)

Размерный ряд резиносмесителей	Частота вращения роторов, мин ⁻¹ (пред. откл. для каждого заданного значения ±1 мин ⁻¹)		Расчетное давление на смесь, создаваемое верхним затвором (при давлении воздуха 0,8 МПа), МПа, не менее	Габаритные размеры, мм, не более			Удельный расход электроэнергии, кВт·ч/кг, не более	Масса, т, не более
	тихоходного	быстроходного		длина	ширина	высота		
4,5/20-140	17,4—122,0	20—140	0,600	3200	1200	2100	1,20	3,0
18/20; 30; 40; 60	20; 30; 40; 60	20; 30; 40; 60	0,150	4500	1500	2500	0,70	7,78
71/12; 17; 23; 35	10,2; 15,5; 20,7; 31,0	11,5; 17,5; 23,5; 35,0	0,615	8500	4500	4500	0,42	29,00
250/20	17,0	20,0	0,665	10000	5000	6000	0,19	63,5
250/30	25,0	30,0	0,665	10000	5000	6000	0,27	63,5
250/40	33,5	40,0	0,665	10000	5000	6000	0,19	63,5
250/15-60	15—60	15—60	0,665	10000	5000	6000	0,54	75,00
250/10-40	8,5—33,5	10—40	0,665	10000	5000	6000	0,73	74,00
250/40-80	33,5—67	40—80	0,665	10000	5000	6000	0,30	72,00
370/10-60	8,5—51	10—60	0,665	11000	6000	7000	0,28	120,00
630/50	42,5	50,0	0,665	14000	8000	9000	0,30	175,00
630/15-50	12,5—42,5	15—50	0,665	14000	8000	9000	0,30	190,00

Примечания. 1. В обозначении резиносмесителей цифры в числителе означают свободный объем смесительной камеры (дм³), в знаменателе — частоты вращения роторов (мин⁻¹).

2. Коэффициент загрузки смесительной камеры 0,47—0,85.

3. Габаритные размеры регламентированы без учета габаритных размеров отдельно стоящих шкафов и пультов управления, насосных станций и других изделий, место расположения которых выбирает потребитель.

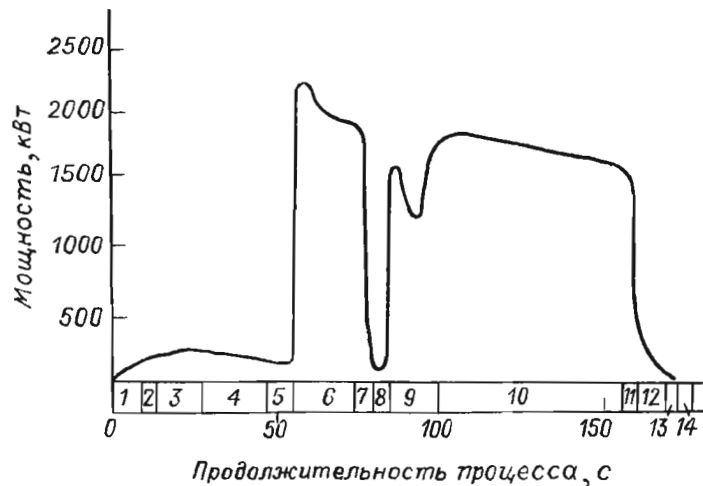


Рис. 18. Диаграмма потребления мощности по операциям и времени для 1-й стадии изготовления протекторной смеси в резиносмесителе вместимостью 620 дм³

пиков и в аварийных ситуациях, повысить коэффициент использования оборудования.

Ведутся интенсивные изыскания в области создания резиносмесителей непрерывного действия. Пока ни один из уже имеющихся смесителей такого типа не нашел широкого практического применения при изготовлении наполненных техническим углеродом резиновых смесей. Применяют в отдельных случаях комбинации

Таблица 18. Циклограмма 1-й стадии приготовления протекторных смесей

№ по пор.	Операция	Продолжительность операции, с	
		начало	конец
1	Загрузка каучуков и ручных навесок	0	10
2	Закрытие откидной дверцы	10	13
3	Загрузка сыпучих ингредиентов	13	28
4	Загрузка техуглерода	28	48
5	Опускание верхнего пресса	48	55
6	Смешение с техуглеродом	55	75
7	Поднятие верхнего пресса	75	80
8	Опускание верхнего пресса	80	85
9	Ввод жидких мягчителей	85	100
10	Смешение с мягчителями	100	160
11	Открытие нижнего затвора	160	162
12	Выгрузка смеси	162	172
13	Закрытие нижнего затвора	172	175
14	Поднятие верхнего пресса и открытие откидной дверцы	175	180



Рис. 19. Диаграмма потребления мощности по операциям и времени для 2-й стадии изготовления протекторной смеси в резиносмесителе вместимостью 620 дм³

непрерывных смесителей типа «Трансфермикс» с аппаратами периодического действия.

В качестве примера рассмотрим двухстадийный процесс приготовления протекторных смесей в подготовительном цехе шинного завода (рис. 17). На первой стадии используют смеситель с рабочей камерой вместимостью 620 дм³ и частотой вращения роторов 50 мин⁻¹. Порядок загрузки ингредиентов и продолжительность отдельных операций приведены в табл. 18. Жидкие мягчители вводят подогретыми до 80—90 °С. В зависимости от характера проводимой операции потребляемая мощность меняется (рис. 18), достигая максимума в начале смешения с техническим углеродом. Температура процесса регулируется подачей в зоны камеры, ротора и нижнего затвора воды с температурой 30—40 °С. Через заданное время (или при достижении температуры 150 °С) смесь выгружают и дорабатывают на экструдере-грануляторе. Гранулы маточной смеси опрыскивают антиадгезионным соста-

Таблица 19. Циклограмма второй стадии приготовления протекторных смесей

№ по пор.	Операция	Продолжительность операции, с	
		начало	конец
1	Загрузка гранул	0	7
2	Закрытие откидной дверцы	7	10
3	Загрузка ускорителей	10	35
4	Опускание верхнего пресса	35	40
5	Смешение под давлением	40	115
6	Открытие нижнего затвора	115	118
7	Выгрузка смеси	118	128
8	Закрытие нижнего затвора	128	131
9	Подъем верхнего пресса и открытие откидной дверцы	131	136

вом и после охлаждения в барабанах подают в складские емкости. Срок хранения гранул — не более 12 ч.

Вторую стадию смешения проводят в таком же аппарате, но с частотой вращения роторов 30 мин^{-1} . Порядок чередования операций и диаграмма потребления мощности для этой стадии приведены в табл. 19 и на рис. 19 соответственно. Через заданное время (или по достижении температуры 114°C) смесь выгружают и дорабатывают на экструдере с валковой головкой. Далее смесь в виде листа толщиной 8—10 мм и шириной 1200 мм при помощи транспортера подают в установку фестонного типа, где ее охлаждают примерно до 40°C , сушат и укладывают на поддоны.

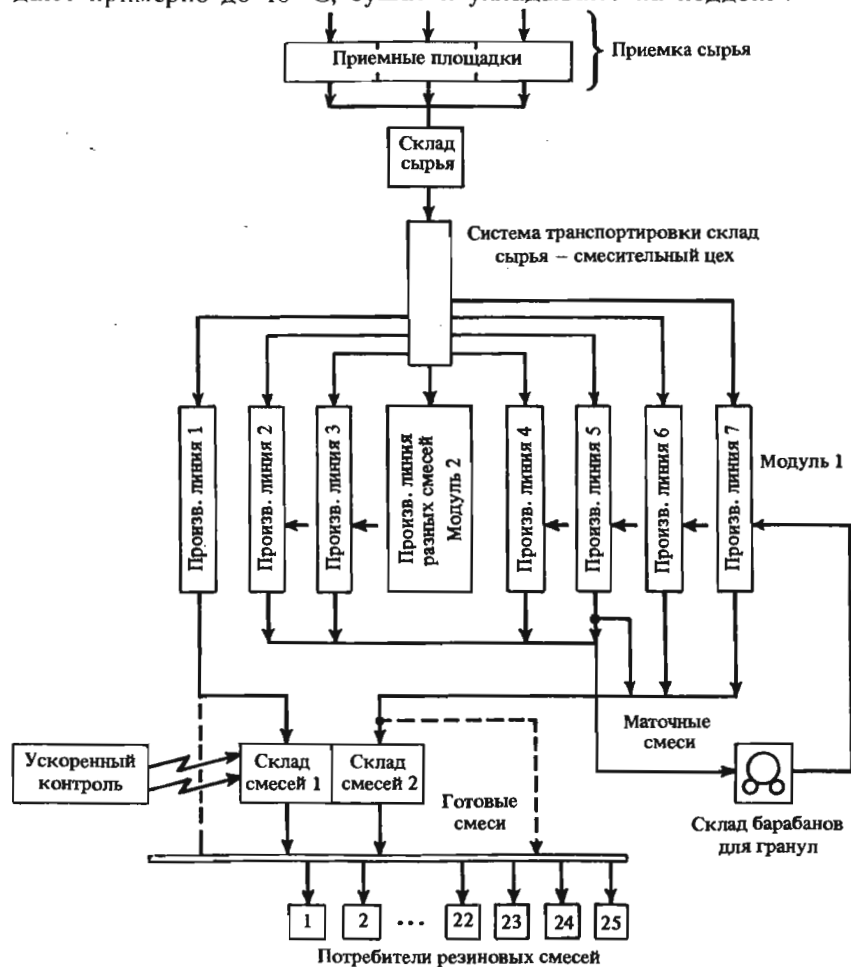


Рис. 20. Принципиальная схема гибкого производства из модулей — производственных линий на основе резиносмесителей вместимостью 370 дм^3 с универсальной обвязкой

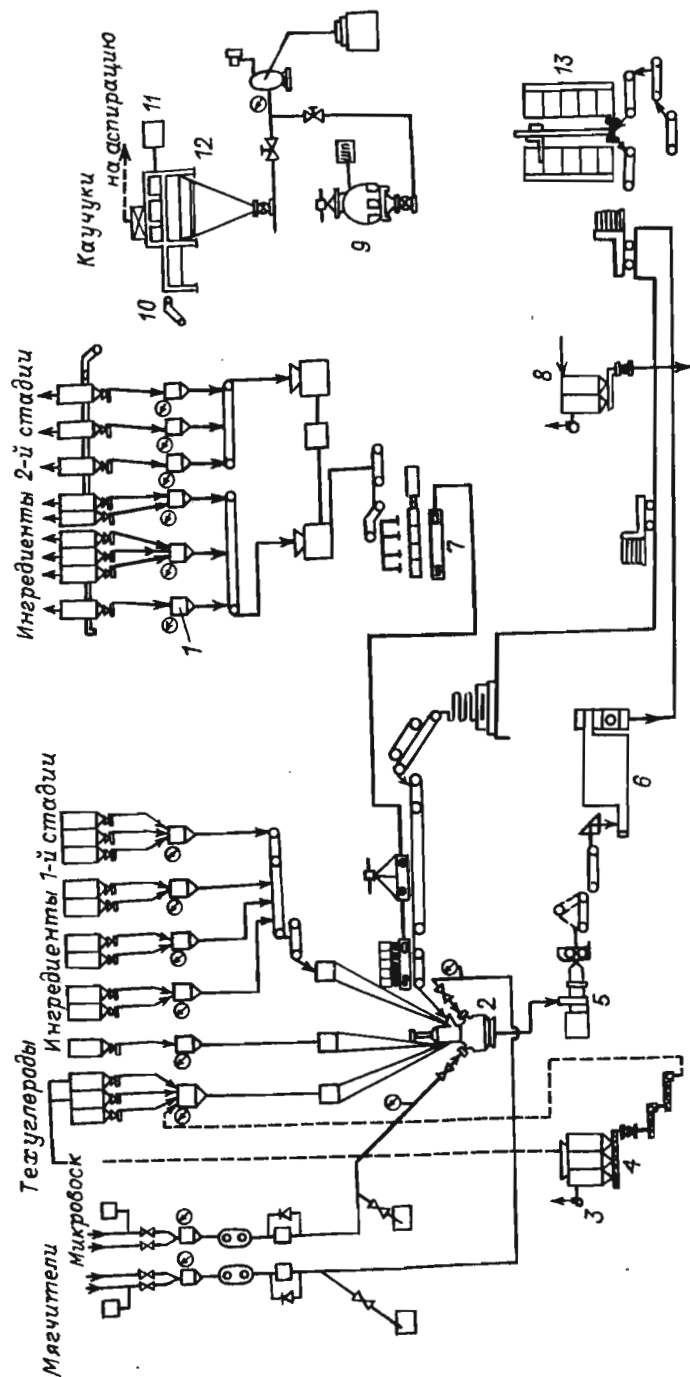


Рис. 21. Технологическая схема изготовления резиновых смесей на производственной линии АТК-3 с резиносмесителем вместимостью 370 л :
 1 — автоматические весы; 2 — резиносмеситель РС 370/10-60; 3, 8 — аспирационные фильтры; 4 — винтовой конвейер; 5 — червячный агрегат АЧЛ-1200; 6 — фестонная установка; 7 — контейнер; 9 — резиновый контейнер; 10 — лейточный транспортер; 11 — шкаф пневмо-аппаратуры; 12 — растарочная машина; 13 — склад резиновых смесей

Схемы с резиносмесителями большого объема наиболее целесообразны для шинных заводов, потребляющих в больших количествах однотипные смеси. Несколько лет эксплуатации таких подготовительных цехов выявили ряд недостатков. Очевидно, области их наиболее оптимального применения будут уточняться. По-видимому, более рационально построение гибких производств на основе универсальных, легко перестраиваемых линий (модулей), из которых можно набирать подготовительный цех любой необходимой мощности. Принципиальная схема такого производства представлена на рис. 20.

Современные автоматизированные технологические комплексы АТК-1, АТК-2, АТК-3 используются в качестве таких элементов подготовительного цеха. Наиболее приемлемой для многих производств является линия АТК-3 (рис. 21), в которой использован резиносмеситель 370/10-60 (объем рабочей камеры 370 дм³) с плавным регулированием частоты вращения роторов и универсальной обвязкой. Под смесителем установлен червячный агрегат с валковой головкой (АЧВЛ-1200) для доработки резиновой смеси, обеспечивающий переработку 3—8 т смеси в час. Такую же производительность имеет фестонная установка АФТ «В», входящая в состав агрегата.

2. ТЕХНОЛОГИЯ ШИННОГО ПРОИЗВОДСТВА

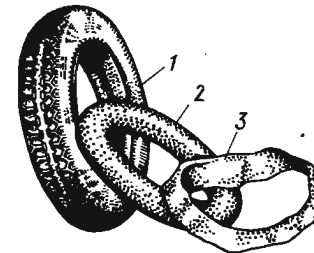
2.1. УСТРОЙСТВО И КЛАССИФИКАЦИЯ ШИН

Основным назначением шин является смягчение и гашение ударов, толчков и других динамических нагрузок, возникающих при движении автомобиля или другого наземного транспортного средства. Шины появились раньше автомобиля, и современная их конструкция является результатом творческого труда и изобретательности многих поколений инженеров и ученых во всем мире. Непрерывно совершенствуемая техника отраслей машиностроения предъявляет все более высокие требования к продукции шинной промышленности — обеспечению безопасности и топливной экономичности, увеличению нагрузок и скорости движения, бесшумности и комфортабельности, обеспечению необходимого сцепления на дорогах с различными типами покрытий, а также по бездорожью (пахоте, снегу, заболоченной местности и т. п.).

Существуют шины массивные и пневматические, различающиеся по амортизирующей способности и принципу работы при гашении толчков и ударов. *Массивные шины* — это монолитный резиновый массив, жестко закрепленный на ободе колеса или специальном бандаже. Эксплуатационные характеристики такой

Рис. 22. Основные элементы пневматической шины:

1 — покрышка; 2 — камера; 3 — ободная лента



шины определяются механическими свойствами резины, и вследствие недостаточной высокой деформируемости массивные шины обладают сравнительно низкой амортизирующей (виброизолирующей) способностью. Поэтому они находят довольно ограниченное применение в основном для внутризаводского транспорта и других машин, работающих при малых скоростях.

Значительно большее распространение получили *пневматические шины*, представляющие собой упругие оболочки, жестко монтируемые на ободе колеса и наполняемые сжатым воздухом. Упругость шины обусловлена давлением воздуха во внутренней ее полости, поэтому пневматические шины легче деформируются при контакте с неровностями дороги и обладают лучшей амортизирующей способностью. Сжатый воздух придает шине необходимую жесткость, что дает возможность передавать тяговое усилие двигателя на дорогу и сохранять устойчивость автомобиля при движении.

Обычно пневматическая шина состоит из камеры, покрышки и ободной ленты (рис. 22). *Камера* представляет собой торообразную эластичную резиновую трубку, снабженную вентилем для входа и выхода воздуха, и предназначена для обеспечения герметичности пневматической шины. Размеры камеры всегда несколько меньше размеров внутренней полости покрышки, что облегчает монтаж шины и предотвращает образование складок. Однако вследствие этого резина камеры в рабочем состоянии всегда испытывает определенную деформацию растяжения, и это является причиной быстрого разрастания прокола или пореза, случайно образовавшегося при эксплуатации шины. На внешней поверхности камеры имеется ряд кольцевых выступов высотой 0,4—0,8 мм и шириной 1—2 мм, что облегчает удаление воздуха из пространства между камерой и внутренней поверхностью покрышки при накачивании собранной шины и предотвращает образование пузырей воздуха между ними при эксплуатации (вследствие некоторой газопроницаемости стенки камеры). Часть камеры, прилегающую к ободу колеса (или к ободной ленте), называют бандажной, а прилегающую к покрышке в зоне протектора — беговой.

Ободная лента выполняется в виде профилированного эластичного резинового кольца, в шине она располагается между камерой и ободом колеса и предназначена для уменьшения истира-

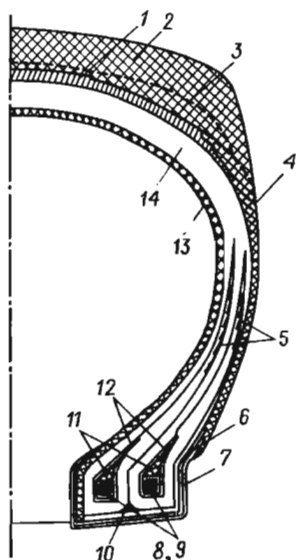


Рис. 23. Устройство бескамерной пневматической шины:

1 — брекер; 2 — протектор (беговая дорожка); 3 — подканавочная часть протектора; 4 — боковина; 5 — концы заворотов слоев каркаса; 6, 7 — бортовые ленты; 8, 9 — бортовые кольца; 10 — наполнитель между группами слоев; 11 — наполнительный шнур; 12 — крыльевая лента; 13 — герметизирующий слой; 14 — каркас

ния камеры об обод и предотвращения защемления стенки камеры между ободом и бортом покрышки. В легковых пневматических шинах ободные ленты не используют, они не нужны также в бескамерных шинах.

Наиболее важной и сложной по конструкции частью пневматической шины является *покрышка*, представляющая собой прочную резинокордную оболочку торообразной формы. Покрышка воспринимает на себя массу автомобиля и груза, тяговые и тормозные усилия, обеспечивает сцепление шины с дорогой. Кроме основных деталей (каркас, брекер, протектор, два борта и боковины) в современной конструкции покрышки содержится значительное число более мелких элементов (рис. 23).

Каркас является основной силовой частью пневматической шины и обычно состоит из нескольких слоев обрезиненного текстильного корда (иногда металлокорда). Число слоев и направление кордных нитей зависят от конструкции покрышки и необходимой грузоподъемности шины. Иногда для повышения монолитности и эластичности каркаса между отдельными слоями корда располагают тонкие прослойки мягкой резины, называемые сквидами. Резинокордные слои каркаса закреплены на жестких крыльях, входящих в состав бортов покрышки.

Поверх основных слоев каркаса размещается *брекер*, представляющий собой несколько (2—4) слоев корда (чаще всего высокомодульного) с меньшей частотой нитей. Главное назначение брекера — предохранение каркаса от резких ударных нагрузок, а также повышение механической прочности пневматической шины.

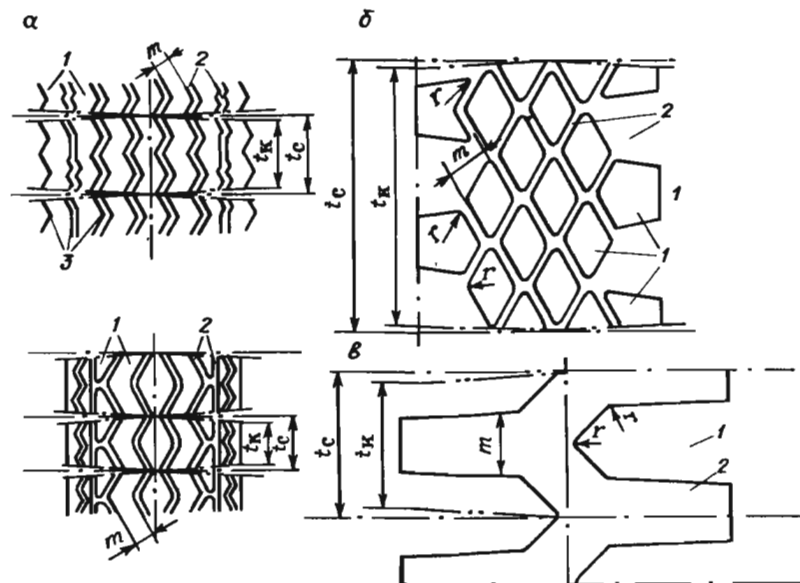


Рис. 24. Типы рисунков протекторов покрышек:

a — дорожный; б — универсальный; в — повышенной проходимости; 1 — шашки; 2 — канавки; 3 — щелевидная прорезь; 4 — выемка; m — ширина выступа; r — радиус закругления

Протектор — наружная резиновая часть покрышки, непосредственно контактирующая с дорогой; протектор обеспечивает сцепление шины с дорогой и предохраняет брекер и каркас от повреждений. На боковых стенках покрышки протектор переходит в боковины — более тонкие резиновые слои, предохраняющие каркас от внешних воздействий (не только механических). В составе протектора выделяют беговую дорожку — поверхностный слой с определенным рисунком, подканавочный слой, располагаемый между беговой дорожкой и брекером, и плечевые зоны, соединяющие беговую дорожку и подканавочный слой с боковинами.

Тип рисунка протектора определяется условиями эксплуатации автомобиля или другого транспортного средства, для которого предназначена шина. Рисунок протектора состоит из выступов (в виде отдельных шашек или сплошных грунтозацепов), выемок (углублений между грунтозацепами), канавок (углублений между шашками) и щелевидных прорезей шириной не более 1,5 мм в массиве выступов протектора. Под насыщенностью рисунка протектора понимают долю площади поверхности беговой дорожки, приходящейся на выступы (в %). *Дорожный* рисунок протектора (рис. 24, a) применяют в покрышках, эксплуатируемых на дорогах с твердым покрытием (легковые, автобусные и т. п.). Он состоит из шашек или ребер, разделенных канавками, обычно не имеет

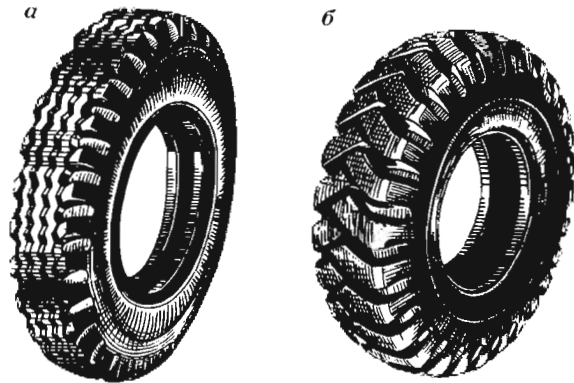


Рис. 25. Покрышки с различными типами рисунков протектора:
a — универсальный; *б* — повышенной проходимости («косая елка»)

грунтозацепов и характеризуется высокой насыщенностью (65—85%). Универсальный рисунок протектора характерен для большинства грузовых шин и обычно состоит из достаточно крупных шашек и канавок в центре беговой дорожки и грунтозацепов и выемок по ее краям (рис. 24, б, 25, а). Такой рисунок имеет меньшую насыщенность (50—70%) и обеспечивает достаточную проходимость автотранспорта по любым дорогам. Рисунок протектора повышенной проходимости (рис. 24, в) состоит только из ряда грунтозацепов и выемок и чаще всего выполняется в виде «косой елки» (рис. 25, б). Разновидностью такого рисунка является карьерный, состоящий из массивных выступов различной конфигурации, разделенных канавками.

Борта покрышки предназначены для крепления шины на ободе колеса, поэтому должны быть жесткими и нерастяжимыми (рис. 26). Ту часть борта, которая непосредственно прилегает к ободу колеса, называют основанием, его внутреннюю часть — носком, а наружную, прилегающую к закраине обода, — пяткой. Основными деталями борта являются бортовые крылья, состоящие из бортового кольца, наполнительного шнура, оберточной и крыльевой лент. Бортовые кольца обеспечивают необходимую прочность и жесткость бортов, и их изготавливают из обрезиненной стальной проволоки или ленты. Наполнительный шнур выполняют круглым или профилированным и его назначение — предотвращение образования полостей в борту при его формировании. Бортовое кольцо (иногда вместе с наполнительным шнуром) обертывают лентой из обрезиненной ткани (бязи). Крыльевая лента из прорезиненной плотной ткани (чефера) или корда охватывает всю поверхность крыла и обеспечивает надежное крепление крыла в борту. В конце сборки на наружную поверхность борта накладывают полосу прорезиненной ткани, называемую бортовой лентой.

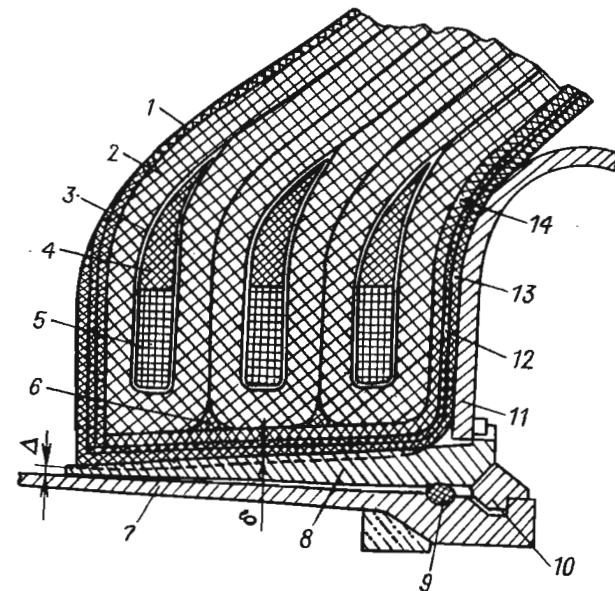


Рис. 26. Бортовая зона бескамерной крупногабаритной шины и ее сопряжение с ободом:

1 — герметизирующий слой; 2 — первая группа слоев каркаса; 3 — крыльевая лента; 4 — наполнительный шнур; 5 — бортовое кольцо; 6 — наполнитель между группами слоев; 7 — корпус обода; 8 — съемная посадочная полка обода; 9 — резиновое уплотнительное кольцо; 10 — замочное кольцо обода; 11 — закраина обода; 12 — бортовая лента; 13 — бортовая лента на основе монофиламентной сеточной ткани; 14 — замочная группа слоев; Δ — гарантированный зазор между бортом и корпусом обода; δ — натяг борта на полке обода

Накаченная до рабочего давления пневматическая шина характеризуется рядом параметров (рис. 27), среди которых важнейшим является *профиль* — контур сечения шины в радиальной плоскости колеса. Ширину *B* и высоту *H* профиля принимают как его основные размеры. Посадочный диаметр *d* шины соответствует диаметру обода колеса. Наружный диаметр *D* шины измеряют при отсутствии контакта с опорной поверхностью ($R_c = 0,5D$ называют свободным радиусом).

Пневматические шины классифицируют по назначению, принципу герметизации, форме профиля, габаритам и конструкции. По назначению шины подразделяют на несколько групп: для грузовых автомобилей, автобусов, троллейбусов, дорожно-строительных и других тяжелых машин; для тракторов, прицепов к ним, комбайнов и других сельскохозяйственных машин; для легковых и других автомобилей малой грузоподъемности; для мотоциклов, мотороллеров, велосипедов, колясок и т. п.; авиационные.

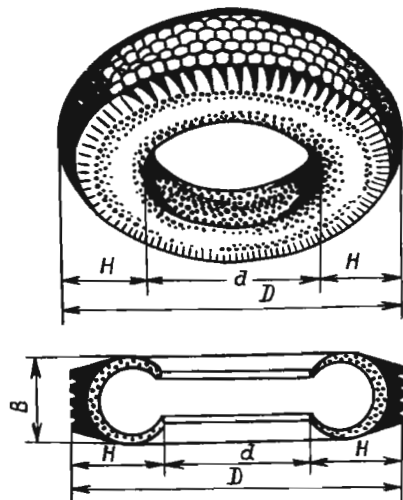


Рис. 27. Параметры пневматической шины:

D — наружный диаметр; d — посадочный диаметр; B — ширина профиля; H — высота профиля

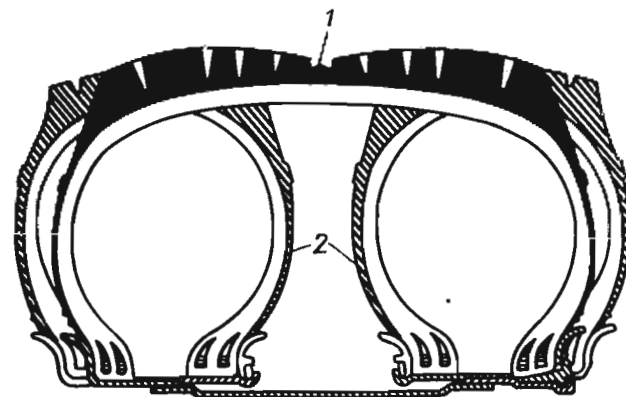


Рис. 28. Схема применения широкопрофильной шины (1) вместо двух обычных (2)

По принципу герметизации шины бывают *камерными*, в которых сжатый воздух удерживается в камере, и *бескамерными*. В бескамерных шинах на внутренней поверхности каркаса имеется слой газонепроницаемой резины (герметизирующий слой), выполняющий функцию камеры. Чтобы обеспечить герметичность полости, образованной шиной и плоским разборным ободом, между съемной закраиной обода и бортом покрышки помещают бортовую резиновую уплотнительную ленту, а между цилиндрической частью обода и закраиной — резиновый уплотнительный шнур (см. рис. 26).

Классификация шин по конфигурации профиля представлена ниже:

	Отношение высоты профиля к его ширине (H/B)	Отношение ширины профиля обода к ширине профиля шины
Шина обычного профиля	$> 0,89$	$0,65-0,76$
Широкопрофильная шина (рис. 28)	$0,6-0,9$	$0,76-0,89$
Низкопрофильная шина	$0,7-0,88$	$0,69-0,73$
Сверхнизкопрофильная шина	$\leq 0,7$	$0,69-0,76$
Арочная шина (рис. 29, а)	$0,39-0,5$	$0,9-1,0$
Пневмокоток (рис. 29, б)	$0,25-0,39$	$0,9-1,0$

По габаритам шины подразделяются на малогабаритные ($B \leq 260$ мм, $d \leq 457$ мм), среднегабаритные ($B = 200 \div 350$ мм, $d > 457$ мм) и крупногабаритные ($B \geq 350$ мм при любых значениях d).

Основные различия в конструкциях покрышек связаны с направлением нитей корда в каркасе и брекер. В покрышках *диагональной* конструкции угол наклона нитей по середине беговой

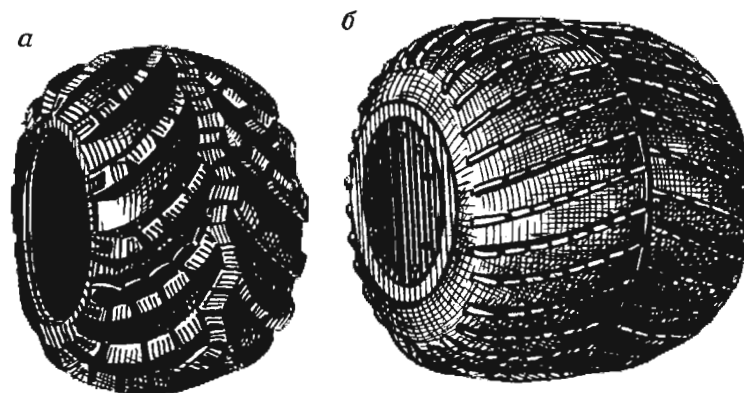


Рис. 29. Шины, повышающие проходимость автомобилей по мягкому грунту: а — арочная шина; б — пневмокоток

дорожки и в каркасе лежит в пределах от 45 до 60° (рис. 30, а). Для обеспечения симметричности конструкции слои располагают попарно с противоположным направлением нитей в соседних слоях. В покрышках *радиальной* конструкции (рис. 30, б) нити в каркасе расположены почти по меридиану, так как угол наклона не превышает 15° (обычно $0-5^\circ$), а в брекер — под углом не менее 65° (только в слое, прилегающем к каркасу, угол наклона составляет до 45°). «Гибридной» конструкцией являются *опоясано-диагональные* покрышки, в которых каркас собирается как в диагональных, а брекер — как в радиальных.

Особым типом шин являются *бескаркасные*, не имеющие резинокордного каркаса и усиленные только брекерным поясом.

На покрышки, камеры и ободные ленты наносится определенная маркировка, в которой отражаются размеры, конструкция

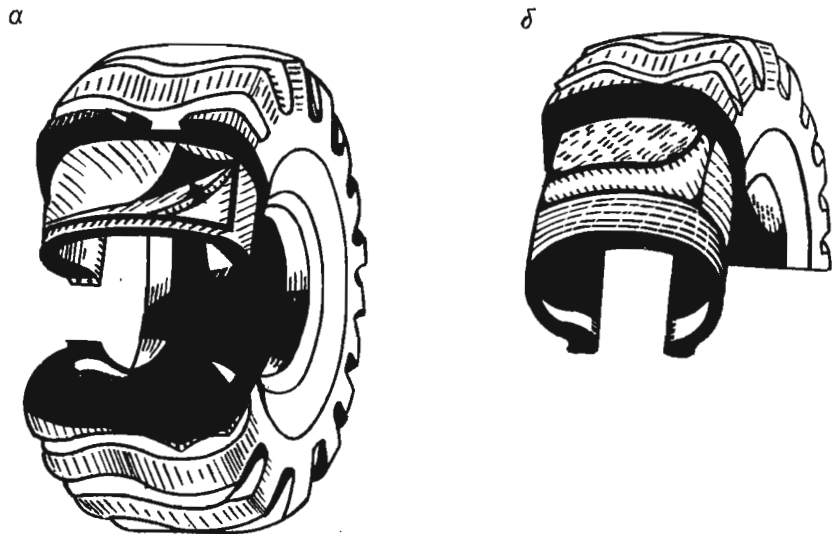


Рис. 30. Устройство покрышек диагональной (а) и радиальной (б) конструкций

покрышки и другие необходимые сведения. Размеры проставляются в мм или дюймах, а иногда смешанно.

Для малогабаритных диагональных покрышек обычного профиля указывают ширину профиля и посадочный диаметр в дюймах, например 6.00—13 или 8.40—15. Для низкопрофильных и сверхнизкопрофильных шин — обозначение смешанное, например 155—13/6.15—13. Покрышки радиальной конструкции имеют в маркировке дополнительно букву Р, например 155Р13. В современных моделях радиальных легковых покрышек указывают индекс серии [в частности, отношение $(H/B) \cdot 100$]; например, радиальная покрышка, обозначаемая 165/70Р13, имеет ширину профиля 165 мм, отношение H/B 0,7, посадочный диаметр 13 дюймов.

Для среднегабаритных диагональных покрышек также указывают ширину профиля и посадочный диаметр в мм, для радиальных — с дополнительной буквой Р, например 240—508, 260—508Р и т. п. Крупногабаритные покрышки имеют двойное обозначение: в дюймах и в скобках в мм, например 18.00—25 (500—635)Р.

Для широкопрофильных шин указывают 3 размера (мм): $D \times B - d$, например 1770 × 670 — 635 или 1080 × 425 — 484 и т. д. Арочные шины характеризуют величинами наружного диаметра и ширины профиля (мм): 1000 × 600.

Кроме размеров в маркировке покрышек приводят: модель, товарный знак завода-изготовителя, время изготовления и порядковый номер, допускаемую нагрузку, норму слойности (НС) и некоторую другую информацию. Маркировка камер и ободных лент намного проще, обычно указываются только размеры изделия.

Основным руководящим документом при изготовлении покрышек является спецификация, определяющая размеры и материалы заготовок деталей покрышки. Спецификация составляет на основе чертежей распределения материалов в невулканизированной

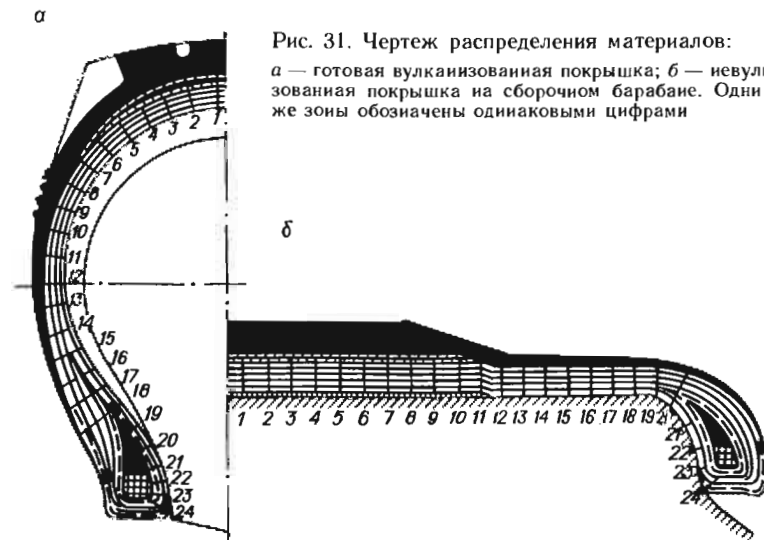


Рис. 31. Чертеж распределения материалов: а — готовая вулканизированная покрышка; б — невулканизированная покрышка на сборочном барабане. Одни и те же зоны обозначены одинаковыми цифрами

покрышке на сборочном барабане (рис. 31). В спецификации приводят: длину, ширину и толщину различных деталей покрышки; допуски на размеры деталей, устанавливаемые в зависимости от размеров шины; шифры резиновых смесей, применяемых для изготовления каждой детали; тип применяемого корда и углы раскроя обрешиненных кордов и тканей; ширину сборочного барабана, схемы борта и профиля протекторной заготовки, характеристики вулканизационных форм, измерительных шаблонов и необходимой технологической оснастки. Спецификации разрабатывают также на камеру и ободную ленту.

Сравнительная характеристика шин различных конструкций. Развитие конструкций шин непосредственно связано с совершенствованием автомобиля и идет в направлении наиболее полного соответствия эксплуатационных свойств шин характеристикам автомобиля и условиям его работы. С ростом автомобилизации, расширением сети автомобильных дорог, повышением скоростей движения все более остро стоит вопрос о повышении надежности шин, сцепления с дорогой и безопасности движения, экономичности при эксплуатации и ремонтоспособности.

Одним из главных направлений развития конструкций пневматических шин с момента их появления было совершенствование их профилей, в частности увеличение ширины профиля и уменьшение его высоты. При этом рабочее давление воздуха в шине и диаметр обода постепенно снижались. Примерная эволюция развития профиля шин легковых и грузовых автомобилей показана на рис. 32*. Низкопрофильные шины по грузоподъемности не

* В перспективе соотношение H/B составит для легковых шин 0,6—0,7, для грузовых — 0,7—0,8.

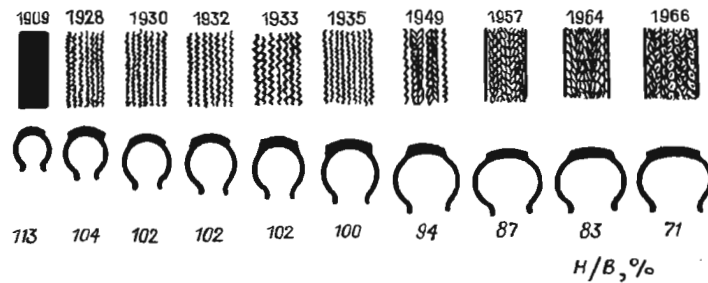


Рис. 32. Эволюция профилей легковых пневматических шин с 1909 года

уступают шинам обычного сечения, но у них больше площадь контакта с дорогой, что улучшает сцепление и уменьшает контактное давление на грунт, а меньшая высота автомобиля обеспечивает ему большую устойчивость и маневренность.

Покрышки диагональной конструкции появились в начале века и за 70 лет достигли такого совершенства, что практически исчерпаны возможности повышения их ходимости и других эксплуатационных характеристик. Систематические исследования в области механики пневматической шины, проведенные в СССР и других странах, показали, что напряжения в нитях корда снижаются при уменьшении угла наклона нитей в каркасе. Это привело к идее создания каркаса с радиальным расположением нитей корда, который может обладать той же прочностью, что и в диагональной покрышке, но при меньшем числе слоев, причем последнее не должно быть обязательно четным. Естественно, появляется возможность облегчить покрышку (или при той же массе сделать более толстым протектор).

Каркас с радиальным расположением нитей обладает меньшей окружной жесткостью, и для повышения прочности покрышки в целом он армирован жестким, практически нерастяжимым брекером.

Жесткий брекер способствует более высокому сцеплению шины с дорогой за счет увеличения площади поверхности контакта беговой дорожки протектора с дорогой. При этом контактное давление снижается и распределяется более равномерно, что приводит к уменьшению проскальзывания элементов протектора относительно поверхности дороги. Как следствие уменьшается истирание покрышки и повышается боковая устойчивость шины (примерно на 25%). Относительная жесткость брекера дает большую свободу при разработке рисунка протектора и снижает опасность растрескивания по канавкам рисунка протектора, встречающегося в покрышках диагональной конструкции.

Снижение числа слоев каркаса в покрышках радиального типа и уменьшение проскальзывания в зоне контакта с дорогой

приводит к меньшему теплообразованию, что также способствует большей износостойкости шин и позволяет повысить скорость движения. Благодаря всем этим достоинствам шины типа Р имеют ходимость в 1,5—2 раза более высокую, чем диагональные, а более низкое сопротивление качению (на 20—25%) делает радиальные шины более экономичными при эксплуатации (расход горючего снижается на 5—8%).

Увеличение выпуска радиальных покрышек — генеральное направление шинной промышленности во всех странах. Проекты вновь строящихся и реконструируемых шинных заводов предусматривают производство в основном шин этого типа. Все более широкое распространение получают радиальные покрышки с металлокордом в каркасе и брекере для автомобилей, автобусов, тракторов, строительно-дорожных машин, эксплуатируемых на дорогах с различными типами покрытий. Такие шины обеспечивают повышенные скоростные характеристики, высокую безопасность и надежность движения, меньший расход топлива, имеют лучшую ремонтоспособность. Эти преимущества в наибольшей мере проявляются на усовершенствованных автотрассах.

Важным шагом на пути повышения безопасности движения автомобилей стало создание бескамерных шин, давление воздуха в которых в случае прокола падает не мгновенно, как в камерных, а постепенно. По сравнению с камерными они имеют меньшую массу, обеспечивают постоянство давления в течение более продолжительного времени, создают меньшее сопротивление качению, их монтаж и ремонт осуществляются проще. В настоящее время четко определилась тенденция к увеличению доли бескамерных шин в их общем производстве (в перспективе до 100%).

2.2. ИЗГОТОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ ПОКРЫШЕК

В технологическом процессе изготовления автомобильных шин можно выделить следующие основные этапы:

1. Прием, хранение, подготовка, внутризаводские перемещения сырья, материалов и комплектующих деталей.
2. Дозирование материалов и приготовление резиновых смесей.
3. Изготовление деталей покрышки.
4. Сборка покрышек.
5. Вулканизация покрышек.
6. Изготовление камер и ободных лент.
7. Изготовление диафрагм для вулканизации покрышек.

В общем объеме трудозатрат на изготовление автопокрышек вклад отдельных стадий не одинаков. Например, для одного из наиболее распространенных типоразмеров покрышек 260—508Р

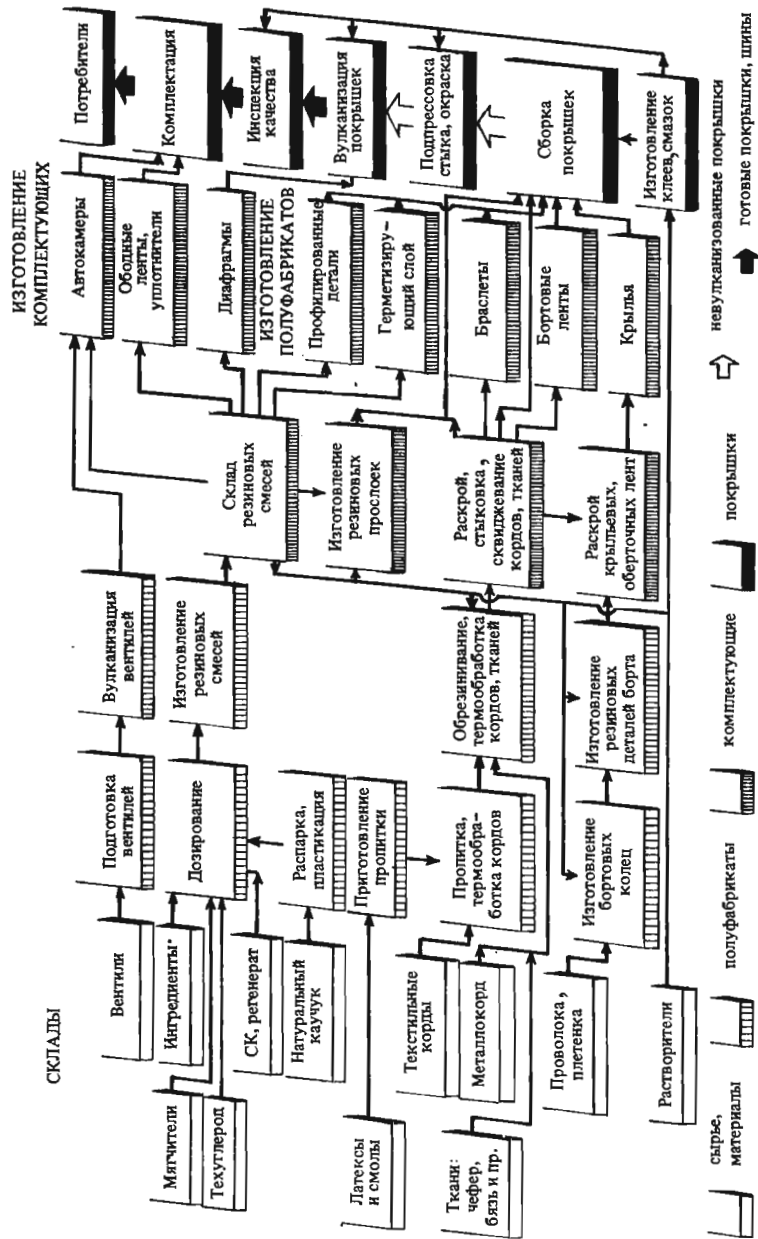


Рис. 33. Общая схема технологического процесса производства автомобильных шин

технологическая трудоемкость распределяется следующим образом (%):

Изготовление резиновых смесей	7,5
Обработка текстильного корда	5,1
Обрезивание металлокорда	2,1
Выпуск профилированных деталей	10,7
Заготовительные операции	13,2
Сборка автопокрышек	53,1
Вулканизация	8,3
Итого	100,0

Принципиальная схема технологического процесса современного шинного завода приведена на рис. 33. На фоне постоянных качественных изменений в области конструкции шин и шинных материалов технология их изготовления менее подвижна и базируется на традиционных принципах, разработанных много десятилетий назад.

2.2.1. Изготовление протекторов, боковин и других деталей покрышки

Около 70 % шин выходят из эксплуатации из-за истирания протектора, поэтому высота рисунка протектора и его качество, как правило, определяют ходимость шин.

Доля профилированных деталей и отдельно беговой части протектора в массе радиальных покрышек составляет:

	Легковые 165R13	Грузовые 260—508P	Крупногабаритные 18.00—25P
Доля профилированных деталей, %	51	44	46—48
Из них доля беговой части протектора, %	32	32	36,5

Введение металлокорда в каркас и брекер покрышки позволяет снизить слойность покрышки и, следовательно, увеличить толщину протектора, т. е. доля протектора в массе покрышки будет возрастать.

Затраты труда на выпуск профилированных деталей покрышек и их соединение с другими деталями в процессе сборки составляют для легковых и грузовых покрышек соответственно 16,6 и 10,4 % от общих трудовых затрат на изготовление покрышек. Качество профилированных деталей определяет в значительной мере эксплуатационные свойства шин: величину пробега шин до износа протектора; сопротивление протектора механическим повреждениям; отсутствие или, наоборот, наличие случаев выхода шин из эксплуатации в связи с появлением таких дефектов, как расхождение стыка протектора (боковин), отслоение протектора; величину дисбаланса и неоднородность радиальной и боковой силы.

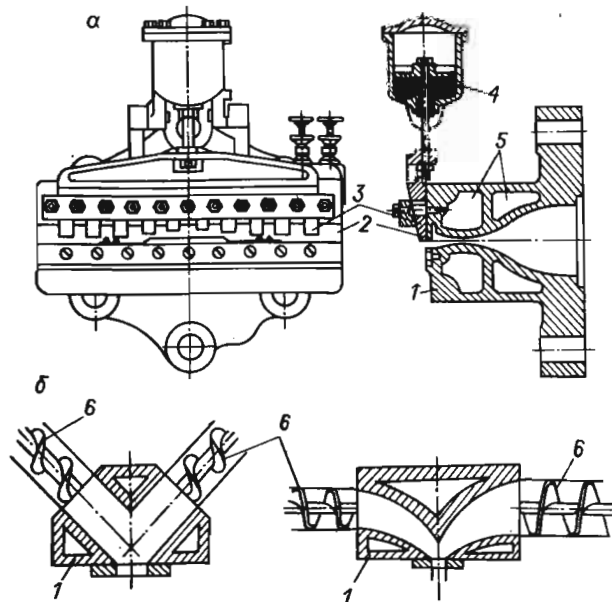


Рис. 34. Схема головки червячного пресса для профилирования протекторных заготовок (а) и работа двух червячных прессов с общей головкой (б): 1 — корпус головки; 2 — профильная планка; 3 — конусная зажимная гребенка; 4 — пневмоцилиндр; 5 — полость для нагрева или охлаждения; 6 — червяк

Существует несколько методов изготовления протекторов: экструзия заготовок полного профиля; каландрование заготовок полного профиля; образование массива протектора методом навивки узкой ленты.

Получение протекторной заготовки в виде одной детали осуществляется методом *профилирования* на червячном прессе. При этом на основе конструкции покрышки строится развернутый профиль вулканизованного протектора (без рисунка на беговой дорожке), а затем с учетом реологических и релаксационных свойств резиновой смеси — профиль необходимой протекторной заготовки. Конфигурация профиля заготовки формируется в головке червячного пресса с помощью сменной профильной планки (рис. 34, а).

При необходимости изготовления протекторной заготовки из двух различных резин (например, беговая дорожка из более износостойкой, а подканавочный слой — из более мягкой и эластичной) возможно агрегирование двух червячных прессов с их одновременной работой на одну головку. Червячные presses могут располагаться под углом или навстречу друг к другу (рис. 34, б). При изготовлении более многослойных заготовок на одну общую головку могут работать три или четыре червячных пресса (рис. 35).

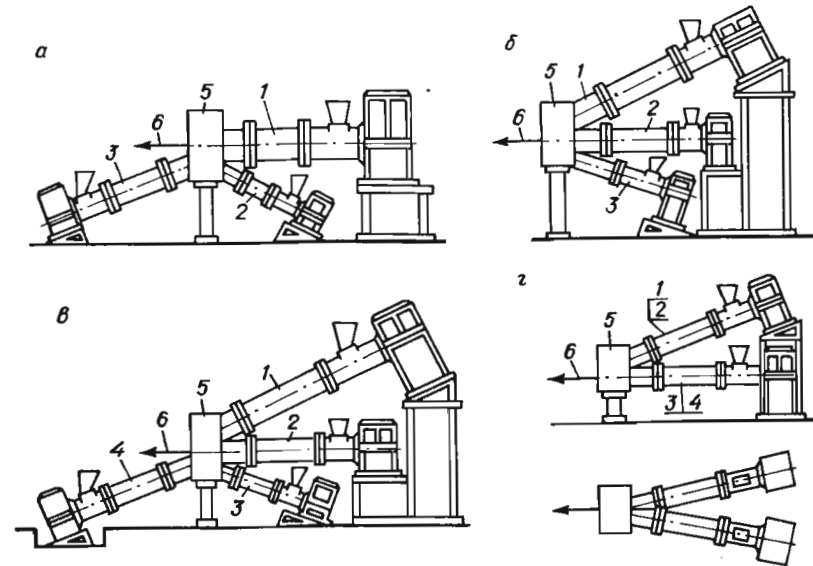


Рис. 35. Варианты агрегирования трех (а, б) или четырех (в, г) червячных прессов для профилирования многослойных заготовок: 1—4 — червячные presses; 5 — головка; 6 — направление отбора заготовок

При больших размерах заготовки или по технологическим соображениям протектор собирают дублированием отдельных деталей, причем некоторые из них могут изготавливаться методом каландрования (рис. 36).

Все необходимые машины и устройства объединены в *протекторный агрегат* непрерывного действия, основным в котором является узел экструзии (шприцевания). Подачу резиновой смеси на червячный пресс осуществляют с питательных валцов (при использовании МЧТ) или в виде ленты с помощью питателя (при

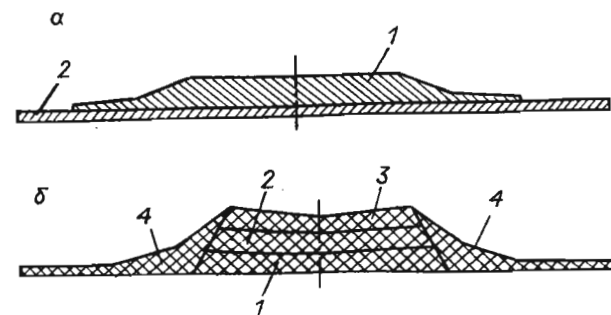


Рис. 36. Детали протекторной заготовки:

а — двухслойный протектор: 1 — экструдированная профильная часть; 2 — каландрованный надбреккерный слой; б — протектор крупногабаритной покрышки: 1, 2, 3 — нижняя, средняя и верхняя подклейки; 4 — боковины

использовании МЧХ). Профилированная заготовка поступает на отборочный транспортер, на котором проводится обрезка кромок и маркировка, и проходит весы непрерывного действия для контроля массы погонного метра. Резины из синтетических каучуков, используемые в настоящее время, характеризуются недостаточной клейкостью. Поэтому для повышения прочности связи протектора с другими частями покрышки на нижнюю часть заготовки накладывают надбрекерную прослойку, сформованную на каландре из смеси с повышенной клейкостью, или промазывают ее клеем. В последнем случае заготовка проходит через шероховальное устройство и покрытый войлоком вращающийся барабан, нижняя часть которого погружена в ванну с клеем. Заготовка переходит на другой транспортер промазанной поверхностью вверх, и поскольку ее температура около 70—80 °С, клей подсушивается достаточно быстро. Для длительного сохранения клейкости на нижнюю часть заготовки накладывают полиэтиленовую пленку, при этом операция промазки клеем исключается. Затем заготовку охлаждают в ваннах (чаще всего путем опрыскивания водой при прохождении по прутковому транспортеру). Капли воды с охлажденной заготовки сдувают сжатым воздухом, после чего ее разрезают дисковым ножом (под углом 15—20°) на мерные отрезки и срезы промазывают клеем. После контрольного взвешивания и разбраковки годные заготовки отбирают для дальнейшего использования, а забракованные вместе с другими отходами невулканизированной смеси направляют на повторную переработку.

При таком способе изготовления протекторов качество заготовок зависит от многих факторов, и прежде всего от состава и пластичности резиновой смеси, температурного режима работы червячного пресса и способа его питания (в том числе доли повторно перерабатываемой смеси), конструкции профилирующего приспособления и качества его установки и настройки, размеров заготовок и соотношения скоростей на различных участках агрегата. В результате влияния этих факторов заготовки протекторов имеют различную усадку, что приводит к разбросу их размеров, и без специальных усовершенствований такая схема не обеспечивает необходимой стабильности размеров протекторов.

Совершенствование процесса и оборудования для выпуска заготовок протектора при традиционном построении процесса в основном ведется в двух направлениях: создание условий для получения все более точных по размерам заготовок и сокращение трудовых затрат при выпуске заготовок.

С целью обеспечения стабильности размеров, особенно длины заготовок, приходится усложнять протекторные агрегаты. В агрегаты введены устройства принудительной усадки горячей профилированной ленты для того, чтобы компенсировать вытяжку, неизбежную при профилировании с помощью формирующих планок

в неподвижных формирующих органах, и уменьшить степень неконтролируемой усадки мерных заготовок.

В последние годы появилось несколько, иногда весьма сложных, конструкций усадочных устройств, позволяющих регулировать степень усадки. Увеличились по длине (до 170 м) и усложнились устройства для охлаждения заготовок. Точность отмеривания длины протектора за счет применения электронных систем повысилась за последние годы с ± 5 —10 мм до ± 2 мм. В нашей стране и за рубежом ведутся разработки средств автоматизированного контроля качества заготовок. Помимо оснащения протекторных агрегатов весовыми устройствами для определения массы погонного метра профилированной ленты и мерных отрезков, которые позволяют следить за общей стабильностью процесса профилирования, предлагается оснащать линии профилирования средствами контроля ширины и толщины ленты и температуры.

В перспективе планируется использовать ЭВМ для того, чтобы на основе обработки всех данных контроля вырабатывать управляющие команды для червячных машин холодного питания.

Применение червячных машин холодного питания, исключая влияние субъективных факторов при разогреве резиновых смесей перед подачей в червячную машину, также может способствовать стабилизации процесса выпуска заготовок.

Снижение затрат труда при выпуске заготовок достигается за счет следующих мер:

- замены червячных машин теплого питания на машины холодного питания, что позволяет освободиться от вальцовщиков, которые разогревают резиновые смеси на агрегате вальцев;

- увеличения скорости профилирования (для протекторов легковых покрышек до 20—30 м/мин вместо 12—18 м/мин) и, как следствие, принятия мер для улучшения отбора теплоты от профилированной ленты;

- разработки устройств для механизации отбора заготовок с агрегатов (линий) профилирования (закатка боковин в кассеты, катушки, бобины, оснащение устройствами для механизированного и автоматизированного отбора и укладки мерных заготовок в тележки-книжки);

- автоматизации контроля качества заготовок.

Внедрение в отечественную промышленность новых линий профилирования заготовок протектора и боковин является большим шагом вперед в развитии технологического процесса профилирования, и есть все основания считать, что повысится точность размеров заготовок, затраты труда при их выпуске уменьшатся на 25—30 %, будут созданы условия для повышения производительности труда в процессе сборки покрышек.

Новое оборудование позволяет совместно выпускать и дублировать несколько профилированных деталей, особенно это важно при изготовлении деталей радиальных шин.

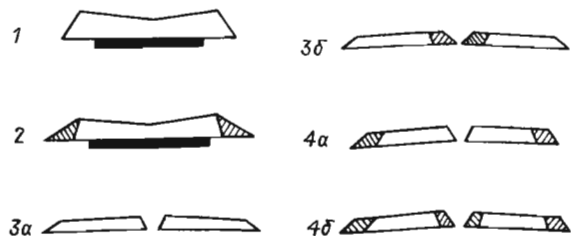


Рис. 37. Типичные конструкции протекторных заготовок и боковин из совмещенных деталей (пояснения см. в табл. 20)

Заготовки беговой части и боковин грузовых и легковых радиальных покрышек помимо размеров отличаются наличием и расположением соединяемых с ними других деталей покрышек из резин другого состава. Типичные конструкции заготовок и основные технологические приемы их выпуска приведены на рис. 37 и в табл. 20.

Профилированию заготовок протекторов, особенно их беговой части, в червячных машинах большой мощности свойственны недостатки, которые частично остаются и в случае новых линий профилирования:

1. Наличие стыка протектора, что является наиболее существенной причиной, вызывающей дисбаланс покрышек; повышение точности предельного отклонения длины заготовок до ± 2 мм дает возможность уменьшить дисбаланс, но не исключить его.

2. Наличие возврата заготовок. В настоящее время еще не созданы средства и системы, которые позволили бы вывести в течение нескольких минут червячную машину большой мощности с существующим профилирующим приспособлением — профильной планкой, мундштуком и т. д. — вместе со связанным с ней агрегатом на требуемый режим работы (в это понятие включается степень прижатия планки, скорость, температура и т. д.). Поэтому неизбежно появление возврата, т. е. непригодных для использования по прямому назначению частей профилируемой ленты или заготовок; это снижает производительность линии на 15—20 % и приводит к появлению в ленте резиновых смесей с другими свойствами и усадкой, чем исходные.

3. Образование профиля заготовки протектора путем перемещения в червячном прессе и продавливания через прорезь в неподвижной профилирующей планке сопровождается большим трением и, как следствие, возрастанием температуры заготовки. Именно рост температуры до пределов, когда возникает опасность подвулканизации смеси в заготовке или особенно в возврате заготовок, ограничивает скорости профилирования и лимитирует степень пластичности смесей, подлежащих переработке в червячных машинах (температура достигает 125—130 °С). С целью

Таблица 20. Технологические приемы изготовления профилированных деталей различных конструкций

Деталь	Конструкция (номер по рис. 37)	Способ изготовления
Беговая часть протектора грузовой покрышки	1. Массивная заготовка из резины одного состава, на низ беговой части накладывается надбрекерная прослойка	Беговая часть профилируется в червячной машине. Надбрекерная прослойка выпускается на каландре, включенном в состав линии, и накладывается на низ беговой части с помощью дублирующего ролика
Беговая часть протектора легковой покрышки	2. Прогрессивная конструкция состоит из относительно толстой беговой части, к которой присоединены верхние части боковин («мини-боковины»), на низ беговой части накладывается надбрекерная прослойка. Все детали выпускаются из резин разного состава	Беговая часть и «мини-боковины» профилируются с помощью двух червячных машин, имеющих общую головку, в которой детали соединяются друг с другом, надбрекерная прослойка на каландре накладывается на низ протектора
Боковины грузовых радиальных шин	3а. Боковины имеют вид относительно плоской ленты 3б. Заготовки боковин для покрышек, которые собираются на поточных линиях типа ЛСПР, — дублируются с подбрекерной профилированной деталью, отличающейся составом резины	Заготовки боковин профилируются в червячной машине, как правило, в два ручья Заготовки боковин, выпускаемых вместе с подбрекерным шнуром, выпускаются двумя способами: а) заготовки подбрекерного шнура профилируются в червячной машине небольших размеров и дублируются с боковинами на транспортере линии; б) заготовки боковин и надбрекерного шнура профилируются с помощью двух червячных машин, имеющих общую головку, в которой детали соединяются друг с другом
Боковины легковых радиальных покрышек	4а. Прогрессивная конструкция состоит из собственно боковины, к которой присоединяется резиновая бортовая лента. Боковины и бортовая лента выпускаются из резин разного состава 4б. Кроме боковины и резиновой бортовой ленты конструкцией предусмотрена надбрекерная деталь	Заготовки боковин и резиновой бортовой ленты выпускаются в два ручья с помощью двух червячных машин с общей головкой При выпуске боковин вместе с подбрекерной деталью (т. е. из трех резин) помимо двух червячных машин с общей головкой в состав линии вводится третья машина; выпускаемая на ней заготовка соединяется с боковиной на транспортере. Возможно включение в линию вместо третьей червячной машины профильного каландра

предупреждения подвулканизации смесей в них вводят эффективные антискоринги типа тиофтала и ускорители вулканизации замедленного действия (типа сульфенамида М), но и в этом случае имеют место ограничения по вязкости смеси. Другим препятствием на пути применения каучуков с высокой молекулярной массой при традиционном методе профилирования является трудность получения ровной и тонкой кромки вследствие повышенной усадки, характерной для жестких резин. Следовательно, традиционный способ формирования массива протектора сдерживает освоение износостойких резин с повышенными прочностными и упруго-гистерезисными свойствами.

4. Разрыв во времени между выпуском заготовки (беговой части протектора в особенности) и ее наложением на каркас собираемой покрышки обуславливает необходимость применения специальных мер для повышения клейкости заготовок: промазка клеем или наложение резиновых прослоек, или наложение на низ заготовки защитных полимерных пленок.

5. Большая мощность современных линий профилирования вызывает потребность в обширных складах заготовок и специальных системах их транспортировки и подачи к сборочным станкам.

6. Большая единичная масса мерной заготовки беговой части протектора тяжелых шин требует при операции сборки покрышки значительных физических усилий. При массе более 50 кг заготовки расчленяются на несколько деталей, но и в этом случае требуются большие физические усилия.

В последние годы появились новые способы изготовления протекторов: путем навивки узкой (профилированной) или широкой (профилированной или каландрованной) ленты резиновой смеси.

Современные АСУ ТП для изготовления заготовок протекторов, боковин, гермослоя и других деталей работают на базе микроЭВМ. АСУ ТП позволяют осуществлять: контроль технологических параметров процесса и заготовок (температуры рабочих органов МЧХ, частоты вращения червяка, линейной скорости транспортеров, размеров, массы и температуры заготовок), учет результатов производства (выработки продукции, простоев оборудования, выполнения сменных заданий), формирование информации оперативному персоналу, формирование информации для должностных лиц, формирование и передачу информации в АСУП, управление пуском и остановкой линий, операциями реза и разбраковки заготовок, включением и отключением питающих устройств.

Навивка протектора из узкой профилированной ленты. Применение в шинном производстве для изготовления профилированных деталей метода навивки узкой лентой вместо традиционного метода экструзии заготовок полного профиля позволит получить значительный народнохозяйственный эффект. Эксплуатационные

показатели шин улучшаются за счет повышения стабильности качества шин, возможности использования жестких резин на основе более высокомолекулярных каучуков, переработки смесей при более низких температурах.

Особенно эффективно применение метода навивки для крупногабаритных покрышек, где масса протектора достигает 100 кг, а для покрышек типа 40.00—57 — 1500 кг. Метод навивки позволяет автоматизировать процесс наложения протектора, освобождая рабочего от тяжелого труда, от ручных операций по стыковке, от освежения каркасов клеем или бензином.

Агрегирование установок для навивки протектора со сборочными станками 2-й стадии при изготовлении радиальных покрышек позволяет повысить производительность труда в сравнении с традиционными методами в 2—2,5 раза.

Для изготовления протекторов методом навивки узкой горячей ленты используют установки с валковой головкой или без нее. Применение валковой головки в комплекте с червячной машиной холодного питания обеспечивает повышение производительности установки, монолитности и точности размеров выпускаемой ленты.

Наложение протектора на собранные покрышки производят на бездиафрагменных патронах с эластичным бандажом. Выходящая из червячной машины резиновая смесь имеет точную толщину и ширину, что важно для получения качественного протектора. Профиль протектора (его толщина на разных участках) определяется шагом навивки, т. е. величиной перекрытия соседних витков, которая задается электронной системой управления (реле времени) в соответствии с программными картами. Профиль протектора разбивают на пять зон, для каждой из которых устанавливается определенную степень перекрытия соседних витков навиваемой ленты (рис. 38).

Применение трех- и четырехпозиционных агрегатов позволяет навивать протектор из нескольких разных резин, например более износостойкой для беговой части и более эластичной — для подканавочного слоя.

В поточных линиях сборки грузовых радиальных покрышек возможен выпуск на червячных машинах холодного питания с



Рис. 38. Пример профиля протектора, полученного методом навивки узкой ленты резиновой смеси

валковыми головками целого ряда деталей: подбречерных профилированных деталей, бортовых лент и боковин, которые на этих установках профилируются и одновременно накладываются на каркас покрышки. Это позволяет избавиться от промежуточных складов этих деталей, средств их транспортировки, требующих больших физических усилий по подъему и наложению отдельных деталей. Поэтому в производстве крупногабаритных шин социальное значение применения метода навивки играет первостепенную роль.

2.2.2. Обработка текстильного корда

Силовой основой покрышки, воспринимающей основные нагрузки, являются кордные нити каркаса. Для того чтобы резино-кордный композит представлял собой работоспособный монолитный материал, необходимо обеспечить адгезионное и химическое взаимодействие между кордом и резиной, достаточно устойчивое к воздействию механических и тепловых эксплуатационных нагрузок. Для достижения необходимой адгезии искусственных и синтетических кордов к резине применяют несколько технологических приемов:

- 1) кордное полотно пропитывают химически активными, бифильными (к корду и резине) пропиточными составами;
- 2) обеспечивают механическое проникновение резиновой смеси внутрь кордной нити;
- 3) применяют резиновые смеси со специальными модификаторами, повышающими адгезию резины к корду.

Основными компонентами пропиточного состава являются латексы (чаще всего СКД-1 и ДМВП-10Х) и резорциноформальдегидные смолы (СФ-282 и т. п.), в ряде случаев для повышения прочностных характеристик слоя адгезива в состав может входить технический углерод (К354).

Участок приготовления пропиточных составов обычно располагается в блоке складов. Смола СФ-282 поступает на заводы частично конденсированной в виде 65 %-го водного раствора и после разбавления до 30 % подается в расходные емкости. Для повышения молекулярной массы смолы проводят дополнительную конденсацию, для чего в реакторе с мешалкой смешивают раствор смолы, формальдегид (в виде 40 %-го водного раствора), раствор едкого натра и воду в соотношениях, рассчитанных на получение 5 %-го раствора. При температуре 25—35 °С в течение нескольких часов происходит «дозревание» смолы, контролируемое по изменению оптической плотности раствора. Готовый раствор нужно использовать в течение 12 ч.

Если в пропиточном составе используют технический углерод, его готовят в виде тонкой дисперсии, для чего сначала смешивают с водным раствором диспергатора (ПАВ, например,

НФ), а затем полученную грубую дисперсию 2—3 раза пропускают через коллоидную мельницу.

Пропиточный состав готовят в реакторах с мешалками, куда в определенном соотношении подают латексы, раствор смолы, дисперсию технического углерода; после перемешивания и анализа рН состава доводят до 9—9,5 добавлением водного раствора аммиака и, если необходимо, разбавляют водой до заданной концентрации. Из расходных емкостей пропиточный состав самотеком поступает в ванны агрегатов пропитки корда.

Современный технологический процесс обработки текстильного корда (вискозного и полиамидного), как правило, состоит из следующих стадий: пропитка, сушка, термическая вытяжка (для полиамидного корда) и обрезаживание. Процессы объединены в технологическую линию, которую чаще разделяют на две части: агрегаты для пропитки, сушки и термообработки корда и агрегаты для его обрезаживания.

На шинных заводах в 60—70-х годах применялись *поточные линии* КЛК-1-170, КЛК-2-170, КЛК-3-170, КЛК-4-170, ЛПК-80-1800 (рис. 39, а), в которых реализуется двухстадийная пропитка с использованием разбавленных составов на 1-й стадии. Агрегаты для пропитки, сушки и термообработки включают: раскаточное устройство (как правило, двойное), стыковочный пресс или многоигольную швейную машину, компенсатор раскатки, установки для пропитки корда с устройствами для удаления избытка пропиточного состава, сушильную камеру, камеру для термической вытяжки, камеру нормализации с зоной охлаждения или без нее, компенсатор закатки и закаточное устройство (двойное).

Обрезиненный корд, получаемый на таких линиях, имеет следующие недостатки: неравномерная толщина (масса 1 м²) обрезиненного корда по ширине и длине кордного полотна, неравномерные деформационные и механические показатели корда после термообработки, неравномерное расположение нитей по ширине и по сечению кордного полотна в результате усадки и ширения, неравномерная влажность, наличие пор, пузырей, дефектов резиновой обкладки (оголения, разрежения, неравномерная кромка). В связи с ужесточившимися требованиями потребителей к однородности шин такое качество обрезиненного корда не позволяет изготавливать прецизионные покрышки.

Линии, появившиеся на заводах в 80-х годах, более совершенны и позволяют изготавливать обрезиненный корд значительно более высокого качества. Некоторые варианты технологического оформления таких линий представлены на рис. 39, б, в и г. Для них характерны ускорение операции стыковки в результате замены стыковочных прессов многоигольными швейными машинами, применение однократной пропитки, высокие скорости прохождения полотна (80—100 м/мин), компактность (за счет использования

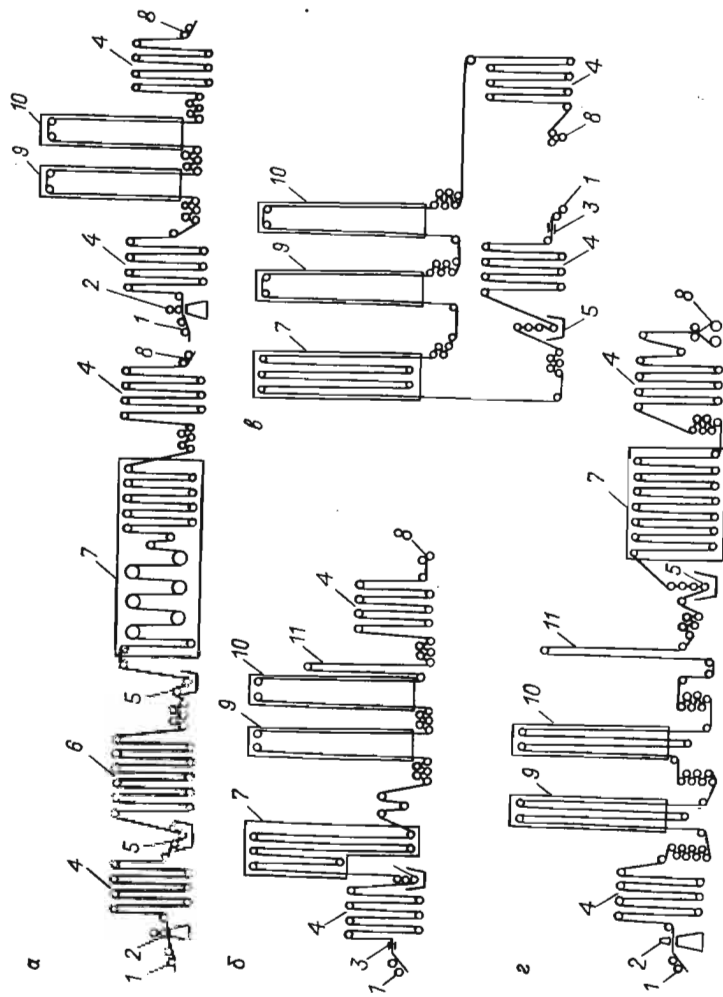


Рис. 39. Различные варианты линий пропитки, сушки и термообработки текстильного корда:
 а — линия ЛПК-80-1800 (АПК-80-1800); б — установка фирмы «Репике»; в — установка фирмы «Марубени Корпорейшн»; г — установка фирмы «Цель»
 1 — раскаточное устройство; 2, 3 — стыковочные устройства; 4 — компенсатор; 5 — пропиточная ванна; 6 — камера насыщения; 7 — сушилка; 8 — закаточное устройство; 9 — камера термовытяжки; 10 — камера нормализации; 11 — охлаждающее устройство

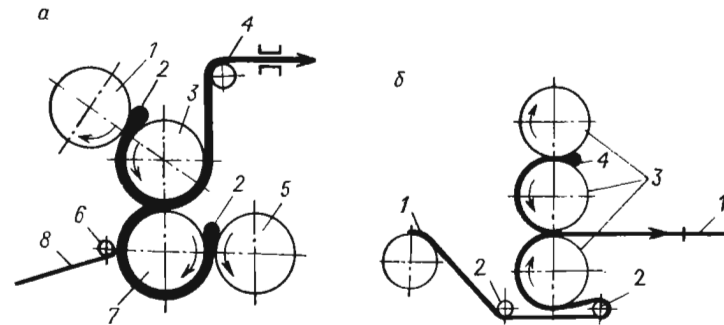


Рис. 40. Схемы обрезинивания корда:

а — на четырехвалковом Z-образном каландре: 1, 3, 5, 7 — валки каландра; 2 — резиновая смесь; 4 — обрезиненное кордное полотно; 6 — прижимной валик; 8 — кордное полотно;
 б — на трехвалковом каландре (одностороннее): 1 — полотно корда; 2 — поддерживающие ролики; 3 — валки каландра; 4 — резиновая смесь

меньших по размерам сушильных камер фестонного типа и их размещения под установками пропитки). Высокая степень автоматизации современных линий позволяет стабилизировать технологические параметры (скорость работы, продолжительность обработки, натяжение полотна, заданные значения его удлинения) и свойства получаемого корда: массу 1 м^2 полотна и влажность.

В мировой практике для обрезинивания корда применяют линии с двумя трехвалковыми или одним четырехвалковым каландром. Специально проведенные в НИИШП исследования показали, что при одинаковых условиях обрезинивания прогиб валков прессующего зазора у четырехвалкового каландра на 0,02 мм больше, чем у трехвалкового, а двукратный пропуск корда через прессующие зазоры на трехвалковых каландрах обеспечивает лучшие условия затекания смеси внутрь нити корда, чем при однократном пропуске на четырехвалковом каландре (рис. 40). Однако стоимость оборудования линии с двумя трехвалковыми каландрами выше.

На новых линиях 80-х годов применяется более совершенная система питания валков каландра резиновой смесью. Например, в установках фирмы «Репике» использован агрегат из четырех 84-дюймовых валцов: первые с рифленой поверхностью валка, вторые с устройством для перемешивания, последние с индивидуальным приводом постоянного тока, что позволяет плавно менять скорость вращения валков и таким образом регулировать количество резиновой смеси, подаваемой в зазор каландра. Применяется также целый ряд устройств и усовершенствований: датчики для удаления механических включений, устройства для наложения дренажных нитей (для отвода воздуха между слоями обрезиненного корда), для обеспечения равномерной плотности нитей в обрезиненном корде, для прокола резиновой пленки и

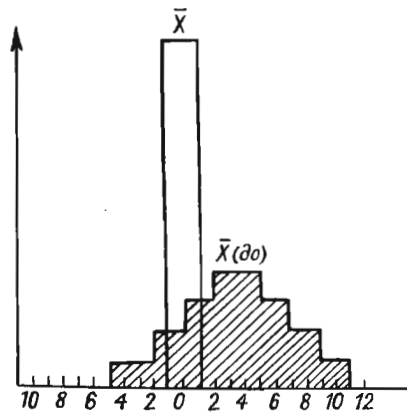


Рис. 41. Типовой анализ распределения резины (отклонение от заданной величины): \bar{X} (до) и \bar{X} — до и после введения системы «Межурекс 2000»

удаления пузырей воздуха, для разрыва утка, для шлифовки поверхности валков каландра. Специальная система управления обеспечивает точное выдерживание массы 1 м^2 полотна.

На новых технологических линиях обрезинивания корда в мировой и отечественной практике начали применять системы автоматического контроля и управления. Например, система «Межурекс 2000» (США), применяемая на отечественных заводах на линии фирмы «Репик», обеспечивает получение обрезиненного корда, соответствующего заданным свойствам (рис. 41).

Автоматическая система «Межурекс 2000» состоит из комплекса быстродействующих датчиков и измерительных устройств: датчиков массы (измерительная головка работает на основе поглощения β -изотопных лучей), сканирующих устройств (при сканировании измерительная головка непрерывно перемещается взад-вперед и поперек полотна, делая замеры профиля), устройств для определения ширины ткани (на основе фотоэлементов), скорости движения полотна, его вытяжки, датчиков для измерения температуры воздуха и валков каландра. Система обеспечивает автоматическое поддержание заданной массы единицы площади обрезиненного корда, сбор, обработку и представление информации для управления процессом обрезинивания и передачи ее в вышестоящий уровень управления (рис. 42). Цифровые ЭВМ, применяемые в системе, обеспечивают прием информации от точек контроля, регулируют параметры процесса (измерение параметров производится с динамической погрешностью $\pm 0,25 \div 0,5 \%$ от измеряемой величины), выводят информацию на бланки, видеоскрин (дисплей) и панель оператора (в цифровой форме).

Автоматическое регулирование работы каландра для обеспечения получения заданной массы единицы площади обрезиненного корда осуществляется следующим образом. Установленные датчики производят сканирование в обоих направлениях поперек листа. Управляющая система измерения распределения массы

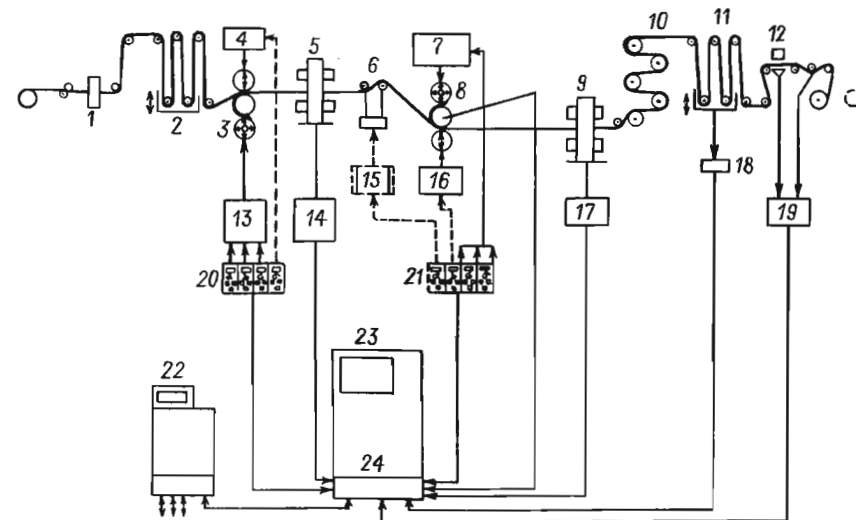


Рис. 42. Схема управления работой двух трехвалковых каландров системой «Межурекс 2000/26»:

1 — стыковочное устройство; 2, 11 — компенсаторы; 3, 8 — каландры; 4, 16 — предварительная установка зазора отжимного валка; 5, 9 — сканирующие датчики массы 1 м^2 обкладки; 6 — управление шириной полотна; 7, 13 — управление скоростью и зазором между валками; 10 — охлаждающие барабаны; 12 — датчик ширины полотна; 14 — трехзонное управление массой нижнего покрытия; 15 — управление шириной ткани; 17 — трехзонное управление массой и шириной; 18 — управление компенсатором; 19 — управление окружной скоростью при намотке; 20, 21 — блоки ПЦУ; 22 — блок обработки данных и связи с другими каландрами; 23 — видеосистема; 24 — блок управления процессом

по ширине полотна (резинового слоя, кордной ткани) разделяет его на три зоны (используя среднюю массу семи полос, лежащих в зоне, как среднюю массу зоны). Данные измерения массы по ширине полотна передаются в ЭВМ, где эти значения сопоставляются с заданным значением. Сигнал рассогласования подается на исполнительные механизмы, осуществляя «грубую» регулировку за счет изменения зазора между валками каландра и «точную» путем воздействия механизмов перекрещивания осей валков и механизмов изгиба валков, что обеспечивает получение равномерной толщины материала по ширине валка. Благодаря быстрому установлению точных размеров профиля каландруемого листа система управления «Межурекс» позволяет получить обрезиненный корд с минимальным отклонением в массе и компенсировать изменение профиля в период между каландрованием резинового листа и наложением его на кордное полотно. Система управления укомплектована датчиками ширины и скорости, которые контролируют эти параметры в зонах расположения датчиков массы на каландрах и на закатке для определения «соотношения прироста», наглядно показывающего связь между массой обрезин-

ненного корда в районе сканирования и на закатке. В алгоритм управления заложены модификации показаний измерителя массы с учетом соотношения ширины и скорости, что гарантирует подачу обрезиненного кордного полотна на закатку с массой точно по спецификации.

На видеозэкран выведена информация по процессу (графическая или цифровая), полученная в результате сбора и анализа данных:

- масса единицы площади обрезиненного корда;
- натяжение в зонах пропитки, сушки, горячей вытяжки, нормализации, перед первым каландром, между каландрами и после второго каландра;
- температура воздуха в тепловых камерах (сушильной, горячей вытяжки и нормализации);
- температура валков каландра (определение заданной величины для каждого валка);
- проценты вытяжки, ширина кордного полотна;
- питание резиновой смесью путем интегрирования трех параметров скорости подачи резиновой ленты;
- учет выработки.

Для визуального контроля запаса резиновой смеси в зазорах каландров предусмотрена телевизионная камера.

Эти данные анализируются ЭВМ, сопоставляются с заданными «программными величинами», и информация, относящаяся к ведению технологического процесса, передается для использования в систему автоматического управления.

Внедрение системы «Межурекс» обеспечивает получение значительного технико-экономического эффекта за счет экономии резины (при уменьшении колебаний в массе выпускаемого материала создается возможность смещения номинального значения массы в сторону нижних пределов), повышения прецизионности обрезиненного корда, уменьшения брака при запуске линии и ее стационарной работе.

Для непрерывного измерения влажности корда перед его обрезиниванием применяют устройство, в состав которого входят три емкостных датчика, расположенных в трех местах полотна, и опорная система, снимающая датчики с полотна посредством пневмоцилиндров. Результатирующей информацией является среднее значение трех измерений (в пределах 0,5—5,0 % с точностью $\pm 0,3$ %). Информация указывается на шкале прибора и синхронно передается к контрольной установке системы «Межурекс», которая обеспечивает замедление линии в случае превышения предела максимальной влажности на 1,5 %.

Для достижения равномерного расположения нитей основы в процессе формования каркасов малослойных радиальных покрышек необходимо предварительно разрушить нити утка. Для этого в линии предусмотрено устройство, состоящее из двух пар профи-

лированных рифленых валков. В каждой паре выступы одного валка входят во впадины другого, что при прохождении между ними обрезиненного полотна приводит к разрывам нитей утка. Один валок в каждой паре можно перемещать по отношению к другому пневмоприводом, в результате чего возможна индивидуальная настройка устройства в зависимости от толщины уточной нити. Дополнительно предусмотрена осевая перестановка двух верхних валков по отношению к нижним. Перед устройством и за ним устанавливают по одному направляющему ролику. Устройство располагается на каландровом агрегате между охлаждающими барабанами и компенсатором закатки, где ткань проходит с постоянным натяжением и скоростью. Специальное устройство накладывает по каждой стороне обрезиненного кордного полотна ряды хлопчатобумажных нитей, играющих роль дренажных каналов для отвода воздуха при операциях изготовления покрышек.

При прохождении стыка полотен между валками каландра вследствие утолщения полотна возникает значительное давление на подшипники валов. Для предохранения их от разрушения предусмотрено гидравлическое устройство (подушка), рассчитанное на усилие 600 кН. Оно представляет собой гидроцилиндр малого хода и расположено под подшипниками среднего валка, имеющими роликовые направляющие, что обеспечивает подвижность узла под нагрузкой. На каждом из подвижных подшипников установлены пьезоэлектрические датчики, способные измерять усилие до 1000 кН, показания которых выводятся на пульт управления.

2.2.3. Обрезинивание металлокорда

Металлический корд поступает на шинные заводы в герметически закрытых металлических бочках, в которые помещают мешочки с силикагелем для поглощения следов влаги.

При осуществлении технологического процесса необходимо обеспечить прецизионность получаемого резинометаллокордного полотна (равномерность распределения нитей в материале) и достичь максимальной прочности связи резины с кордом. Для этого на всех стадиях технологического процесса надо сохранить целостность латунного покрытия на металлокорде, предохранить его от коррозии и агрессивных воздействий, обеспечить максимальное проникновение резиновой смеси между элементарными нитями корда за счет технологических факторов (температурный режим, трение, усилия прижатия валков и др.). Применение в составах резиновых смесей специальных модификаторов и вулканизующих систем призвано повысить прочность связи за счет химического взаимодействия резины с латунью и сбалансировать скорости реакций на поверхности материалов со скоростью вулканизации резиновой смеси.

Для обработки металлокорда в шинной промышленности широкое распространение получили поточные линии ЛОМК-800К, позволяющие получать непрерывное обрезаемое металлокордное полотно шириной до 800 мм. Металлокордные нити на специальных катушках (шпулях) помещают в шпулярники, которые располагают в специальных помещениях с температурой на 5—10 °С выше, чем в цехе, чтобы предотвратить конденсацию влаги воздуха на металлокорде. Шпулярников обычно два или три, при этом, пока с одного из них расходуется металлокорд, в остальных перезаряжают шпули. Для разматывания металлокордных нитей с натяжением шпудедержатели имеют специальные тормозные устройства. Связывают концы нитей вручную.

Нити металлокорда непрерывно разматываются со шпуль и пропускаются через нитесборник пучками в вертикальной плоскости, а затем через нитенаправляющие и шагораспределительные устройства (кассеты, гребенки, ролики), которые располагают их с заданным шагом в виде полотна. Полотно обрезают на четырехвалковом каландре с дополнительным шаговым валиком, вдавливающим нити корда в нижнюю резиновую обкладку для предотвращения изменения шага между ними при обрезании.

Процесс проводят при температуре 80—90 °С, что способствует затеканию смеси между нитями металлокорда под давлением в зазорах, при этом коэффициент прессования достигает единицы. После каландра кромочные ножи обрезают избыточную смесь с краев полотна таким образом, что с одной стороны остается около 10 мм неармированной резины. Это позволяет стыковать косяки кордного полотна после раскроя без нахлеста. После прохождения черед ряд охлаждающих барабанов и снижения температуры до 25—30 °С полотно поступает на натяжную станцию (5—15 Н на нить) и далее на компенсатор и закаточное устройство.

Поскольку резиновые смеси, применяемые для обкладки металлокорда, имеют повышенное содержание серы, которая может вытекать на поверхность и ухудшать конфекционную клейкость, при закатке полотна в рулоны используют в качестве прокладочного материала не ткань, а полиэтиленовую пленку.

В связи с возросшими требованиями к однородности покрышек качество обрезаемого на линиях ЛОМК-800К металлокорда перестало удовлетворять изготовителей шин. Основными недостатками линий являются невозможность повышения их производительности, неравномерность распределения нитей по ширине полотна, неодинаковая толщина резинового слоя в разных точках, наличие узлов стыковки нитей. Поэтому более современные линии оснащены автоматическими системами управления*, что позво-

* Наиболее совершенной является система управления «Межурекс 2000», по принципу действия аналогичная системам, применяемым при обрезании текстильного корда.

лило изготавливать более прецизионный обрезаемый металлокорд. Кроме того, в новых линиях предусмотрено использование более совершенных каландров и введен ряд изменений: более надежные способы установки шпуль в шпулярниках, электромагнитные плиты перед каландром для улавливания концов в случае обрыва нитей, прессы для стыковки концов полотна, устройства для центрирования, прокола пузырей в резиновых обкладках и формирования стабильной кромки.

2.2.4. Заготовка резинотекстильных деталей покрышек

При сборке покрышек используют значительное число деталей, предварительно изготавливаемых из резиновых смесей, обрезаемых кордов, тканей и проволоки. Изготовление этих деталей принято относить к заготовительным операциям, и от технического уровня этих процессов во многом зависят производительность

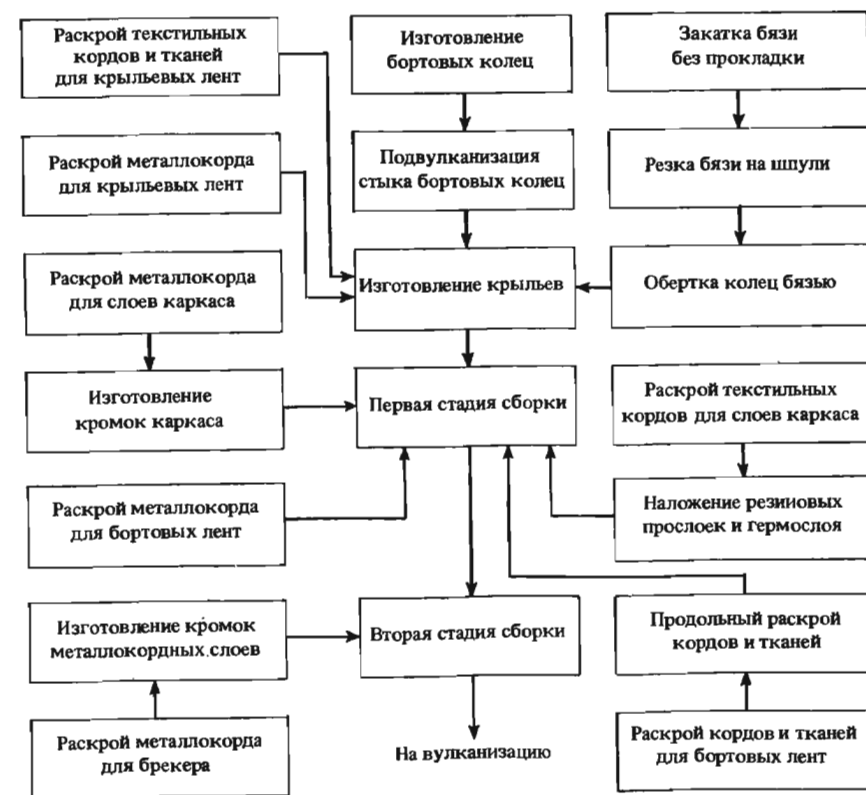
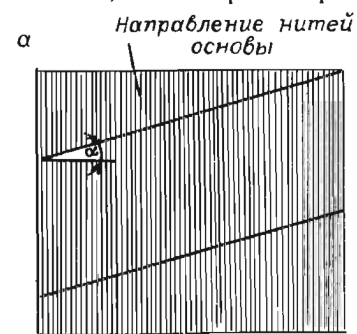


Рис. 43. Общая схема заготовительно-сборочных операций при изготовлении покрышек радиальной конструкции с металлокордом в каркасе и брекере

труда и культура производства на шинном заводе, а также эксплуатационные характеристики выпускаемых покрышек. На операциях заготовки деталей занято около четверти основных технологических рабочих.

Заготовительно-сборочные цехи шинных заводов включают 10—16 участков (рис. 43), каждый из которых обслуживается отдельными группами технологических рабочих с использованием специфического, только данному участку присущего оборудования. При существующем уровне механизации и автоматизации технологических процессов сохраняется большая доля ручного труда, и на операции заготовки деталей и сборки автопокрышек приходится более половины общих трудовых затрат.

Раскрой текстильных кордов и тканей. Обрезиненный корд раскраивают под углом, определяемым конструкцией каркаса и брекера. Угол раскроя α (рис. 44) — это угол, образованный линией отреза и линией, перпендикулярной к нитям основы кордного полотна (за рубежом углом раскроя называют угол между линией отреза и направлением нитей корда, т. е. $90^\circ - \alpha$). Для покрышек диагональной конструкции угол раскроя составляет $25-45^\circ$, для каркаса радиальных — около 0° , для брекера —



$70-80^\circ$. Ширину полосы, получаемой после стыковки отрезаемых косяков, l рассчитывают по формуле: $l = A \cos \alpha$, где A — продвижение полотна за один цикл резки.

Обрезиненные ткани, используемые при изготовлении крыльев, заделке бортовой части и т. п., обычно раскраивают под углом 45° в виде лент нужной ширины.

Раскрой корда и тканей проводят на диагонально-резательных

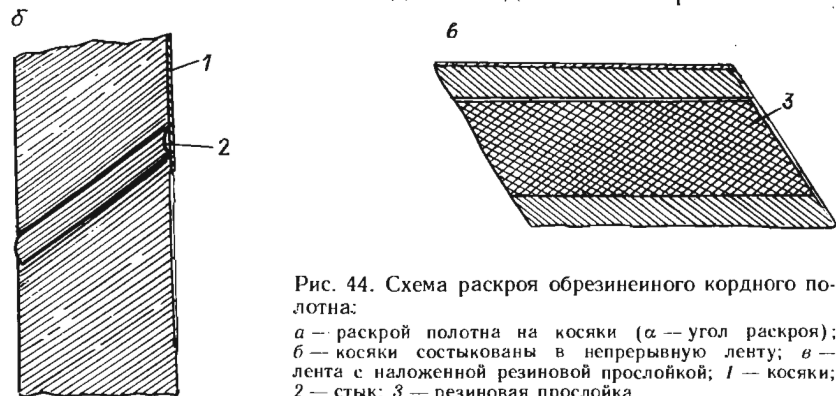
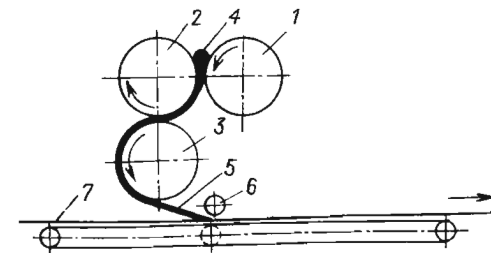


Рис. 44. Схема раскроя обрезиненного кордного полотна:

a — раскрой полотна на косяки (α — угол раскроя); b — косяки состыкованы в непрерывную ленту; $в$ — лента с наложенной резиновой прослойкой; 1 — косяки; 2 — стык; 3 — резиновая прослойка

Рис. 45. Схема сквиджевания обрезиненного корда:

$1, 2, 3$ — валки каландра; 4 — резиновая смесь; 5 — резиновая прослойка; 6 — дублирующий валик; 7 — лента обрезиненного корда



машинах (ДРМ), входящих в состав агрегата, на котором выполняются все необходимые операции. ДРМ (чаще всего горизонтальная) оборудована раскаточной стойкой для приема бобин или кареток с обрезиненным кордным полотном, компенсатором, столом-транспортёром и приводными устройствами. Положением диагонали, по которой движется каретка с дисковым ножом, определяют угол раскроя и ширину получаемых косяков. Машина работает в периодическом режиме, и ее останавливают для перезарядки рулонов раскраиваемого материала, замены режущего инструмента, регулировки угла раскроя и ширины полос.

Отрезаемые на ДРМ косяки отбирают, поворачивают и на стыковочном транспортере состыковывают внахлест в непрерывную ленту. Если конструкцией каркаса предусмотрены сквиджи между слоями, их обычно накладывают на этом же агрегате. Для этого используют метод «горячего» наложения: прослоечную резиновую смесь формируют на каландре, питание которого осуществляют с помощью червячного пресса (МЧХ), и прикатывают к полосе корда (рис. 45). Автоматическое регулирование температуры валков каландра с точностью $\pm 3^\circ\text{C}$, синхронизация скоростей основных операций и точное центрирование полосы корда перед наложением сквиджа (± 2 мм) обеспечивают обработку материала практически без вытяжки. Наличие шестибарабанного охлаждающего устройства позволяет эксплуатировать агрегат на предельной скорости каландрования (до 40 м/мин). Сквиджеванная полоса корда центрируется и закатывается в рулоны с прокладочным полотном.

Создание современных высокоскоростных легковых автомобилей выдвинуло перед шинной промышленностью задачу комплектации их шинами новых конструкций, отличающимися улучшенными показателями по однородности (динамический дисбаланс, радиальное и боковое биение, силовая и геометрическая неоднородности). Это потребовало повышения точности изготовления деталей каркаса и брекера: допустимая погрешность при раскрое по ширине раскроенных полос ± 2 мм, по углу раскроя $\pm 0,5^\circ$. В стандарт на диагонально-резательные машины введены требования по точности угла раскроя ($\pm 0,5^\circ$), по обеспечению прямолинейности диагонали и прямолинейности перемещения ножа

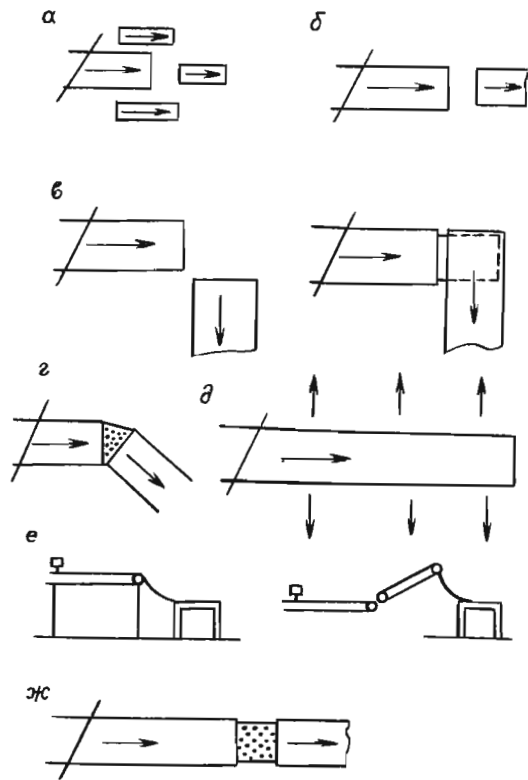


Рис. 46. Различные схемы отбора и перекладки полос после диагонально-резательной машины (пояснения в тексте)

вдоль линии реза, по параллельности плоскости вращения ножа каретки относительно линии реза.

Реализация высокой производительности резательных машин затрудняется из-за низкой производительности на последующих операциях отбора и стыковки полос. В практике отечественных и зарубежных технологических линий по раскрою текстильных обрешеченных материалов известно несколько схем отбора и перекладки раскроенных полос корда (рис. 46):

а — ручная перекладка на один или несколько стыковочных столов с закаткой в валики;

б — ручная перекладка на стыковочный транспортер при компоновке ДРМ и отборочно-прослоечного агрегата в «линию»;

в — при Г-образной компоновке транспортеров ДРМ и стыковочного возможны два варианта перекладки: ручная и механизированная со склизовым перекладчиком или отборочным столом с воздушной подушкой;

г — перекладка с помощью стола с воздушной подушкой при компоновке транспортеров под углом;

д — ручная отбор раскроенных полос непосредственно к браслетным или сборочным станкам с удлиненного транспортера резательной машины;

е — перекладка на стыковочный транспортер или стол при помощи склизового перекладчика: машина с «высоким столом» и установка с промежуточным транспортером перед перекладчиком;

жс — компоновка «в линию» с механизированной или автоматизированной перекладкой.

Для выпуска заготовок слоев каркаса из текстильного обрешеченного корда наиболее рационально использование перекладчика склизового типа при Г-образной компоновке ДРМ и отборочного транспортера прослоечного агрегата. Автоматически раскроенная полоса корда поступает по перекладчику к оператору-стыковщику, который разбраковывает косяки и пристыковывает их друг к другу.

В последние годы на шинных заводах применяется более совершенная резательная машина — ДРА 0—45°, которая обеспечивает раскрой текстильного корда с погрешностью размеров заготовок $\pm 1 \div 1,5$ мм и повышенной в 1,5 раза производительностью труда. Раскрой осуществляется новым типом резательного механизма с вращением ножа от привода каретки, а центрирование кордного полотна перед раскром позволяет обеспечивать погрешность раскроя по углу $\pm 0,5^\circ$. Система управления ДРА 0—45° выполнена с использованием надежных современных элементов автоматики «Логика-И». В состав Г-образного агрегата включены перекладчик склизового типа, новые механизмы для центрирования корда перед закаткой и устройства для бесконтактной закатки слоев в транспортные каретки. Дальнейшее повышение производительности труда при заготовке деталей каркаса и брекера связано с использованием резательных машин непрерывного действия, обеспечивающих раскрой материалов без останова транспортера и режущего инструмента.

Изготовление браслетов. Браслеты — кольцевые резинокордные детали, полуфабрикат для облегчения и ускорения сборки покрышек — изготавливаются на специальных браслетных станках. Для диагональных покрышек браслеты собирают из четного числа слоев обрешеченного корда (2, 4 или 6), причем в соседних слоях нити перекрещиваются.

По виду основного сборочного органа, на котором осуществляют последовательное наложение и прикатку слоев обрешеченного корда, браслетные станки делят на два типа: роликовые и барабанные. На роликовом станке отмеривание первого слоя производят на вспомогательном столе, а на барабанном станке — непосредственно на складном барабане. Браслетные станки барабанного типа можно разделить на две группы: браслетные станки

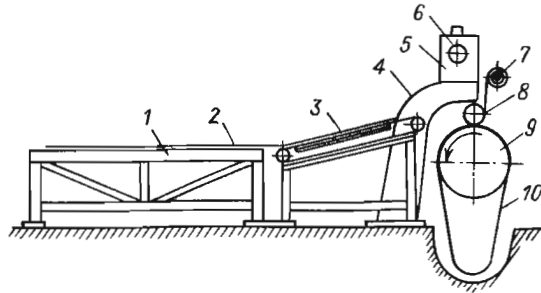


Рис. 47. Схема станка для изготовления браслетов крупногабаритных покрышек: 1 — стыковочный стол; 2 — полотно корда; 3 — транспортер; 4 — станина станка; 5 — механизмы привода и центровки устройства для наложения резиновой прослойки; 6 — валик для закатки прослойки; 7 — рулон резиновой прослойки; 8 — прикатчик; 9 — барабан; 10 — браслет

со сменными барабанами, диаметры которых соответствуют размерам собираемых браслетов, и универсальные браслетные станки с постоянным барабаном, при этом размер браслета определяется положением вспомогательного натяжного валика.

Эффективная работа обеспечивается, если браслетный станок укомплектован устройством для питания слоями обрезиненного корда и резиновыми прослойками (питателями) и устройствами для снятия готовых изделий и транспортировки их к станкам для сборки покрышек. Большие браслеты для предотвращения нежелательной вытяжки заворачивают в прокладку перед транспортировкой.

Возможно также размещение браслетных станков в непосредственной близости от ДРМ, что позволяет не закатывать раскроенный корд в рулоны, а подавать сразу на сборку браслетов (рис. 47).

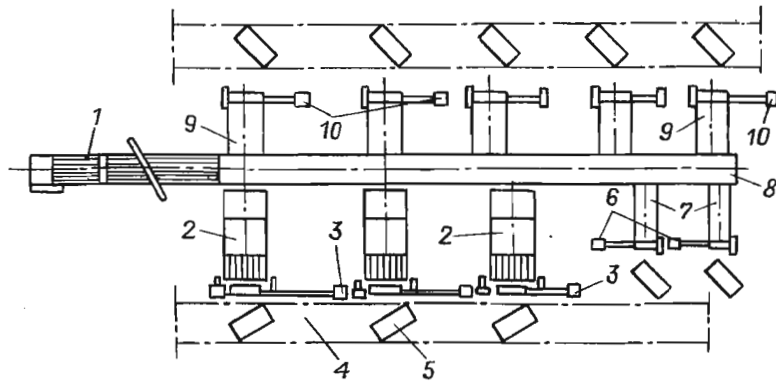


Рис. 48. Схема поточной линии для изготовления браслетов различных размеров: 1 — агрегат ДРМ; 2, 7, 9 — браслетные станки; 3, 6, 10 — станки для сворачивания готовых браслетов; 4 — конвейер для транспортировки браслетов на участок сборки; 5 — стеллаж для браслетов; 8 — отборочный транспортер

С целью улучшения качества, увеличения производительности труда и механизации трудоемких операций разработан ряд поточных линий изготовления браслетов (рис. 48).

Изготовление герметизирующего слоя бескамерных шин. Одним из основных элементов бескамерной шины является герметизирующий слой, назначение которого — удержать воздух внутри шины и сохранить каркас шины от проникновения в него сжатого воздуха за счет диффузии.

Применяемый в настоящее время гермослой представляет собой лист резины, толщина которого в зависимости от внутреннего давления в шине и воздухопроницаемости резины доходит до 3,5 мм. Заготовку такого гермослоя изготавливают путем многократного дублирования на специальном дублирующем устройстве нескольких тонких резиновых листов, выпускаемых на трехвалковом каландре. Цель такого дублирования — повысить воздухопроницаемость гермослоя, так как практика показала, что оптимальная толщина каландрованного резинового листа, не содержащего пузырей воздуха, составляет 0,5—1,2 мм. Для изготовления заготовок гермослоя таким способом каландр оборудуется сложной системой возвратных транспортеров. Выходящий из каландра резиновый лист толщиной 0,5—1,2 мм системой возвратных транспортеров подается к нижнему валку каландра, где дублируется со следующим слоем резиновой смеси, после чего вновь проходит по системе транспортеров и дублируется с третьим листом. Полученный трехслойный резиновый браслет разрезается под прямым углом и закатывается в валики с прокладкой. В связи с тем что процесс является прерывным, производительность такого агрегата не превышает 8 м/мин.

Зарубежные фирмы, например «Репике», в последнее время начали применять линии изготовления гермослоя, укомплектованные четырехвалковым каландром. Эти линии позволяют выпускать непрерывным потоком гермослой из двух разных по составу резин, обладают вдвое более высокой производительностью и позволяют наряду с изготовлением гермослоя осуществлять наложение его на раскроенный и состыкованный корд для первого слоя каркаса. Недостатком способа является то, что дублирование слоев происходит не «горячим» способом в зазоре валков каландра, при котором достигается высокая степень прессования, а «холодным» способом на транспортере за счет давления дублирующего ролика. Это снижает качество герметизирующего слоя.

Современные крупногабаритные бескамерные шины имеют гермослой шириной более 3000 мм. В связи с этим при сборке таких покрышек резиновый гермослой приходится накладывать на сборочный барабан из нескольких по ширине частей, что снижает качество и производительность сборки.

В НИИКГШ была разработана технология изготовления армированного гермослоя (рис. 49). Разрезанный корд-суровье,

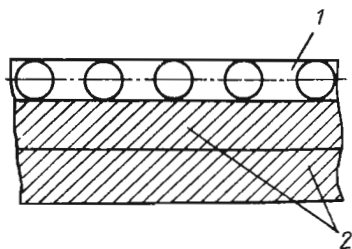


Рис. 49. Конструкция армированного гермослоя для крупногабаритных бескамерных шин: 1 — армированный слой; 2 — гермослой

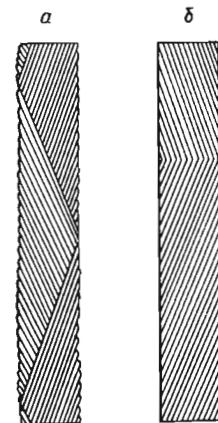
применяемый для последних слоев каркаса покрышки, обрезаются каркасной смесью и закатываются в стандартные рулоны. Рулоны подаются к агрегату универсального трехвалкового каландра 3-710-1800, на котором на одну сторону армированного слоя за два прохода накладывается методом «горячего» сквиджевания резиновая смесь гермослоя толщиной 3—2,5 мм. Полученный таким способом армированный гермослой закатывается в рулоны и подается к диагонально-резательному агрегату для последующего раскроя под наиболее рациональным углом. Таким образом можно получить гермослой практически неограниченной ширины. Раскроенные косяки армированного гермослоя подаются к сборочному станку в соответствии с технологическим процессом сборки.

2.2.5. Заготовка деталей из обрезиненного металлокорда

Обрезиненный металлокорд применяют главным образом в покрышках радиальной конструкции для изготовления брекерных слоев (в последние годы — и слоев каркаса), дополнительных крыльев и некоторых других деталей, что требует раскроя металлокордного полотна под различными углами. Технологический процесс раскроя обрезиненного металлокорда складывается из следующих основных операций: раскатка металлокордного полотна и подача его на раскрой, отрезание полос, их отбор и стыковка в полотно с нужным направлением нитей, изоляция кромок состыкованных полотен и закатка полученных заготовок.

Для резки металлокорда применяют диагонально-резательные машины ДРММ-0-60 или ДРММ-60-80 (цифры в марке указывают углы раскроя, в пределах которых может работать машина). Раскрой производится между дисковым вращающимся и плоским неподвижным ножами при плотном прижатии полотна к плоскому ножу. Точность раскроя составляет ± 3 мм. В связи с тем что отбор и стыковка полос осуществляются вручную, производительность машин сравнительно невелика — 4—8 резцов в минуту. При разрезании металлокордных нитей может происходить раскручивание стальных провололок, в результате чего их концы могут выступать по кромкам состыкованного полотна. Для уменьшения этого нежелательного процесса проводят изоляцию кромок на каландрах,

Рис. 50. Модельные образцы двухслойных брекерров, изготовленных методами навивки (а) и стыкования полос раскроенного металлокордного полотна (б)



после чего закатывают полосы в каретки. Подобная схема имеет недостаточную производительность и не обеспечивает точность размеров изготовленных деталей.

В 80-х годах в связи с возросшими требованиями потребителей к однородности шин и резким увеличением потребности в металлокордных шинах на заводах появилось новое, более совершенное оборудование: агрегаты АРС-0-60 и АРС-60-80 для раскроя и стыковки металлокорда, АИК-300 — для изоляции кромок и наложения резиновых прослоек.

Изготовление брекерных браслетов из металлокорда. В металлокордном брекерном браслете первый слой, прилегающий к каркасу, обычно имеет малый угол раскроя (не более 30°), тогда как в основных слоях металлокордные нити имеют почти окружное направление (угол раскроя 70 — 80°). Поэтому при сборке брекерного браслета надо учитывать значительную деформируемость первого слоя и не допускать его вытяжку. Сборку проводят на станке, основным элементом которого является барабан. Полосы металлокорда с катушек питателя подаются на барабан через направляющие лотки, специальные устройства, на которых центрируют полосу относительно барабана. Слои дублируют при помощи прикаточного устройства, и после наложения нужного числа слоев браслет снимают с барабана.

В ряде современных станков для сборки покрышек радиальной конструкции предусмотрены узлы для сборки брекерных браслетов непосредственно перед использованием, что уменьшает объемы транспортировок и позволяет применять при сборке свежизготовленные браслеты.

Считается прогрессивной технология изготовления металлокордных брекерров методом навивки из одиночной обрезиненной металлокордной нити (рис. 50). Применение «витых» брекерров позволяет устранить некоторые недостатки существующего процесса заготовки брекерров из металлокорда, в частности ликви-

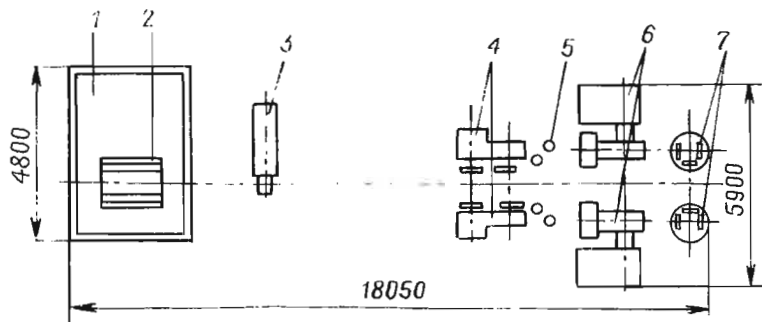


Рис. 51. Агрегат для изготовления витого металлокордного брекера:

1 — термокамера; 2 — шпулярник; 3 — червячная машина холодного питания; 4 — тянущие валки с компенсатором; 5 — обводные ролики; 6 — брекерный станок; 7 — питатель резиновых прослоек

ровать острые кромки по краям брекера и стыки, отказаться от тяжелого оборудования по обрезаиванию, раскрою и стыковке металлокорда, сократить складское и прокладочное хозяйство и потребность в производственных площадях, уменьшить число ручных операций.

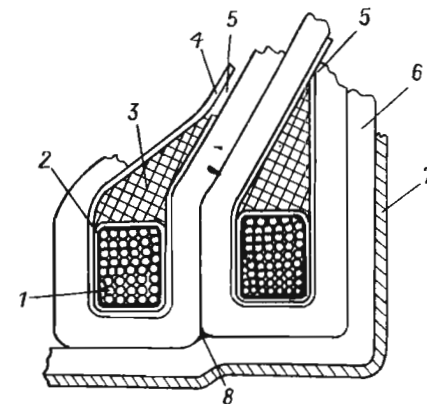
В состав агрегата для навивки (рис. 51) входят: термокамера со шпулярником, червячная машина холодного питания МЧХ-90 с двухручевой головкой, тянущие валки с компенсаторами, два брекерных станка с питателями резиновых прослоек. В термокамере 1, где автоматически поддерживается температура, обеспечивающая необходимую влажность воздуха, находится шпулярник 2 с вертикально установленными шпулями металлокорда (18 шпуль, которых хватает на смену работы). Нить металлокорда протягивается тянущими валками 4 через щель термокамеры и через Т-образную головку червячной машины 3, где она обрезаивается. Проходя через компенсатор и обводные ролики 5, обрезаивенная металлокордная нить подается на укладчик брекерного станка 6, с помощью которого происходит навивка на барабан станка слоев брекера. При изготовлении брекера необходимые резиновые прослойки накладываются на барабан с питателя 7. Полученный брекер прикатывают и после складывания барабана станка снимают и подают на сборку покрышки.

2.2.6. Изготовление бортовых колец и крыльев

Покрышка удерживается на ободе колеса благодаря жесткому нерастяжимому борту, устройство которого показано на рис. 52. Необходимую прочность и жесткость борту придают крылья, основой которых являются бортовые кольца. Существует несколько способов изготовления бортовых колец, и чаще всего для этого применяют обрезаивенную стальную латунированную проволоку

Рис. 52. Устройство борта покрышки:

1 — бортовое кольцо; 2 — оберточная лента; 3 — наполнительный шнур; 4 — крыльевая лента; 5 — крыло; 6 — слон каркаса; 7 — бортовая лента; 8 — наполнитель между группами слоев



диаметром 1,0 мм. Процесс изготовления крыльев включает следующие операции: раскатка и обрезаивание проволоки, навивка бортовых колец, обертка кольца бязевой ленточкой, наложение наполнительных шнуров, обертка крыльевой лентой.

Проволока поставляется в металлических катушках (до 500 кг), которые устанавливаются в раскаточные стойки шпулярника без перемотки и рихтовки. По выходе из шпулярника отдельные проволоки собираются в прядь, которая подогрывается и обрезаивается в Т-образной головке червячной машины. Обрезаивенная лента проходит через охлаждающую ванну, обдувается воздухом для удаления капель воды с поверхности, протягивается с помощью протяжных барабанов через компенсатор, обеспечивающий непрерывную работу агрегата, и подается к шаблону намоточного станка. Конец пряди обрезаивенных проволок закрепляют в замке шаблона и автоматически навивают необходимое число слоев, после чего прядь обрубают и стык закрепляют специальной ленточкой. Готовое кольцо снимают с шаблона. Стык укрепляют путем местной вулканизации в специальных прессах.

В современных кольцеделательных агрегатах одновременно наматываются 2—3 кольца, что повышает производительность в 1,7—2,3 раза. В настоящее время на шинных заводах при обрезаивании бортовой проволоки смесями из СК уменьшают резино-содержание (толщина слоя 1,2÷1,3 мм вместо 1,5 мм), что способствует улучшению качества колец за счет повышения их монолитности.

Рассмотренный метод позволяет получать кольца только прямоугольного сечения, тогда как в ряде конструкций требуются кольца с другими формами сечения. Менее производителен, но более универсален аналогичный процесс навивки из одиночной обрезаивенной проволоки. Для некоторых типов покрышек применяют спиральновитые бортовые кольца с круглым сечением.

Бортовые кольца обертывают ленточкой из обрезаивенной бязи, раскроенной под углом 45°. Существует два способа обертки

бортовых колец: винтовая по спирали и продольная (стыки на наружной поверхности кольца). Операция обертки служит для предупреждения вытекания резиновой смеси и сохранения правильной геометрической формы кольца при операциях сборки и формовании покрышки.

Наложение наполнительного шнура и крыльевой ленты на бортовые кольца легковых и грузовых покрышек производят на крыльевых станках СКФ-3, СКФ-4, СКФ-5Р. Известно использование крыльев без крыльевой ленты с высоким наполнительным шнуром, иногда из двух или трех резин разной жесткости.

Для придания жесткости борту радиальных шин в отечественной и зарубежной практике кроме высокого наполнительного шнура в борт покрышки иногда вводят дополнительное крыло, содержащее сердечник из двух витков обрезиненной металлокордной нити (или кольцо из проволоки диаметром 1,5—2 мм) и перегнутой со ступенькой металлокордной крыльевой ленты. Дополнительные крылья изготавливают на крыльевых станках: на полосу обрезиненного металлокорда накладывают сердечник, края металлокордной ленты заворачивают вокруг сердечника и дублируют.

2.3. СБОРКА ПОКРЫШЕК

Сборка покрышек из полуфабрикатов занимает особое место среди основных процессов производства резиновых изделий, так как представляет собой в основном совокупность механических операций подачи и соединения деталей и по характеру организации приближается к сходным процессам в машиностроении. В отличие от сборочных машиностроительных процессов детали и полуфабрикаты покрышек изменяют свои характеристики в процессе хранения перед сборкой (геометрические размеры, клейкость и др.) в зависимости от сроков хранения, температуры и влажности окружающей среды, и других факторов, что в значительной мере сказывается на качестве шин.

Сборка покрышек — один из наиболее трудоемких процессов, и на его долю приходится 35—45 % от общей трудоемкости изготовления шин, а число рабочих на участке сборки составляет 30—40 % от общей численности рабочих, занятых в производстве шин.

Сборку покрышек производят на станках, основным рабочим органом которых является складной цилиндрический барабан, на котором все детали соединяют в единую конструкцию. Для сборки необходимы следующие основные детали: слои обрезиненного текстильного или металлического корда, закроенные под заданными углами, резиновые прослойки, детали борта, протектора и боковин. Многочисленные заготовки и полуфабрикаты подаются из питателя сборочного станка на барабан, где производятся их стыковка, склеивание и дублирование.

2.3.1. Способы сборки покрышек

По способу наложения слоев различают браслетный, послыйный и комбинированный методы сборки покрышек.

При *браслетном* способе сборки каркас собирают из резинокордных браслетов, которые надевают на сборочный барабан с помощью механической скалки. Браслет при этом растягивается на 3—8 %, и вытяжка правого края браслета превышает вытяжку левого края. В результате колебания угла наклона нитей составляют 5—8°, что приводит к преждевременному разрыву отдельных перегруженных нитей в процессе эксплуатации. Кроме того, аппаратное оформление процесса сборки не позволяет контролировать точное центрирование браслетов при их надевании на барабан. При обработке борта вокруг крыла заворачиваются и прикатываются одновременно группы слоев, поэтому получается недостаточно монолитный, так называемый «рыхлый» борт. Несмотря на механизацию ряда основных технологических операций, на сборке браслетов и покрышек сохраняются высокие затраты физического труда.

При *послойном* способе сборки на сборочный барабан накладываются поочередно отдельные слои и детали, подаваемые из питателя, и каждый слой прикатывается. При этом обеспечиваются более точное центрирование слоев и большая однородность расположения нитей корда в каркасе — колебания угла наклона не превышают 1—2°. Это позволяет получить покрышки более высокого качества, и при одинаковом числе слоев и типе корда они имеют на 5—10 % более высокий запас прочности. К недостаткам способа относится необходимость применять при сборке многослойных покрышек корд, закроенный под различными углами, что делает очень громоздкими питатели. Если рассматривать только процессы сборки покрышек, то более производительным оказывается браслетный способ, если же учесть и операции изготовления браслетов — то послыйный. Учитывая все возрастающие требования к качеству шин, послыйный способ сборки следует считать более перспективным.

Для сборки некоторых видов покрышек применяют *комбинированный* способ, когда 2—4 слоя каркаса надевают в виде браслета, а остальные слои накладывают послыйно.

Складывающиеся барабаны, на которых проводится сборка покрышек, по форме бывают полуплоские, полудорновые и дорновые (рис. 53). При использовании дорновых барабанов получают заготовку покрышки, близкую по форме к готовому изделию (торообразную) и не требующую формования перед вулканизацией. Однако, вследствие сложности снятия покрышки с барабана, такая конструкция не получила распространения в мировой практике производства шин. При сборке на полуплоских и полудорновых барабанах заготовка имеет форму, близкую к цилиндри-

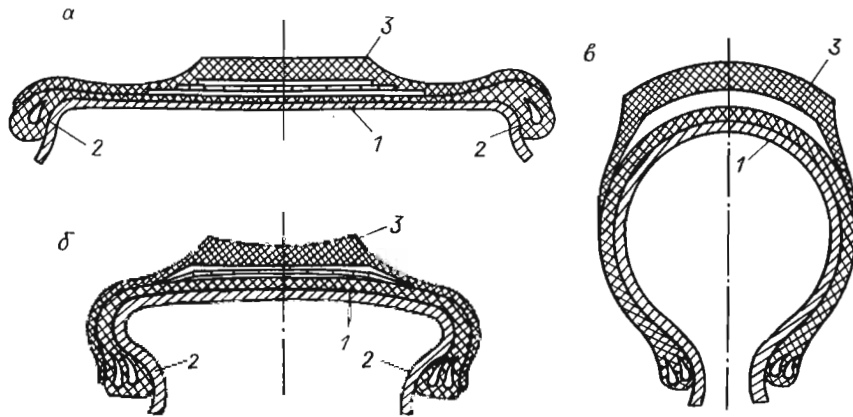


Рис. 53. Форма покрышек собранных на полуплоском (а), полудорновом (б) и дорновом (в) барабанах:

1 — сборочный барабан; 2 — его заплечики; 3 — покрышка

ческой (бочкообразную), и поэтому перед вулканизацией обязательной операцией является формование.

При сборке на плоском (разжимном) и полуплоском барабане форма собранной покрышки наиболее сильно отличается от формы готового изделия, поэтому при формировании каркас подвергается значительной вытяжке*, в результате чего изменяется положение крыльев в бортах. По этой причине полуплоские барабаны применяют только при сборке покрышек с одним крылом в борту. Сборочные станки имеют ручное или полуавтоматическое управление.

Диаметр сборочного барабана выбирают исходя из заданной величины вытяжки при формировании и вулканизации и диаметра крыла. Форма заплечиков определяется конструкцией борта покрышки, и, чтобы избежать образования складок при формировании борта, нужно, чтобы угол, образованный плечом и горизонтальной осью барабана, приближался к 90°.

Покрышки с двумя и более крыльями в борту собирают на полудорновых барабанах. Специальная форма заплечиков на таком барабане позволяет уже в процессе сборки придавать бортовой части покрышки форму, близкую к ее форме в готовой покрышке. В таком случае при последующем формировании крылья не меняют своего расположения в бортах покрышки.

При формировании нити корда в каркасе меняют свое положение, и расстояния между ними изменяются. Такие перемещения нитей можно рассчитать заранее и при постоянном качестве (равноплот-

* Тем не менее отношение диаметра первого слоя каркаса готовой покрышки к диаметру того же слоя на сборочном барабане не должно превышать 2.

ности) обрезиненного корда, строгом соблюдении технологии сборки и формования покрышек перед вулканизацией обеспечить их стабильное положение.

Полудорновые барабаны изготавливают с целыми или разборными заплечиками. Если отношение диаметра дорна по короне к диаметру барабана по борту больше 1,3, заплечики делают разборными.

Сборка покрышек на полудорновых барабанах более сложна, чем на полуплоских. Так как слои корда в бортовой зоне покрышки лежат в почти вертикальной плоскости, прикатку и подвертывание слоев проводят на торцах барабана, в связи с чем прикатка слоев в бортовой зоне затруднена.

Весьма производительным и экономичным способом при изготовлении малослойных покрышек является сборка из *уширенных слоев корда*. Сборку производят на специальных разжимных барабанах, укомплектованных дополнительными барабанами для создания длинной цилиндрической поверхности из уширенных слоев корда. На сборочный барабан накладывают один или два уширенных слоя обрезиненного корда, и после посадки крыльев и раздвижения барабанов слои корда последовательно заворачивают и стыкуют внахлест по короне (рис. 54). В результате получается двух- или четырехслойный каркас с противоположным направлением нитей в соседних слоях. Сборка таким способом легковых и мотоциклетных покрышек дает возможность за счет уменьшения числа деталей и операций повысить производительность труда, получить экономию материалов на 5—10 %, а также механизировать и автоматизировать процесс.

Сборка радиальных покрышек. Радиальные покрышки имеют меридиональное (радиальное) направление нитей корда в каркасе (0—5°) и почти окружное направление нитей в брекере (70—80°). Близкое к окружному направление нитей придает нерастяжимость брекерному поясу, что исключает возможность формирования радиальной покрышки после наложения брекера. Поэтому сборка радиальных покрышек расчленена на две стадии. На первой стадии собирают каркас покрышки с полной заделкой бортовой части, накладывают боковины и дублируют их с каркасом. На второй — накладывают боковины и дублируют их с каркасом. На второй — накладывают боковины и дублируют их с каркасом. На второй — накладывают боковины и дублируют их с каркасом. На второй — накладывают боковины и дублируют их с каркасом. На второй — накладывают боковины и дублируют их с каркасом.

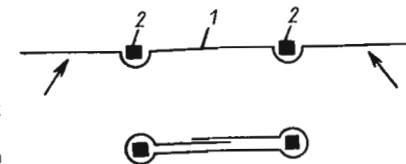


Рис. 54. Схема сборки каркаса покрышек из уширенных слоев корда:
1 — обрезиненный корд; 2 — бортовые кольца

свою геометрию от цилиндра до тора за счет подачи сжатого воздуха внутрь диафрагмы при одновременном сближении бортов покрышки, что позволяет формовать каркас перед наложением нерастяжимого брекерно-протекторного пояса. Однако наибольшее распространение получила двухстадийная сборка на двух станках.

Сборка каркаса производится на станках с жестким цилиндрическим барабаном, что обеспечивает хорошую прикатку слоев корда, благодаря чему повышается прочность каркаса. Станок для второй стадии имеет сборочный барабан переменной геометрии, как правило, резиновый. После формования заготовки покрышки 1-й стадии накладываются брекеры и протектор.

При сборке каркасов радиальных покрышек на полуплоских и особенно на полудорновых барабанах условия заделки бортовой части значительно усложняются. При посадке крыльев и завороте слоев на крыло необходимо изменение диаметра заготовки. При диагональной конструкции каркаса это происходит достаточно легко за счет изменения углов наклона нитей, а при сборке радиальных покрышек на этом этапе сборки неизбежно образование складок. Чтобы обеспечить однородность и симметричность покрышки, механизмы заделки бортов имеют системы рычагов, образующих при завороте слоев мелкие симметричные гофры, которые после прикатки превращаются в равномерно расположенные мелкие складки.

При формировании каркаса значительно увеличивается его диаметр, и в условиях радиального расположения кордных нитей это происходит только за счет растяжения резиновых слоев между ними. Поэтому для предотвращения разрывов каркасные резиновые смеси должны иметь достаточно высокую когезионную прочность, что в случае применения синтетических каучуков требует введения специальных модификаторов. По этой же причине каркас должен быть как можно более симметричным и однородным, с равным шагом между отдельными нитями, и это достигается только при послойном способе сборки.

Одной из главных задач в совершенствовании сборочных процессов является снижение трудоемкости, сведение до минимума доли ручного труда. На основе опыта машиностроения в шинной промышленности в 60-х годах была сформулирована задача: расчлнить процесс сборки на отдельные операции, каждая из которых выполняется на упрощенном станке (позиции), что позволяет стабилизировать качество сборки и создает возможность механизации и автоматизации операций, повышения эффективности работы отдельных узлов оборудования. Ряд фирм США, Японии, Западной Европы используют для сборки радиальных покрышек оборудование с 2—4 позициями сборки. В СССР применяются поточные линии сборки (ЛСПР), которые имеют 7 или 9 операционных станков, соединенных транспортными системами.

Такие линии применяются и для первой, и для второй стадий сборки многослойных грузовых покрышек радиальной конструкции. Сборка легковых покрышек расчленяется на отдельные группы операций путем создания двух- и трехпозиционных станков-агрегатов.

2.3.2. Сборка малогабаритных (легковых) покрышек

Покрышки диагональной конструкции собирают послойным способом на станках с полуплоскими барабанами СПП-66, СПК-8 и др. Станки снабжены питателями для подачи обрешиненного корда, остальные детали (крылья, протекторные заготовки, бортовые ленточки) подаются к станкам конвейерами или другими транспортными средствами. Станок СПП-66 работает в полуавтоматическом режиме, дублирование слоев осуществляется с помощью прикатчиков, производительность станка 20 штук в час.

Станок СПК-8 имеет разжимной барабан, который разжимается после наложения двух слоев корда и посадки крыльев, осуществляя надежное дублирование слоев без прикатки. Наложение слоев брекера и протекторная заготовка опрессовываются с помощью барабана с резиновой диафрагмой, что позволяет достичь необходимой прочности связи между отдельными элементами покрышки. Производительность станка 30 штук в час.

Учитывая преимущества покрышек радиальной конструкции и значительное увеличение их выпуска, основное внимание уделяется развитию и совершенствованию процессов сборки именно этих типов покрышек. Первая стадия сборки может осуществляться на обычных станках (например, СПП-66, А-70 фирмы «Пирелли» и др.), вторая стадия — на станках с формирующим барабаном (например, Т-10, ТР-11 фирмы «Пирелли»). На сборочных станках Т-10 брекерный браслет накладывается на сформованный каркас. На станках ТР-11 брекерно-протекторный браслет изготавливается на отдельной позиции и затем передается переносчиком на позицию формования. Перспективно объединение станков 1-й стадии сборки, изготовления брекерно-протекторного браслета и 2-й стадии сборки в один агрегат (АСПР-360-600).

Несмотря на большой прогресс, достигнутый за последние десятилетия в области автоматизации сборочных операций и успешное решение таких вопросов, как автоматическая посадка бортовых крыльев, обработка борта, дублирование деталей, автоматизация системы управления, обеспечившая контроль последовательности и продолжительности технологических операций, все еще велика доля ручных операций по отрезу, ориентированию и стыковке полуфабрикатов на сборочном барабане. В табл. 21 приведена характеристика некоторых видов сборочного оборудования, характерного для современного уровня научно-технического прогресса, сложившегося в шинной промышленности.

Таблица 21. Характеристика оборудования для сборки легковых радиальных покрышек

Оборудование	Стадия сборки	Доля ручных операций, %	Общее время цикла, мин	Производительность, шт/ч
Станки фирмы «Пирелли»				
A-70 № 1	1	74,2	3,1	19,7
A-70 № 2	1	68,5	2,4	24,6
A-70 № 3	1	55,8	2,1	29,1
T-10	2	71,9	2,9	20,6
TP-11	2	89,6	1,7	35,2
Отечественный агрегат АСПР-360-600	1 и 2	70,3	2,0	30

На станках А-70, Т-10, TP-11 достигают высоких прецизионности, стабильности, качества и однородности структуры покрышки, но доля ручных операций на этих станках остается высокой.

Формование каркаса на станке TP-11 осуществляется без диафрагмы, что позволяет устранить возможное негативное влияние резиновой оболочки при формовании (вследствие неравномерного растяжения диафрагмы возможны местные разрежения нитей корда).

Отечественный трехпозиционный станок-агрегат АСПР-360-600 имеет соосно расположенные сборочные барабаны, связанные внутростаночным транспортом. На самостоятельных позициях собирают каркас, брекерно-протекторный браслет, производят формование каркаса и окончательную сборку покрышек. Такая организация процесса позволяет повысить производительность труда, снизить трудоемкость за счет совмещения во времени операций, выполняемых на разных позициях сборки, и автоматической передачи переключателем-манипулятором с одной позиции на другую каркаса и брекерно-протекторного браслета. Преимущество использования станков типа АСПР-360-600 по сравнению с А-70 и TP-11 — исключение в цехе сборки транспортного потока по передаче каркасов с первой стадии сборки на вторую.

Одним из характерных образцов современного сборочного оборудования является станок TP-20 фирмы «Пирелли» для второй стадии сборки. Процессы сборки металлокордного браслета, суперформования браслета на жестком барабане, наложения защитного слоя брекера и протектора, формования каркаса и совмещения его с брекерно-протекторным поясом осуществляются на трех соосно расположенных барабанах. Связь между позициями сборки осуществляет автоматический манипулятор-переключатель. Станок оснащен автоматизированной системой заправки питателя слоями брекера и протектора из непрерывной ленты, отмера деталей по длине и их стыковки. Расчленение операций и их автоматизация позволяют повысить производительность станка TP-20 по сравнению с TP-11 на 57 %. Затраты времени

на одну покрышку на станке TP-20 составляют 1,08 мин, т. е. его производительность достигает 55 штук в час.

Экспериментальный образец станка фирмы «Крупн» для второй стадии сборки с системами питания работает в автоматическом режиме практически без участия сборщика-оператора. По данным фирмы средства автоматического контроля и управления позволяют обеспечить достаточно жесткие допуски при отмере и отрезе подаваемых на барабан деталей, тем самым обуславливается возможность автоматической стыковки деталей с требуемым качеством. На сборку покрышки затрачивается порядка 0,55 мин, и расчетная производительность станка составляет 60 штук в час.

2.3.3. Сборка среднегабаритных (грузовых) покрышек

Для сборки покрышек диагональной конструкции и проведения 1-й стадии сборки радиальных покрышек используют станки с полудорновыми барабанами, из которых наиболее распространены СПДУ-65И, АПД-ИЗ, СПД-2 (СПД-2-570-1100, СПД-2-660-900 и др. *). Процесс проводится традиционными методами с большим количеством ручного труда и не обеспечивает высокой прецизионности сборки. Станки СПД-2 оснащены более совершенными механизмами формирования бортов, приводимыми в движение от гидравлической системы, что увеличивает точность и синхронность их перемещения и тем самым обеспечивает повышение качества и однородности шин. Для 2-й стадии сборки радиальных покрышек основным типом станков является СПР-И2М с резиновым формирующим барабаном.

При индивидуальных способах сборки, когда весь процесс от начала до конца проводится на одном станке, в принципе невозможно достичь высоких уровней механизации и автоматизации, поэтому сохраняется большое число тяжелых ручных операций, и это вызывает необходимость применения в основном мужского труда. Насыщение сборочных станков устройствами для приема, хранения и подачи на сборочный барабан многочисленных деталей и заготовок создает ограничения для эффективного применения автоматизированных технологических транспортных систем, связывающих в единый поток заготовительные, сборочные и последующие процессы.

Усложнение станков резко ограничило возможности их дальнейшего конструкторского усовершенствования с целью повышения быстродействия как отдельных механизмов, так и станка в целом. Поэтому основным направлением повышения производительности сборочного процесса у нас в стране явилась разработка поточных механизированных линий для сборки радиальных покры-

* В индексах станков первая цифра указывает его габарит, т. е. размеры собираемых покрышек, вторая — диаметр сборочного барабана (мм), третья — наибольшую ширину резинокордных слоев (мм).

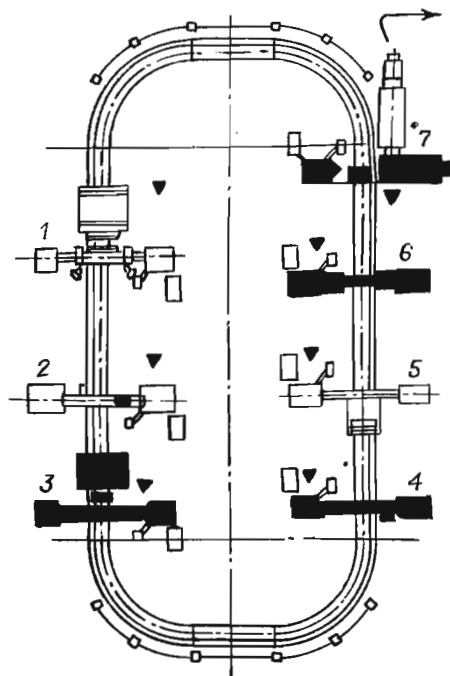


Рис. 55. Схемы поточной линии сборки покрышек (ЛСПР):
1—7 — сборочные станки; зачернены станки, работающие в автоматическом режиме

шек (ЛСПР). Принципиальным отличием этих линий от сборочных станков является расчленение операций: сборка покрышки проводится на барабане, передаваемом от станка к станку на тележке, движущейся по замкнутому рельсовому пути (рис. 55).

Для 1-й стадии сборки радиальных покрышек с одним крылом в борту линия (ЛСПР-710-1150) состоит из 7 операционных станков, для непрерывной работы которых необходимо 14 тележек. Для покрышек с двумя крыльями в борту процесс расчленяют на 9 операций (линия ЛСПР-2-710-1100), а на второй стадии сборки может быть применена линия ЛСПР-2-510-485.

Такое расчленение и упрощение операций позволяет значительно повысить производительность труда, качество выполнения технологических операций, уровень механизации и автоматизации (до 90 % против 60—65 % для станков типа СПД), а также существенно снизить трудоемкость процесса сборки. Кроме того, сокращаются сроки обучения сборщиков, облегчаются условия труда, улучшаются его санитарно-гигиенические характеристики. В табл. 22 приведена сравнительная характеристика современных типов сборочного оборудования, применяемого для производства радиальных покрышек.

В последние годы особенно интенсивно развивается направление совершенствования сборочных процессов — применение гибких автоматизированных производств (ГАП), легко перестраи-

ваемых при выпуске на одной и той же линии покрышек разных размеров (240—508Р, 280—508Р, 300—508Р, 320—508Р). В качестве характерного представителя такого оборудования можно привести линию ЛСПР-2-510-485 для 2-й стадии сборки грузовых покрышек 260—508Р. В линии совмещаются процессы сборки брекерного браслета и окончательной сборки покрышек с одновременным расчленением процесса на несколько операционных позиций. Линии 2-й стадии сборки используются в комплекте с поточными линиями 1-й стадии. Линия ЛСПР-2-510-485 позволяет уменьшить трудоемкость процесса 2-й стадии сборки в 1,8—2 раза по сравнению с процессом, принятым на индивидуальных станках для 2-й стадии сборки СПР-И2М и станке ИДО-59 для изготовления брекерных браслетов.

Все более широкое распространение находят грузовые радиальные шины с каркасом и брекером из металлокорда (цельнометаллокордные ЦМК). Применение металлокорда в каркасе радиальных шин обеспечивает в шине более низкие рабочие температуры, что повышает работоспособность и надежность шин в условиях длительного безостановочного движения с высокими скоростями. Это обусловило широкое применение ЦМК шин на грузовых автомобилях и автобусах, осуществляющих междугородные и международные перевозки грузов и пассажиров. Интенсивное использование ЦМК шин началось в середине 70-х годов, и к настоящему времени они занимают 70—90 % объема производства грузовых шин на заводах передовых зарубежных фирм.

Таблица 22. Технический уровень оборудования сборки радиальных покрышек

Отечественное оборудование	Зарубежный аналог	Производительность, шт/ч		Трудоемкость, чел. ч./100 шт.	
		отеч.	заруб.*	отеч.	заруб.*
Оборудование для 1-й стадии сборки					
СПД-2-660-900П (а/п 260—508Р)	RB-115 («Герберт»)	5,3	4,7	20,7	24,6
СПД-2-720-1100П (а/п 320—508Р)	RB-115 («Герберт»)	3,4	3,3	36,7	38,4
ЛСПР-710-1150	Аналога нет	40	—	15	—
ЛСПР-2-710-1100	» »	35	—	20	—
Оборудование для 2-й стадии сборки					
СПР-И2М (в комплекте со станком ИДО-59 для изготовления брекерных браслетов)	TR-6 («Пирелли») GU-20 («Континенталь») RN-2 («Зелан Газуи») KTR («Кобе Стил»)	10,4	13,5		24,0
ЛСПР-2-510-485	Аналога нет	40	—	10	—

* Технические характеристики зарубежного оборудования следует рассматривать как ориентировочные, так как в разных источниках приводятся различные данные.

Таблица 23. Характеристика агрегатов для сборки металлокордных грузовых покрышек

Тип станка	Фирма-изготовитель, страна	Производительность, шт/ч	Норма обслуживания, чел/смена	Трудоемкость, чел·ч/100 шт	Число стадий сборки	Число позиций в агрегате
СПК-18, СПК-28	СССР	6	2	33,3	1	3
СПК-38	СССР	9	2,3	—	2	2
МК-П (1-я ст.)	Нидерланды, Англия	6,7	1	—	2	—
МК-У (2-я ст.)	То же	7,5	1	—	2	—
СР-1 (1-я ст.)	«Данлоп», Англия	8,0	1	25	2	—
СР-IV (2-я ст.)	То же	8,0	1	25	2	—
РВ-305Р	«Герберт», Германия	4,0	1	25	1	2
ТР-С	«Пирелли», Италия	6,0	2	—	—	—
РМ-30/А	То же	13,8	3	—	—	—
90-ТАМ	«Файрстоун», США	5,3	1	18,8	1	2
ТР-740	«Нейшнл стандарт», США	6,6	1	15,1	1	2
	«Континенталь», Германия	12,0	2	16,7	1	3
Мод. 920225В	Германия «Мицубиси», Япония	15,0	2	13,3	1	4
АСПРМ-550-1000	СССР	14,0	2,5	—	—	—
Линия ЛСПРМ-550-1000	СССР	18—24	2,5	—	—	—

Однослойная конструкция металлокордной шины позволяет упростить процесс ее сборки и уменьшить трудоемкость изготовления. Вместе с тем недостаточная каркасность в «сыром» виде, использование большого числа профилированных деталей, повышенная точность и прецизионность изготовления выдвигают определенные более жесткие требования к технологическому процессу их производства, особенно к процессу сборки.

Сравнительный анализ различных способов сборки, применяемых рядом известных зарубежных фирм США, Италии, Германии, Японии и др., показывает, что наиболее рациональным является расчленение процесса на три или четыре позиции в агрегированных системах машин, что позволяет обеспечить параллельное выполнение комплекса «ручных» операций с выделением механических, осуществляемых на отдельных станках (позициях) в автоматическом режиме (табл. 23).

Характерными агрегатами для сборки металлокордных покрышек являются СПК-18, СПК-28, СПК-38 и др. В основу конструк-

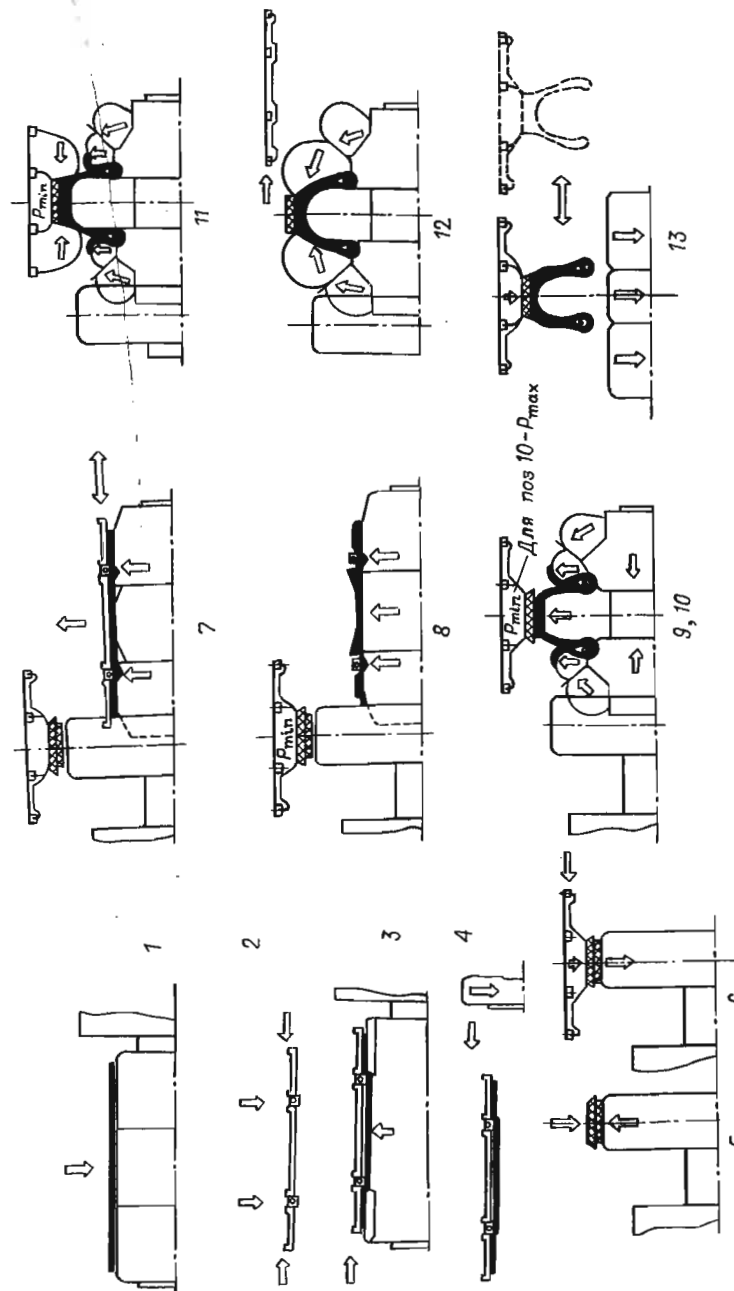


Рис. 56. Схема технологического процесса сборки грузовых металлокордных покрышек на станке СПК-18 (пояснения в тексте)

Таблица 24. Технологический процесс сборки металлокордной радиальной покрышки на станке СПК-18

№ позиции (рис. 56)	Содержание операций сборки покрышки
1	Послойное наложение деталей каркаса на сборочный барабан
2	Посадка и фиксация бортовых колец на шаблоне-переносчике
3	Подвод шаблона-переносчика на барабан I-й стадии. Разжатие барабана, поджатие боковин. Посадка бортовых колец на каркас
4	Захват каркасного браслета шаблоном-переносчиком. Сжатие барабана. Перенос браслета в нейтральное положение. Сборка брекерно-протекторного браслета.
5	Подвод опрессовщика. Захват брекерно-протекторного браслета. Складывание брекерного барабана
6	Подача каркасного браслета на формующий барабан, фиксация на барабане. Разжатие шаблона-переносчика, возврат его в нейтральное положение.
7	Наложение профильных деталей каркаса. Наложение дополнительного шнура. Предварительный поддув каркаса
8	Подача брекерно-протекторного браслета к формующему барабану. Формование каркаса. Предварительный заворот слоев
9, 10	Опрессовка брекерно-протекторного браслета большой камерой
11	Сброс давления из камер опрессовщика. Отвод опрессовщика в нейтральное положение. Заворот боковин на сформованный каркас
12, 13	Складывание формующей оболочки. Подвод опрессовщика на сформованную покрышку, захват покрышки, опускание заплечиков. Съем покрышки с барабана

ции сборочного агрегата положен принцип расчленения всего технологического цикла сборки на три основные позиции: изготовление каркасно-крыльевого браслета, изготовление брекерно-протекторного браслета, формование каркаса и окончательная сборка покрышки.

Сборочный агрегат состоит из сборочного станка и системы питающих устройств. Схема технологического процесса сборки металлокордной грузовой покрышки приведена на рис. 56 и в табл. 24.

2.3.4. Сборка крупногабаритных покрышек

До последнего времени сборка крупногабаритных покрышек осуществлялась в основном вручную. Технологический процесс применяемого ранее в отечественной шинной промышленности и за рубежом браслетного способа сборки покрышек крупных размеров характеризуется наличием нескольких участков, каждый из которых нуждается в автономном транспорте для подачи и отбора полуфабрикатов и дополнительных производственных площадях для межоперационного хранения запасов материалов и деталей.

Послойный способ сборки покрышек позволяет более рационально организовать производственный процесс и транспортные

потоки, механизировать сборочные станки, что в свою очередь способствует сокращению числа ручных операций и упрощению процесса в целом, а также уменьшению влияния субъективных факторов на качество продукции.

Схема заготовительно-сборочного процесса, параметры технологического и транспортного оборудования в значительной степени зависят от габаритов применяемых деталей. Так, конструкция питающего устройства и размеры сборочного барабана в основном определяются шириной слоев корда в каркасе покрышки. Размеры резиновых прослоек, габариты, число и масса деталей протектора имеют решающее значение при выборе способа их транспортировки и наложения на барабан сборочного станка. Поэтому за основу, определяющую схему построения технологического процесса заготовки деталей и сборки крупногабаритных покрышек, принята ширина слоя обрешиненного корда в каркасе.

Применяемые при послойном способе сборки среднегабаритных покрышек питатели роликового типа не могут быть использованы для изготовления крупногабаритных покрышек всех размеров, так как при закатке в рулон полосы шириной более 1400 мм затрудняется центровка, образуются складки и происходит значительное вытягивание корда. Существует несколько вариантов послойного способа сборки крупногабаритных покрышек в зависимости от ширины слоев корда в каркасе. По этому признаку крупногабаритные покрышки разделены на группы:

Группа	Ширина слоя корда, мм
I	1200—1400
II	1400—2000
III	> 2000

Сборку покрышек I группы производят аналогично послойной сборке грузовых покрышек с установкой питателей роликового типа у сборочных станков.

Покрышки II группы имеют большое число слоев значительной ширины, что исключает возможность применения таких питателей. Схемой процесса заготовки деталей и сборки покрышек этой группы предусмотрена установка диагонально-резательной машины с удлиненным отборочным транспортером, вдоль которого расположены станки с питающими устройствами. Полосы корда с отборочного транспортера укладывают на стыковочный транспортер питающего устройства, где их стыкуют в слой и закраивают по длине. Стыковку слоев корда в ленту осуществляют, полностью перекрывая угол закроя. Лента по длине состоит из группы слоев корда, подлежащих одновременному завороту на крыло покрышки. Состыкованная лента наматывается на барабан сборочного станка с одновременным дублированием. Наложение на слой корда резиновых прослоек производят холодным методом непосредственно на барабане станка или на питающем устройстве перед

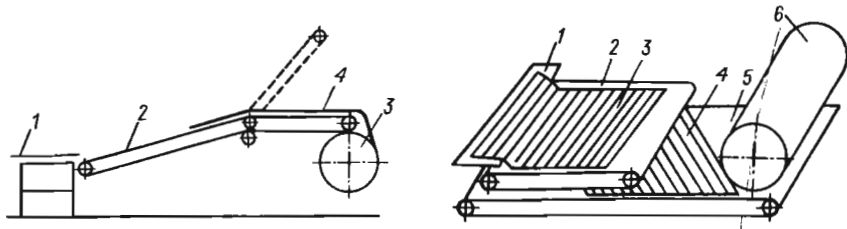


Рис. 57. Схема подачи слоев корда на питателе П-3650:

1 — стыковочный поворотный стол; 2 — наклонный транспортер с подъемной конечной секцией; 3 — барабан сборочного станка; 4 — слой корда

Рис. 58. Схема подачи слоев корда на питателе П-4000:

1 — стыковочный поворотный стол; 2 — верхний транспортер (реверсивный); 3, 4 — заготовленные 2-й и 1-й слой; 5 — нижний транспортер; 6 — барабан сборочного станка

подачей их на сборочный барабан. После посадки крыльев и обработки борта на барабан наматывается следующая лента, заготовленная аналогично предыдущей.

Для сборки покрышек III группы послойным способом также предусмотрены сборочные станки, с питающими устройствами, установленными вдоль отборочного транспортера. Закроенный корд снимают с транспортера диагонально-резательной машины и укладывают на поворотный стол питающего устройства для стыковки его в слой. По мере подстыковки заготавливаемый слой перемещается транспортером питающего устройства на определенное расстояние, освобождая место на поворотном столе для следующей полосы. После стыковки всех полос корда слой закраивается по длине и подается на барабан сборочного станка. Затем стол поворачивается вокруг вертикальной оси так, чтобы его грань была параллельна нитям корда заготовленного слоя (рис. 57).

В питателях с неповоротным стыковочным столом (рис. 58) для изменения направления нитей в кордном полотне используют промежуточный (верхний) транспортер, способный перемещаться в обоих направлениях. При одновременном движении верхнего и нижнего транспортеров в сторону сборочного барабана нити в кордном полотне имеют одно направление. При движении верхнего транспортера назад полотно переходит на нижний транспортер переворачиваясь и подается затем на барабан с другим направлением нитей.

Резиновые прослойки и детали протектора подают на барабан сборочного станка со специального передвижного рольганга с питателем для резиновых прослоек, однако более прогрессивным способом наложения протектора является навивка из узкой ленточки.

Для сборки крупногабаритных покрышек применяют станки с полудорновыми барабанами:

Тип станка *	Посадочный диаметр покрышки, дюймы	Тип станка *	Посадочный диаметр покрышки, дюймы
СПД-3-780-1500	20—24	СПД-4-1300-2000	33
СПД-3-920-1500	20—24	СПД-6-1700-2900	49
СПД-3-970-1500	20—24	СПД-6-1700-3650	51
СПД-4-1150-2000	25	СПД-7-1950-4000	57

* Расшифровка числовых индексов приведена в разделе 2.3.3.

Как правило, эти станки используются в составе агрегатов (АСП), включающих кроме сборочного станка питателя для слоев корда (ПС-12-1400, П-1600, П-2000, П-3650, П-4000) и питателя для деталей протектора и боковин (ПБ-670). Если протектор накладывают путем навивки ленточки, барабан с собранным каркасом снимают со станка и передают на агрегат навивки протектора (АНП-1500-1000 для покрышек с посадочным диаметром 25—33 дюйма или АНП-2500-2000 для диаметров 49 и 51 дюйм). Для съема покрышек с барабана применяют специальные станки ССП-2600-2500 и ССП-2700-3000. Использование этих агрегатов позволило в значительной степени повысить уровень механизации процесса сборки (до 65 %), облегчить условия труда и повысить его производительность.

2.3.5. Пути совершенствования процессов сборки

Дальнейшее повышение производительности труда может быть достигнуто только за счет существенного изменения структуры операций заготовки и сборки, совмещения основных и вспомогательных переходов и операций, более глубокой дифференциации и концентрации операций сборочного процесса, комплексной механизации и автоматизации процессов заготовки деталей, узлов и общей сборки покрышек.

Основным направлением решения данной проблемы в шинной промышленности является создание гибких автоматизированных производств. В настоящее время в мировой и отечественной практике разработаны принципы автоматизированного технологического процесса заготовки деталей и сборки радиальных покрышек, предусматривающие дифференциацию и концентрацию операций, для автоматического выполнения которых предусмотрено применение разнообразных по назначению и конструктивному исполнению роботов как стационарного, так и мобильного типов.

Комплекс (система) машин для заготовки деталей и сборки покрышек состоит из подсистем: заготовки деталей, узловой и общей сборки, транспортно-питающей. Последняя связывает первые две подсистемы в единый автоматизированный комплекс, обеспечивающий сборку покрышек с требуемым тактом выпуска.

В подсистему узловой и общей сборки покрышек входят линии сборки «каркасный браслет», «каркас», «брекерно-протекторный браслет» и линия общей и окончательной сборки покрышек. Каждая из линий состоит из отдельных модулей, включающих блоки сборки, подачи и наложения деталей, подачи барабанов. Такой принцип построения линий и возможность адаптации узлов и механизмов под изменившиеся условия сборки обеспечивают возможность быстрой переналадки линий на выпуск нового типа-размера покрышек при сохранении высокого качества.

Основные узлы и механизмы представляют собой автоматические манипуляторы (промышленные роботы), применяемые в подсистемах заготовки деталей и сборки покрышек. Комплекс автоматизированных машин (КАМ) позволяет улучшить многие показатели эффективности заготовительно-сборочного производства. Оборудование КАМ обеспечивает: а) стабильное ведение процесса за счет создания оперативного запаса полуфабрикатов между линиями, позволяющего осуществлять непрерывную работу при остановке отдельных линий в течение не менее 30 мин и восстанавливать утраченный запас в течение 1 ч; б) контроль, регистрацию и автоматическое регулирование технологических параметров; в) выполнение не менее 80 % технологических операций автоматическими манипуляторами или другими средствами автоматизации, что вносит значительные изменения в характер труда обслуживающего персонала.

При введении КАМ помимо повышения производительности труда в 2—2,5 раза снижается вдвое показатель потребности производственной площади на единицу продукции, высвобождается значительное число квалифицированных рабочих. Автоматизированные комплексы принципиально решают проблему производительности труда за счет высокой степени автоматизации процесса.

Управление комплексом автоматизированных машин, оснащенных промышленными роботами, требует применения микропроцессорной техники. При этом различают три уровня управления: нижний, к которому относятся локальные системы управления модулями и автоматическими линиями, средний, осуществляющий управление каждой из подсистем КАМ, и верхний, который объединяет подсистемы в единую систему управления комплексом (АСУ ТП).

В качестве элементарной базы на нижнем уровне используются микроэлектронные элементы серии «Логика-И», на среднем — микропроцессорные средства КТС ЛИУС-2, на верхнем — ЭВМ типа СМ-3. Важной составной частью АСУ ТП является система контроля и регулирования основных технологических параметров исходных материалов и деталей. На роботизированных комплексах контролируются параметры, характеризующие геометрические размеры резинотканевых материалов, и параметры, обеспечиваю-

щие точность наложения. В обобщенном виде — это ширина, длина и смещение от «базовой линии». Специфика свойств резинотканевых материалов предполагает использование бесконтактных методов измерения.

2.4. ФОРМОВАНИЕ И ВУЛКАНИЗАЦИЯ ПОКРЫШЕК

Среди процессов современного производства покрышек для автомобильных и других пневматических шин вулканизация выделяется наибольшими энергетическими затратами, металлоемкостью оборудования, производственными площадями. Капитальные затраты на цех вулканизации достигают 47—48 % от общих затрат на оборудование современного шинного завода. Технический уровень процесса вулканизации покрышек в основном определяется используемым оборудованием.

2.4.1. Способы формования и вулканизации покрышек

Для обеспечения монолитности и высокой работоспособности такого многослойного изделия, как покрышка пневматической шины, процесс вулканизации необходимо проводить под значительным давлением. При этом чем больше размеры покрышки, тем большее давление нужно создать для осуществления достаточной опрессовки. Оборудование для формования и вулканизации должно обеспечить возможность такой опрессовки и достаточно эффективный двусторонний обогрев. С внешней стороны покрышка в ходе вулканизации ограничивается и обогревается стенками пресс-формы. Для создания давления во внутренней полости покрышки и обогрева ее изнутри используют варочные камеры или диафрагмы, изготовленные из теплостойких резин.

Варочные камеры, представляющие собой толстостенную резиновую трубку с вентилем для подачи теплоносителей, используют в процессах, когда формование и вулканизация проводятся в отдельных аппаратах. Вкладывание варочной камеры в невулканизированную покрышку и предварительное формование последней обычно осуществляют в универсальных воздушных форматорах. Покрышки с варочными камерами транспортируют к вулканизационному оборудованию — *автоклав-прессам* или *индивидуальным вулканизаторам*. При вулканизации в автоклавах пресс-формы не закреплены, и их перезарядку проводят вне аппарата, представляющего собой по сути дела гидравлический пресс, смонтированный в вулканизационном котле. В одно- или двухместных индивидуальных вулканизаторах пресс-формы закреплены, и их верхняя половина поднимается для перезарядки аппарата, после чего все остальные операции процесса проводятся в автоматическом режиме.

По окончании вулканизации покрышки с варочными камерами, заполненными водой, выгружают и транспортируют к станкам для откачки воды и вытягивания варочных камер из покрышек.

Процессы вулканизации в автоклав-прессах и индивидуальных вулканизаторах имеют много недостатков, связанных прежде всего с необходимостью применения нескольких видов оборудования и транспортировки покрышек между ними, высокой долей ручного труда, значительным расходом теплоносителей. Поэтому оборудование этого типа применяется все реже, хотя на некоторых заводах еще сохранилось.

Наиболее распространенными в настоящее время типами вулканизационного оборудования являются *форматоры-вулканизаторы*, в которых операции формования и вулканизации совмещены в одном аппарате. Это позволяет уменьшить число рабочих, сократить производственные площади, отказаться от межоперационных транспортных систем. Кроме того, в этих аппаратах вместо варочных камер применяют *диафрагмы*, имеющие значительно более тонкие стенки, что ведет к повышению эффективности теплообмена и равномерности обогрева. Высокий уровень механизации и автоматизации современных форматоров-вулканизаторов сводит к минимуму число ручных операций и позволяет достичь высокой производительности труда. В зарубежной шинной промышленности форматоры-вулканизаторы составляют 95 % вулканизационного оборудования.

Каждый форматор-вулканизатор имеет довольно металлоемкие механизмы для открывания и закрывания пресс-форм со своими электроприводами, которые используются малоэффективно, так как время перезарядки во много раз меньше времени вулканизации. Поэтому в СССР разработаны и эксплуатируются многопозиционные вулканизаторы, в которых один перезарядчик обслуживает несколько вулканизационных пресс-форм с диафрагмами, работающих так же, как в форматорах-вулканизаторах.

В любом способе вулканизации формование покрышек осуществляется подачей в варочную камеру или диафрагму формирующего пара со сравнительно низким давлением ($\approx 0,25$ МПа). Затем для быстрого разогрева диафрагмы и покрышки подается греющий пар с давлением до 1,6 МПа. Для покрышек самых малых размеров этого давления может быть достаточно для опрессовки, и тогда весь последующий цикл вулканизации может проводиться при поддержании этого давления пара в диафрагме. Для большинства размеров покрышек требуется большее давление опрессовки (до 2,0—2,5 МПа для среднегабаритных и до 2,8 МПа для крупногабаритных), и применение насыщенного пара оказывается невозможным из-за его слишком высоких температур. Поэтому после греющего пара в диафрагму подают циркулирующую перегретую воду с необходимым давлением и температурой 170—200 °С. Перегретая вода должна быть очень тщательно

очищена, особенно от растворенного кислорода, так как при столь высоких температурах термоокислительная деструкция резины диафрагм является важнейшей причиной преждевременного их разрушения.

В течение всего цикла вулканизации в паровые камеры верхней и нижней полуформ подают насыщенный водяной пар с давлением 0,5—0,6 МПа, что обеспечивает внешний обогрев покрышек.

Учитывая возможность усадки капроновых кордов при столь высоких температурах, покрышки после окончания вулканизации необходимо охладить до температуры 70—80 °С под напряжением. Кроме того, снижение температуры покрышек уменьшает вероятность их механического повреждения при выгрузке вследствие увеличения прочностных характеристик материала. Поэтому в ряде случаев по окончании процесса вулканизации в диафрагму и камеры полуформ подают охлаждающую воду под давлением, и только после достижения заданной температуры давление снижают до атмосферного, воду спускают и начинают перезарядку аппарата.

Экономически целесообразнее, однако, не охлаждать покрышки в вулканизационных аппаратах; это позволяет сократить продолжительность цикла и уменьшить расход теплоносителей. Процесс послевулканизационного охлаждения под давлением реализован для легковых покрышек. Для этого рядом с форматорами-вулканизаторами монтируют устройства, в которых выгруженные горячие покрышки зажимаются бортами между двумя дисками, и во внутренней полости создается давление воздуха, достаточное для предотвращения усадки корда. Покрышки в таком виде охлаждаются в течение следующего цикла вулканизации в данном аппарате. Более медленное охлаждение благоприятно сказывается на степени вулканизации во внутренних слоях покрышки.

Резина и текстильные корды характеризуются низкой теплопроводностью, поэтому температурное поле в вулканизуемой покрышке очень неоднородно, и во внутренних слоях температура вулканизации достигается медленно (особенно в многослойных покрышках). Для достижения равномерной степени вулканизации в разных зонах покрышки целесообразнее вести процесс длительное время при умеренных температурах. Однако, с целью повышения производительности оборудования, во всем мире имеется тенденция к постепенному повышению температур вулканизации и соответственно сокращению продолжительности цикла. Для обеспечения достаточной вулканизации внутренних слоев при отсутствии перевулканизации внешних резины должны иметь широкое плато вулканизации, что достигается рецептурными факторами.

Большой однородности степени вулканизации и механических свойств резин, расположенных в неодинаковых по толщине зонах покрышки (боковая стенка, протектор, борт), можно достичь при

использовании для их обогрева со стороны пресс-формы теплоносителей с разными параметрами (зонный обогрев). Этот принцип внедрен зарубежными фирмами путем применения пресс-форм с дополнительной паровой полостью по беговой части; в отечественной практике зонный обогрев реализован в вулканизационных элементах ВПМС-2-120 при паровом обогреве и в форматорах-вулканизаторах 40" при электрообогреве.

Значительное сокращение продолжительности цикла вулканизации может быть достигнуто при объемном разогреве вулканизуемой покрышки в электромагнитном поле. Несмотря на общее увеличение расхода электроэнергии, коэффициент полезного действия процесса вулканизации возрастает до 25—30 % вместо 3—10 % для традиционного способа вулканизации.

2.4.2. Вулканизация в форматорах-вулканизаторах

В форматорах-вулканизаторах резиновые диафрагмы, через которые осуществляются обогрев и опрессовка покрышек, закреплены в нижних полуформах. По способу управления диафрагмами форматоры-вулканизаторы для покрышек делятся на два типа: с *неубирающейся* (управляемой) диафрагмой (типа «бег-о-мэтик») и с *убирающейся* диафрагмой (типа «аутоформ»), каждый из которых имеет свои достоинства и недостатки и используется в мировой практике примерно в равной мере. Типовая схема последовательности операций при вулканизации в форматоре-вулканизаторе приведена в табл. 25.

В последние годы фирмами NPM, «Герберт», «Ходос» и другими выпускаются машины, в которых реализованы преимущества обоих типов диафрагм. Модернизируются узлы управления диафрагмами и снижается их толщина, что позволяет интенсифицировать нагрев покрышек и достичь более высокой однородности температурного поля.

Разработка и внедрение в промышленность производства радиальных шин, а также покрышек с увеличенной глубиной рисунка протектора поставили задачу создания принципиально новых конструкций пресс-форм — *секторных*, в которых осуществляется радиальное перемещение сегментов формы. Это позволяет улучшать условия загрузки и выгрузки покрышек из пресс-формы и, как следствие, повысить однородность, работоспособность и ходимость шин.

За рубежом развитие вулканизационного оборудования направлено прежде всего на совершенствование форматоров-вулканизаторов, полную автоматизацию и механизацию всех технологических операций, выполняемых при вулканизации. При этом созданы специализированные прессы, предназначенные для вулканизации в обычных и секторных пресс-формах, с использованием диафрагм «бег-о-мэтик» и «аутоформ», оснащенные загрузочными

Таблица 25. Режимы вулканизации автопокрышек 320—508 разных конструкций в форматоре-вулканизаторе

Операция	Параметры процесса		Радиальная покрышка		Диагональная покрышка	
	температура, °С	давление, МПа	время от начала цикла, мин	продолжительность операции, мин	время от начала цикла, мин	продолжительность операции, мин
В диафрагме						
Напуск пара	—	1,3—1,5	0	3	0	3
Отключение пара и напуск перегретой воды с циркуляцией	170—175	2,0—2,5	3	58	3	66
Отключение перегретой воды и подача охлаждающей воды с циркуляцией	—	—	61	3	69	3
Спуск воды из диафрагмы	—	—	64	1	73	2
В паровой камере						
Напуск пара	155	0,46	6	10	7	10
Вулканизация	155	0,46	16	43	17	51
Спуск пара до атмосферного давления	—	—	59	1	68	1
Охлаждение формы разбрызгиванием	—	—	60	2	69	2
Спуск охлаждающей воды	—	—	62	3	71	4
Общая продолжительность вулканизации			65		75	

устройствами. Подобное направление в создании вулканизационного оборудования (автономные, полностью автоматизированные агрегаты малой мощности) оправдано лишь в условиях мелкосерийного производства продукции широкого ассортимента.

Необходимость совершенствования технологии и оборудования для вулканизации покрышек связана с созданием и организацией промышленного производства новых конструкций радиальных шин с металлокордом в брекере. Как существующие в настоящее время, так и перспективные характеристики шин по геометрической и силовой неоднородности выдвигают ряд специфических требований к процессу производства покрышек, которые сводятся к одному обобщенному показателю — прецизионности изготовления. Применительно к технологическим операциям, выполняемым непосредственно на вулканизационном оборудовании, это означает необходимость механизированной загрузки покрышки в пресс-форму, фиксированного формования, исключения воздей-

вия обслуживающего персонала на процесс за счет автоматизации всех технологических операций.

Большая часть инженерных и научных идей практически реализована, например, в современном вулканизационном оборудовании фирмы «Пирелли» — в форматоре-вулканизаторе 40,5", предназначенном для вулканизации легковых покрышек радиальной конструкции. Он представляет собой двухформовой пресс с паровыми плитами, убирающейся диафрагмой типа «аутоформ», загрузочным устройством.

Форматор-вулканизатор 40,5" оснащен различными устройствами, обеспечивающими центровку покрышки в узком интервале допусков, системами автоматического управления процессом формования и вулканизации. Обеспечение симметричного расположения диафрагмы в полости покрышки относительно элементов пресс-формы достигается выполнением ряда технологических операций. При загрузке контролируются такие операции, как положение покрышки на приемной подставке, захват покрышки, установка ее в нижнюю полуформу. Центровка покрышки обеспечивается соосностью барабана загрузочного устройства с пресс-формой (при максимально допустимой несоосности 1 мм) и концентричным положением ее на приемной площадке, расположенной перед прессом. Кроме того, центровка покрышки в пресс-форме достигается регулировкой траектории движения траверсы и положения нагревательных плит. В завершающей стадии вертикального хода траверсы на участке 60 мм допускается максимальный боковой сдвиг ее не более 0,4 мм.

Как показали экспериментальные исследования, выталкивание диафрагм из приемных цилиндров должно быть одновременным во избежание нарушения процесса формования в автоматическом режиме. Это требование обеспечивается оптимальным профилем диафрагмы и однородной толщиной ее стенок по всем участкам в диаметрально противоположных зонах. Установлено, что разнотолщинность диафрагмы свыше 0,5 мм приводит к неодновременному выполнению операции выталкивания диафрагмы и нарушению автоматического режима формования.

С целью достижения однородности свойств изделия в процессе вулканизации большое внимание должно быть уделено контролю за исполнением режима. В процессе вулканизации контролируются общее время цикла, температура циркуляционной перегретой воды, температура по плитам и кольцу, давление теплоносителя. На показатель прецизионности влияет качество изготовления пресс-форм. Известно, что уступы по секторам и по диаметру стыка формирующего профиля секторов и полуформ оказывают существенное влияние на однородность шин и, в частности, на изменения радиальной силы, боковой силы и радиальное биение. Секторные пресс-формы, поставленные в комплекте с прессом, не имеют уступов между секторами, а толщина резиновых выpres-

совок на покрышках не превышает необходимых допусков. Это достигается конструкцией секторных механизмов, соответствующей обработкой горизонтальных скользящих поверхностей опор секторов, а также тщательной подгонкой секторов с полуформами.

Конструкция пресса обеспечивает прецизионное выполнение технологических операций и позволяет получить однородную по качеству и выходным характеристикам шину при соблюдении всех технологических параметров в пределах заданных допусков.

Особенности вулканизации крупногабаритных покрышек. Широкий ассортимент хозяйственных, строительно-дорожных и крупногабаритных шин определяет разнообразие применяемых для вулканизации покрышек технологических процессов и оборудования.

Для покрышек с посадочными диаметрами 32, 33, 39 и 49 дюймов могут быть применены процессы в форматорах-вулканизаторах (с усиленной механической частью) и процессы с разделением операций. В производстве сверхкрупногабаритных шин 33.00—51 и 40.00—57 совмещение формования и вулканизации нерационально, так как значительно усложняется кинематика и увеличиваются габариты и масса машины. При этом в связи с большой длительностью цикла вулканизации (до 1000 мин) эффективность использования отдельных узлов и механизмов оказывается низкой. Для формования таких покрышек применяют форматор ФСД-300, а для вулканизации созданы индивидуальные одноместные вулканизаторы автоклавного типа (1-2300М и 1-4500).

Эти аппараты характеризуются стационарным креплением пресс-форм, наличием механизмов для установки и съема диафрагменных узлов с покрышками, высокой степенью механизации и автоматизации. В зарубежной практике для вулканизации таких покрышек используют многоместные автоклавы с плунжером для создания прессового усилия, но сравнительный анализ их эксплуатации не показывает преимуществ по сравнению с индивидуальными вулканизаторами.

2.4.3. Вулканизация в многопозиционных аппаратах

Шинная промышленность СССР характеризуется длительным крупносерийным изготовлением однотипной продукции, и в этих условиях применение автономных вулканизаторов становится малоэффективным из-за значительной металлоемкости аппаратов и больших производственных площадей, занимаемых ими. Узлы и механизмы вулканизатора целесообразно выделить в две самостоятельные группы по технологическому признаку.

Первая группа — это собственно *вулканизирующий элемент*, включающий паровую камеру, пресс-форму, диафрагму, устрой-

ство для управления диафрагмой, комплекс запорно-регулирующей аппаратуры для подачи теплоносителей, а также систему управления работой элемента.

Вторая группа — это один или несколько *манипуляторов*, осуществляющих открытие и смыкание пресс-форм, подъем и опускание верхней полуформы, загрузку и выгрузку покрышек. В отличие от форматоров-вулканизаторов механизмы, входящие во вторую группу, целесообразно использовать для обслуживания не одного, а нескольких прессов при последовательном выполнении всех необходимых операций. Именно эти основные предпосылки и были заложены в создание многопозиционных вулканизаторов покрышек (ВПМ).

В настоящее время существуют четыре разновидности линий, отличающихся усилием прессования: ВПМ-2-100 и ВПМС-2-120 — для вулканизации легковых покрышек, ВПМ-2-160 (ВПМС-2-160), ВПМ-2-200 (ВПМС-200) и ВПМ-2-300 — для грузовых покрышек размеров от 220—508 до 320—508. В каждом из этих вулканизаторов один манипулятор-перезарядчик обслуживает до 18 пар вулканизирующих элементов. Для большей надежности линий и взаимозаменяемости манипуляторов два или три многопозиционных вулканизатора иногда устанавливают в линию. Схема такой комплексной линии на базе ВПМ-2-300 представлена на рис. 59 и описана в табл. 26.

В настоящее время комплексные поточно-автоматизированные линии, созданные на базе многопозиционных вулканизаторов

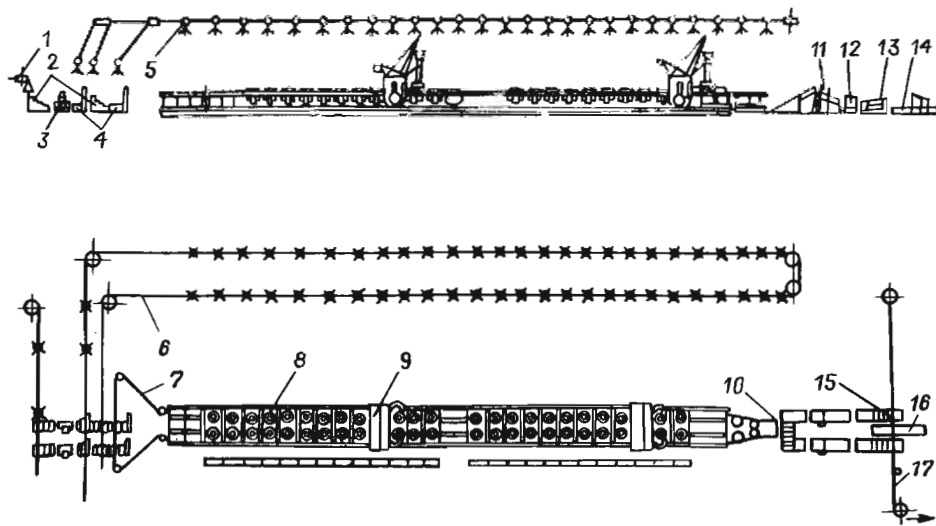


Рис. 59. Комплексная линия вулканизации покрышек на базе ВПМ. Пояснения в табл. 26

Таблица 26. Характеристика технологического процесса на линии ВПМ-2-300

№ позиции на рис. 59	Назначение агрегатов линии	Характеристика технологических операций
1	Конвейер	Подача невулканизованных покрышек из сборочного цеха
2	Рольганг, оснащенный качающимся рычажным отсекателем	Питатель станка для промазки покрышек
3	Станок для промазки покрышек	Промазка покрышек антиадгезионной смазкой для предотвращения привулканизации к диафрагме
4	Станция навешивания покрышек	Сырая покрышка поднимается столом до уровня подвесок и фиксируется на разведенных лепестках
5	Подвеска транспортной системы	Транспортирование покрышек
6	Транспортная система	Технологическая система работает как склад-накопитель
7	Конвейер, питающий ВПМ	Конвейер с лепестковыми подвесками или толкающий конвейер. С подвесок сырые покрышки сбрасываются на загрузчики перезарядчиков
8	Многопозиционный вулканизатор — ВПМ	Ряд вулканизационных секций с двумя пресс-формами в каждой. Вдоль ряда секций перемещаются перезарядчики, последовательно обслуживающие пресс-формы. Вулканизационные секции работают по принципу форматоров-вулканизаторов с неубирающейся диафрагмой. Пресс-формы помещены в паровые камеры с байонетным затвором. Процессом вулканизации управляет командный прибор по заданной программе
9	Передвижной перезарядчик	Основной агрегат линии, выполняющий следующие операции: фиксация относительно пресс-форм при остановках; прием и загрузка сырых покрышек; формование покрышек; запирание и открывание пресс-форм; выгрузка вулканизованных покрышек на отборочный транспортер; транспортировка пресс-форм и диафрагм при их ремонте
10	Наклонный рольганг	Отбор вулканизованных покрышек
11	Распределитель	Два рольганга расположены под углом друг к другу. Здесь выполняются операции поворота покрышек из горизонтального положения в вертикальное и их направление в ту или иную ветвь для заключительных операций
12	Питатель станка обрезки выпрессовок	Наклонный лоток вместимостью 3—6 покрышек с отсекателем
13	Станок обрезки выпрессовок	Обрезка выпрессовок на вулканизованной покрышке

Продолжение

№ позиции на рис. 59	Назначение агрегатов линии	Характеристика технологических операций
14	Наклонный шаговый транспортер	Работает как склад-накопитель для согласования темпов работы станка и бракера покрышек
15	Станция навешивания	Навешивает покрышки на транспортную систему, имеет опрокидывающий рольганг для сбора забракованных покрышек
16	Ленточный транспортер	Отбор забракованных покрышек
17	Цепной конвейер	Транспортировка покрышек на участок инспекции качества

типа ВПМ, прочно занимают одно из ведущих мест среди вулканизационного оборудования, используемого при производстве шин массового ассортимента. Использование ВПМ позволило решить проблему транспортировки, хранения и загрузки покрышек в вулканизационное оборудование за счет использования станций навешивания, технологических цепных конвейеров со специальными подвесками, загрузочных устройств.

Основные технико-экономические преимущества многопозиционных вулканизаторов на примере сравнения ВПМ-2-200 с форматором-вулканизатором ФВ-2-200 (55") представлены в табл. 27. Использование ВПМ позволяет значительно сократить металлоемкость оборудования, потребность в производственных площадях, расход энергоносителей, повысить производительность труда вулканизаторщиков и обслуживающего персонала. Однако,

Таблица 27. Основные технико-экономические преимущества многопозиционных вулканизаторов перед форматорами-вулканизаторами (для производства 1 млн. покрышек в год)

Показатели	Форматоры-вулканизаторы	ВПМ-2-200	Экономия, %
Число единиц оборудования, шт.	84	3	
Общая масса оборудования, т	2688	908	60
Стоимость оборудования, млн. руб.	5,7 *	4,05	30
Приведенная стоимость оборудования (с учетом удельных затрат на 1 т металла), млн. руб.	12,0	4,05	60
Занимаемая площадь, м ²	3612	2204	40
Расход теплоты на вулканизацию, ГДж	210000	168000	84
Суммарная мощность электродвигателей, кВт	936	183,6	80

* Приведена стоимость форматоров-вулканизаторов ФВ-2-200 с загрузочным устройством, т. е. сопоставимых с ВПМ-2-200 по уровню механизации и автоматизации процесса.

несмотря на снижение разовых физических нагрузок, высокая интенсивность работы на ВПМ не позволяет кардинально облегчить труд вулканизаторщиков.

В настоящее время наблюдается тенденция замены командных электронных приборов (КЭП) на локальные микропроцессорные системы, а не централизованные. При относительно низкой стоимости локальных систем отказ какой-либо из них не приводит к остановке всего комплекса оборудования, как в случае сбоя централизованной системы.

Современные АСУ ТП вулканизации покрышек создаются на базе микроЭВМ. АСУ ТП производит: контроль и регулирование технологических параметров, программное управление процессом вулканизации, программное управление устройствами и механизмами вулканизационного оборудования, диагностику процесса и КТС АСУ ТП, учет простоев оборудования, выработанной продукции, ходимости диафрагм.

2.4.4. Заключительные операции

Технологические операции заключительного цикла (обрезка выпрессовок, осмотр и комплектация вулканизированных покрышек камерой и ободной лентой) выполняются на некоторых заводах вручную или на мало механизированных устройствах; это в значительной степени сказывается на показателях трудозатрат и на качестве готовой продукции. Использование механизированных станков для выполнения этих операций сокращает затраты труда и позволяет повысить качество продукции.

В новых комплексных поточных автоматизированных линиях, создаваемых на базе многопозиционных вулканизаторов (см. рис. 59), предусматривается требуемый уровень выполнения этих операций. Обрезка выпрессовок, осмотр покрышек, комплектация их ездовыми камерами проводятся на механизированных станках. Для всех операций в составе комплексных поточных автоматизированных линий предусмотрены манипуляторы, работающие по логической программе и связанные между собой транспортными средствами.

2.4.5. Контроль качества шин

Принятая в промышленности система оценки качества шин состоит из стендовых испытаний, при которых определяется ряд характеристик и показателей, таких как долговечность и работоспособность шин, однородность, геометрические показатели, жесткостные и прочностные свойства, сопротивление качению, и дорожных испытаний лучших моделей шин, позволяющих дать исчерпывающую оценку их эксплуатационных свойств и предсказать срок службы.

Число отбираемых от партии проб для стендовых испытаний определяется потребностью разрушающего контроля. На этих же экземплярах шин предварительно проводят испытания неразрушающими методами. Для различных видов испытаний отбирают от 3 до 15 шин от партии, для периодических испытаний — 11 шин в квартал.

Подготовку шин к стендовым испытаниям проводят в соответствии со стандартом СТ СЭВ 256—76. Шины выдерживают после изготовления в течение 5 сут в помещении с температурой 5—30 °С, в том числе последние 12 ч — в помещении испытательной станции при температуре 25 ± 5 °С. Затем производят внешний осмотр (визуальный или инструментальный — ультразвук, рентгеноскопия, голография), определение массы, монтаж шины на испытательный обод, обеспечение герметичности, для чего измеряют внутреннее давление через 15 мин, 2 и 12 ч после установления давления, соответствующего максимальной нагрузке на шину. Герметичность считается обеспеченной, если снижение установленного давления не превышает 5 %, но не более 20 кПа. Затем предусматривается стабилизирующая двухчасовая обкатка шин на барабанном стенде с нагрузкой, равной 0,8 максимальной, и со скоростью 80 км/ч для легковых и 40 км/ч для остальных шин.

В настоящее время в СССР разработан и применяется комплекс стендовых методов испытаний шин, направленный на контроль уровня качества серийной продукции. В комплекс включаются гостированные методы испытаний, методы, разработанные до уровня отраслевых стандартов, методы испытаний шин по международным стандартам.

Определение основных габаритных размеров. Для полного описания сложной геометрической формы шины применяют много линейных параметров. В первую очередь это наружный диаметр, ширина профиля и статический радиус, определяющие применимость шины. Эти показатели регламентируются техническими условиями на шины и проверяются у шин каждой партии. Контролируют также высоту индикаторов износа, высоту рисунка протектора, ширину борта, ширину профиля под нагрузкой (ОСТ 38.04203—87). Прямые измерения линейных размеров производят с помощью металлической рулетки, штангенциркуля, глубиномера индикаторного, металлической линейки.

Определение массы шин проводят в соответствии с требованиями стандарта СТ СЭВ 256—76 взвешиванием отдельно покрышек, камер, ободных лент с точностью для легковых шин ± 50 г, для грузовых ± 100 г.

Свойства шин при статическом нагружении характеризуются коэффициентом статической жесткости, определяемым по ОСТ 38.04285—82. Сущность метода состоит в определении нормального прогиба шины при значениях нормальной реакции опорной поверхности, равных 75 и 125 % от экономичной нагрузки

для легковых шин или от максимальной допускаемой нагрузки для остальных шин, с выдерживанием не менее 30 с на каждой ступени нагрузки. Коэффициент статической нормальной жесткости определяют как отношение разницы указанных нагрузок к разности соответствующих им прогибов шин и выражают в ньютонах на миллиметр.

Определение характеристик неоднородности. Под характеристиками неоднородности понимают статический дисбаланс (неоднородность распределения масс), радиальное и боковое биение (геометрическая неоднородность), колебания радиального и бокового усилий, конусный и угловой эффекты (силовая неоднородность). Существует также понятие структурной неоднородности, т. е. неоднородность внутренней структуры шины за счет несимметричного расположения брекерного пояса или его отдельных слоев, бортовых колец, наличия в шине инородных включений, расслоений, воздушных пузырей и др. Неоднородности структуры выявляются методами интроскопического контроля (рентген, ультразвук, голографическая интерферометрия и т. п.).

Определение статического дисбаланса проводят по ГОСТ 25692—83, оно основано на измерении силы тяжести или центробежной силы при вращении покрышки с горизонтальным или вертикальным расположением оси вращения. Измерительное устройство должно обеспечивать определение дисбаланса с погрешностью не более 100 г·см для легковых и 250 г·см для грузовых шин. Чаще всего для этих целей используют автоматические линии (например, ARS-50 для легковых покрышек) или индивидуальные станки (например, EDV-300R для грузовых покрышек) фирмы «Хофман». Положение легкого места покрышки с погрешностью не более 5° отмечают прочной несмываемой краской кругом диаметром 5—10 мм на боковине с заводским номером.

Определение радиального и бокового биения шин производится по ОСТ 38.04209—80 при максимальной частоте вращения не более 10 мин^{-1} (станок HSM фирмы «Хофман»).

В последние годы наметилась тенденция к сокращению контроля качества по радиальному и боковому биению и переходу на контроль силовой неоднородности (ОСТ 38.04216—81). Автоматические линии RGM фирмы «Хофман» устанавливаются в технологическом потоке и обеспечивают измерение показателя силовой неоднородности четырех размеров легковых шин без переналадки. Грузовые шины контролируют выборочно на индивидуальных станках.

Разрушающие методы статических испытаний. ОСТ 38.04291—82 устанавливает метод определения прочности шины путем нагнетания в нее воды под давлением с регистрацией разрушающего давления.

Методика СТ 2-66 описывает метод определения прочности каркаса шины при продавливании на обжимном стенде коронной

части шины цилиндрическим бойком с регистрацией усилия и величины перемещения бойка. Оценивающим показателем является работа разрушения.

Потери на качение. Сопротивление качению является важнейшей экономической характеристикой. Это одна из наиболее трудно определяемых выходных характеристик шин, так как искомая величина составляет сотые доли от нормальной нагрузки на шину при испытании на стенде. Методика определения сопротивления качению на специальном стенде с измерением силы сопротивления качению установлена ОСТ 38.04292—82. Испытания проводят при температуре 25 ± 10 °С и при экономичной нагрузке для легковых шин и максимально допустимой нагрузке для грузовых и при соответствующих им начальных давлениях воздуха в шине.

При постоянной скорости качения проводится ступенчатое изменение скорости и обкатка на каждой скорости до стабилизации теплового состояния. В конце обкатки на каждой ступени измеряют либо продольное касательное усилие, либо крутящий момент на оси барабана, к которому прижимается покрышка.

В НИИ шинной промышленности разработана методика СТ 6-68 определения потерь на качение шин инерционным способом на стенде ИПС-1. Испытание заключается в регистрации времени замедления свободного вращения системы барабан — шина в узком интервале снижения скорости (5 км/ч) при свободном выбеге шины с барабаном, а затем отдельно одного барабана. С помощью моментов инерции барабана и шины рассчитывают энергию затухающего движения. Вычитая из энергии шины с барабаном энергию одного барабана, получают потери на качение в шине. Точность этого метода зависит от точности измерения инерции барабана и шины.

Максимальные скорости качения. Определение максимальной скорости качения регламентируется ОСТ 38.04393—85 для легковых и ОСТ 38.04218—81 для грузовых шин. Испытание состоит в непрерывной обкатке шин по гладкому барабану в условиях ступенчатого повышения скорости (30—150 км/ч). Испытание является форсированным и проводится до наступления предельного состояния шин (отслоение кусков протектора, отслоение протектора от брекера, разрыв шины).

Определение работоспособности шин. Усталостная работоспособность шин на стендах характеризует общую работоспособность и является основным критерием при решении вопроса о передаче шин на дорожные и эксплуатационные испытания. В настоящее время этот параметр определяется по ОСТ 38.04394—85 (методика 2-74) и методикам 32-55А, 32-85М.

Работоспособность шин оценивают по ходимости, перегрузке, при которой разрушается шина, и характеру разрушения шины. Обкатку производят на гладком барабане с клицами (выступами) или без них, при скорости качения от 30 до 100 км/ч, при нагрузке

на шину от не менее 150 % экономичной нагрузки до 200 % максимально допустимой.

Через каждые $24 \pm 0,5$ ч проводят внешний осмотр шины. В целях безопасности осмотр начинают не ранее чем через 30 мин после остановки. При обнаружении разрыва элементов шины, расхождения стыка протектора, боковины, вздутия по поверхности испытание прекращается.

Перечень и виды стендовых испытаний с указанием числа отбираемых для испытания шин представлены в табл. 28.

Таблица 28. Число отбираемых для испытаний шин в зависимости от вида испытаний

Показатели	Вид испытания шины					
	дово- дочные	пред- вари- тельные	приемоч- ные и квалифи- кацион- ные	периоди- ческие	аттеста- ционные	инс- пек- цион- ные
Масса шины (СТ СЭВ 256—76)	Все шины партий				25—35	3
Прочность при разрушении внутренним давлением (ОСТ 38.04291—82)	2	1	1	1 в квартал	—	—
Основные размеры (ОСТ 38.04203—80, ГОСТ 26000—83)	2	2	2	Все шины партий	25—35	3
Прочность при продавливании (методика 2-66)	2	1	1	—	—	—
Жесткостные характеристики (методика 3-64)	2	2	2	—	—	—
Статический дисбаланс (ГОСТ 25692—83)	Все шины партии					3
Радиальное и боковое биение (ОСТ 38.04209—80)	Все шины партий (легковые)				25—35 (легковые шины)	3
Силовая неоднородность (ОСТ 38.04216—81)	Все шины партии (легковые)				25—35 (легковые шины)	3
Коэффициент сопротивления качению (ОСТ 38.04292—82 или методика 6-68)	2	2	2	—	—	—
Сопротивление сдвигу борта с полки обода (ОСТ 38.04217—81)	2	1	1	1 в полугодие	25—35	1
Общая работоспособность (ходимость) шин на стенде (методика 32-85)	3	3	5	1 в месяц	—	1
Работоспособность легковых шин (ОСТ 38.04394—85)	3	3	5	1 в месяц	—	1

Показатели	Вид испытания шины					
	дово- дочные	пред- вари- тельные	приемоч- ные и квалифи- кацион- ные	периоди- ческие	аттеста- ционные	инспек- цион- ные
Работоспособность борта грузовых радиальных шин (методика 8-62М)	3	3	3	1 в месяц (факультативно)	—	1
Максимальная скорость качения на стенде: грузовых шин (ОСТ 38.04393—85)	3	3	3	1 в месяц	—	1
легковых шин (ОСТ 38.04218—81)	3	3	3	1 в месяц	—	1
Соответствие требованиям международных стандартов:						
МУ по правилам № 30 ЕЭК ООН	2 (легковые шины)	—	2	1 в месяц *	—	2 **
МУ по правилам № 109 США	3 (легковые шины)	—				
МУ по правилам № 54 ЕЭК ООН	2 (грузовые шины)	—	2 (грузовые шины)	1 в месяц *	2 **	2 **

* Только для шин, прошедших аттестацию в соответствии с правилами № 30 и № 54 ЕЭК ООН.
** Только для шин, предназначенных на экспорт.

Применение рентгеновских лучей для неразрушающего контроля качества шин имеет уже более чем двадцатилетнюю историю. Первоначально при производстве покрышек диагональной конструкции с помощью методов рентгенографии и рентгеноскопии оценивали качество бортов покрышки (взаимное расположение бортовых колец, их целостность, качество стыка) и делали попытки обнаруживать расслоения в деталях покрышек и воздушные пузыри. Потребность в рентгеновских методах контроля и их эффективность резко возросли с началом производства шин радиальной конструкции. Однако лишь в результате развития техники усиления и передачи изображений на расстояние оказалось возможным получить рентгеновское изображение на видеоэкране, расположенном вне зоны действия рентгеновских лучей, что позволило разместить аппаратуру для рентгеновского контроля в технологическом потоке.

Метод оптической голографии применяют для обнаружения скрытых технологических дефектов и проверки структурной целостности шины.

Ведут работы по созданию оборудования с использованием новых методов нахождения дефектов изделия. Так, метод инфракрасной спектроскопии, основанный на зависимости интенсивности инфракрасного излучения от температуры исследуемого объекта, используется для обнаружения внутренних дефектов в шине. Наличие дефекта вызывает неоднородность в инфракрасном поле исследуемой поверхности и может наблюдаться на экране осциллографа или фиксироваться на термограмме. Фирмой «Новотек» (США) разработана установка со сканирующим устройством, позволяющим получать стационарную тепловую картину поверхности шины, вращающейся со значительной скоростью; система заблокирована с миниЭВМ для анализа данных.

Для определения дефектов в шинах используется система измерения на рассеивающих поверхностях с использованием лазерной техники и телевидения. С помощью интерферограмм определяют место, размер, форму дефекта.

2.5. ПРОИЗВОДСТВО АВТОМОБИЛЬНЫХ КАМЕР, ОБОДНЫХ ЛЕНТ И ДИАФРАГМ

2.5.1. Производство автомобильных (ездовых) камер

Большинство пневматических шин эксплуатируется вместе с *ездовой камерой* — тонкостенным изделием, обеспечивающим поддержание внутреннего давления в шине. Условия и режимы эксплуатации шин определяют основные требования к ездовой камере: высокая газонепроницаемость стенки камеры, высокая эластичность, прочность, устойчивость к старению, динамическим деформациям, герметичность соединений отдельных элементов камеры (стыка и вентиля) и др. Камеры выходят из строя чаще, чем покрышки, поэтому их производство превышает производство покрышек. Технологический процесс изготовления камер включает следующие операции: приготовление камерных, вентиляльных и клеевых смесей, подготовка вентиля, выпуск камерных заготовок, стыковка заготовок, вулканизация камер, заключительные операции.

Применяемые материалы. С учетом основных требований к ездовым камерам формируются требования к камерной, вентиляльной, клеевой резинам и другим материалам. Камерные резиновые смеси могут изготавливаться из каучуков общего назначения: изопреновых (НК, СКИ-3), бутадиенстирольных (БСК) и их композиций. Однако задача улучшения качества камер решается за счет перевода их производства на резины из бутилкаучука (БК), характеризующиеся низкой газопроницаемостью, повышенной стойкостью к старению и усталостной выносливостью. При применении БК в камерах повышается безопасность шин, так как камеры лучше сохраняют прочностные свойства в процессе дли-

тельной эксплуатации и меньше подвержены разрывам; увеличивается ходимость шин, поскольку поддержание стабильного внутреннего давления способствует более равномерному износу протектора и увеличению долговечности каркаса; снижается масса шин за счет применения камер с меньшей толщиной стенки.

Основные достоинства камерных резин на основе БК обусловлены особенностями структуры полимера: линейностью и малой ненасыщенностью основных цепей, плотной упаковкой макромолекул, перекрыванием метильных группировок и связанной с этим малой подвижностью молекулярных цепей. Вместе с этим линейность структуры придает каучуку и смесям на его основе хладотекучесть и невысокую когезионную прочность, малая ненасыщенность затрудняет пластификацию каучука в условиях переработки и замедляет процесс вулканизации, плотная молекулярная упаковка обуславливает малую эластичность, высокие значения внутреннего трения и высокие остаточные деформации резин, особенно в условиях пониженных температур.

Лучшими технологическими свойствами обладают каучуки с высокой вязкостью по Муни (от 47 до 57 ед. при 125 °С) и средним уровнем ненасыщенности (1,4—1,8 % мол.). Таким требованиям удовлетворяет отечественный каучук марки БК-1675Т. Он обеспечивает возможность применения высоких дозировок технического углерода и масла, хорошую обрабатываемость смесей, высокую скорость вулканизации и хорошие прочностные свойства резин. Необходимая скорость и степень вулканизации камерных смесей на основе 100 ч. (по массе) БК достигается при температуре вулканизации 200 °С, в то же время в отечественной практике наиболее широко применяются температуры до 180 °С. В этих условиях для повышения скорости вулканизации в состав камерных смесей необходимо вводить полимерные добавки или химические модификаторы.

В качестве полимерных добавок широко используются этиленпропилендиеновые каучуки (ЭПДК) и галогенированные бутилкаучуки (ГБК).

Введение добавок ЭПДК в состав резин на основе БК повышает когезионную прочность и снижает хладотекучесть смесей, улучшает эластичность, тепло- и морозостойкость вулканизатов, но снижает динамическую выносливость резин. Для получения хорошего материала непредельность и вязкость БК и ЭПДК должны быть соизмеримы. Предпочтительны каучуки с вязкостью 60—70 ед. при 100 °С и содержанием пропилена 33—40 % (СКЭПТ-60, СКЭПТ-70). Массовая доля добавляемого ЭПДК обычно составляет 15 ч., так как при больших дозировках он трудно распределяется в БК.

Наряду с БК и ЭПДК в производстве камер применяют хлор- и бромбутилкаучуки. Хлорбутилкаучук (ХБК) содержит 1,1—1,3 % хлора, бромбутилкаучук (ББК) — 1,8—2,4 % брома. Галогениро-

вание увеличивает реакционную способность двойных связей и дает новые реакционные центры в макромолекулах. Поэтому ГБК совулканизируются с высоконепредельными каучуками общего назначения, сохраняя все ценные свойства БК. Для вулканизации можно использовать обычные серные системы или оксид цинка.

В производстве камер ГБК находят применение в качестве небольших [1,5—2,5 ч. (по массе)] добавок в камерные смеси на основе БК, а также для вентильных и клеевых резин.

Резины на основе 100 ч. ХБК (по массе) могут использоваться для изготовления теплостойких камер для шин, эксплуатируемых в условиях жаркого климата.

В качестве наполнителей камерных резин на основе БК используются комбинации техуглерода П234 и П514 (массовое соотношение 20:30), распределение которых улучшается при введении в качестве мягчителя парафино-нафтового масла стабиллоил-18. Для повышения адгезионных свойств камерных и клеевых смесей применяют маслорастворимые алкилфенолоформальдегидные смолы (октофор N).

Для вулканизации камер из БК используются серные системы с высокоактивными ускорителями.

В смеси вводят и другие технологические добавки.

Приготовление камерных, вентильных и клеевых смесей. Камерные смеси на основе каучуков общего назначения изготавливают в две стадии и тщательно очищают на червячных машинах с фильтрующими или стрейнирующими головками, снабженными сетками для удаления посторонних включений, агломератов неразмешанного каучука, техуглерода и др.

Маточную смесь после первой стадии обычно стрейнируют сразу после смешения, чтобы избежать дополнительного разогрева смеси. Предпочтительна передача смеси по схеме: резиносмеситель — вальцы — стрейнер, так как при прямой подаче смеси в стрейнер из-за неравномерной загрузки возможно дальнейшее увеличение температуры. При подъеме температуры до 175 °С начинается порообразование, ухудшающее качество заготовок и камер. Во избежание этого головка, червяк и цилиндр стрейнера должны непрерывно охлаждаться.

Для стрейнирования маточных смесей применяют сетки различной плотности в зависимости от загрязненности сырья и смесей. На отечественных заводах используется, как правило, комплект из трех сеток: 2 мм (опорная), 1 и 0,5 мм (рабочие).

Резиновые смеси на основе БК и его смеси с ЭПДК изготавливают на обычном смесительном оборудовании, но процесс имеет некоторые особенности, связанные со свойствами БК. Вследствие несовместимости БК с высоконенасыщенными каучуками попадание последних в смесь на основе БК резко ухудшает физико-механические показатели вулканизатов. Поэтому при использовании

одного и того же смесителя необходима тщательная очистка аппарата перед приготовлением смеси на основе БК. Для чистки применяются смеси на основе 100 % БК-1675Т и 75 ч. (по массе) техуглерода, применяемого в камерной смеси. Для лучшего диспергирования техуглерода и других ингредиентов при изготовлении смесей из БК необходим увеличенный на 10—15 % объем загрузки материалов и более высокая (на 15—20 °С) температура смешения на первой стадии. Продолжительность смешения в резиносмесителе РС-250 с объемом загрузки 180—205 дм³ на первой стадии при частоте вращения роторов 40 мин⁻¹ составляет около 6 мин, на второй стадии при частоте вращения роторов 30 мин⁻¹ — около 2,5 мин. Для предотвращения порообразования вследствие повышенного выделения летучих температура выгрузки смеси после первой стадии не должна превышать 170 °С, а для исключения подвулканизации на второй стадии — 110 °С.

Перспективная технология изготовления камерных смесей из БК предусматривает специализированные линии для двухстадийного смешения с предварительным подогревом каучука до 45 °С. В зависимости от объема производства на первой стадии рекомендуется применять смесители с объемом камер 630, 370 и 270 дм³, а на второй — 370 и 270 дм³ с регулируемой частотой вращения роторов и тепловыми станциями, что позволяет повысить технико-экономические показатели процесса на 10—13 % по сравнению с существующим уровнем.

Камеры из БК изготавливают с уменьшенной толщиной стенки, и к чистоте смесей предъявляют повышенные требования. Смеси на основе БК необходимо дополнительно стрейнировать после второй стадии, т. е. когда уже введена вулканизирующая группа. Вторичная очистка смесей должна проводиться непосредственно перед экструзией камерных рукавов на специальном оборудовании, обеспечивающем уменьшение теплообразования и улучшение теплоотвода с целью снижения температуры смеси и исключения подвулканизации. Для этого используют фильтр-прессы типа МЧТ-250-Л-СБ (конструкция плавающей гильзы), оснащенные системами автоматического поддержания заданной температуры головки, червяка и цилиндра машины. Во избежание подвулканизации горячая стрейнированная смесь должна без задержки подаваться транспортером на вальцы с малой фрикцией для охлаждения (до 95—105 °С) и гомогенизации с последующей передачей прямым потоком на питательные вальцы камерного агрегата. Очистка готовых камерных смесей позволяет уменьшить повторную переработку экструдированных заготовок и в 3—5 раз снизить брак камер по дефекту «посторонние включения».

Вентильные резиновые смеси для камер из каучуков общего назначения изготавливаются на основе комбинации каучуков СКИ-3 и БСК, для камер из БК на основе смесей каучуков: ХБК + СКИ-3, ХБК + СКЭПТ-60 и содержат модифицирующие добав-

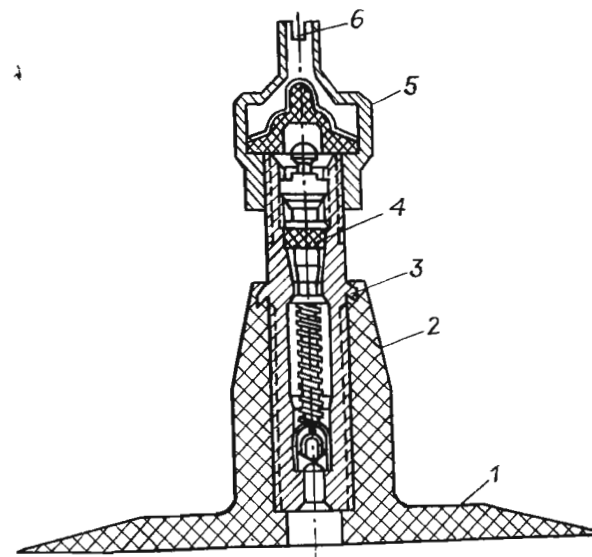


Рис. 60. Поперечный разрез резинометаллического вентиля для камер легковых шин:

1 — резиновая пятка вентиля; 2 — резиновый корпус вентиля; 3 — металлический корпус вентиля; 4 — пружинный золотник; 5 — колпачок-ключ; 6 — ключ

ки и коллоидную кремнекислоту для повышения прочности связи резины с латунью.

Клеевые смеси для камер на основе НК, СКИ-3 и БСК изготавливаются на основе НК и СКИ-3, для камер из БК — на основе ХБК.

Подготовка вентиляей. Для подачи воздуха в бандажной части ездовой камеры укрепляют *вентиль*, представляющий собой воздушный обратный клапан.

На камерах для легковых шин ставят вентили типа ЛК с обрезиненным латунным корпусом (рис. 60), для камер грузовых шин применяют вентили типа ГК с обрезиненным основанием изогнутого корпуса (рис. 61). В зависимости от размера грузовых камер вентили отличаются размером и углом изгиба корпуса, но все они имеют стандартные отверстия канала и взаимозаменяемые детали.

Для обеспечения необходимой прочности связи с резиной латунные корпуса вентиляей очищают от загрязнений маслом, продуктами коррозии и подвергают травлению в кислотах с целью удаления оксидной пленки и активации поверхностного слоя.

Очистку латунных корпусов проводят в основном щелочно-кислотным и ультразвуковым способом в слабом растворе щелочи. На некоторых заводах используют только щелочной или только кислотный способы, однако при этом не обеспечивается надежной очистки корпусов вентиляей.

При щелочно-кислотном способе предусматривается обезжиривание корпусов вентилях в 10 %-м растворе кипящей щелочи с последующим травлением в концентрированных растворах кислот (HNO_3 , $\text{HCl} + \text{HNO}_3$, $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{HNO}_3$) и окончательной промывкой в химически очищенной воде или конденсате.

Ультразвуковой способ очистки корпусов вентилях предусматривает обработку в 2—4 %-м растворе щелочи при температуре 70 °С в течение 5 мин при частоте колебаний вибратора 20 кГц и промывку в химически очищенной воде.

При щелочном способе обезжиривание проводится в 5—10 %-м кипящем растворе щелочи или соды в течение 7—10 мин с последующей промывкой. В раствор щелочи можно добавлять синтетические моющие средства.

После промывки очищенных вентилях проводится их сушка для удаления влаги либо в сушильных шкафах при температуре 65—70 °С, либо в центрифугах. Обдув очищенных корпусов магистральным воздухом неприемлем, так как он часто содержит следы масла и влаги.

Зарубежные фирмы используют для очистки вентилях в основном химические и электрохимические методы.

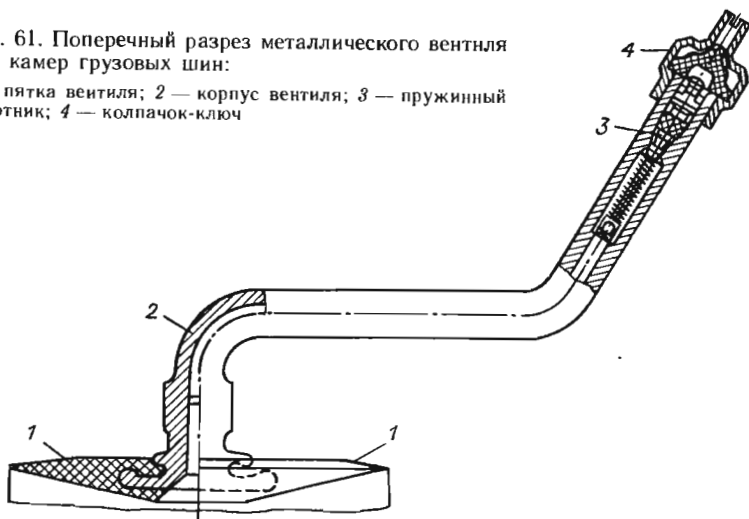
На некоторых заводах для изолирования очищенных корпусов вентилях применяют клеевые покрытия на основе СКИ-3 или НК.

Подготовленные корпуса вентилях подаются на обрешивание. На отечественных заводах в основном используется прямое крепление вентилях резины к металлическому корпусу.

Заготовки для резинового основания вентилях имеют форму колец, нарезанных из толстой экструдированной трубки вентилях резиновой смеси. Металлические корпуса вентилях вставляют

Рис. 61. Поперечный разрез металлического вентилях для камер грузовых шин:

1 — пятка вентилях; 2 — корпус вентилях; 3 — пружинный золотник; 4 — колпачок-ключ



в гнезда специального пресса, и сверху накладывают резиновое кольцо.

По окончании вулканизации обрезают кромку у резинового основания (фланца) вентилях, проверяют, не забито ли отверстие в корпусе вентилях, и производят шероховку резинового основания со стороны, прилегающей к камере, для увеличения поверхности склеивания. Шероховку выполняют на специальных станках производительностью 600 шт/ч.

После шероховки фланец вентилях промазывают клеем, вентилях укладывают на специальные полки и просушивают.

Более перспективным для обрешивания очищенных корпусов вентилях является метод литья под давлением. Питание литьевого пресса осуществляется с помощью червячного дозатора, управление процессами пластикации, впрыска резинового смеси в формы и вулканизации — автоматическое по заданной программе. Значительно снижаются трудозатраты и уменьшается количество отходов резинового смеси по сравнению с технологией компрессионного формования, исключаются операции профилирования резиновых заготовок, за счет впрыска в форму подогретой смеси время вулканизации сокращается до 1—3 мин. Все это обеспечивает повышение производительности (1000—3000 шт/ч) и качества резинотехнических вентилях.

Изготовление камерных заготовок. Автокамерные рукава выпускают на камерных линиях инд. 592-17 и 592-117, которые аналогичны по составу оборудования и отличаются максимальными размерами выпускаемых из них заготовок: линия 592-17 с МЧТ с диаметром червяка до 250 мм предназначена для профилирования заготовок шириной до 600 мм при скорости 4—30 м/мин, а линия 592-117 с МЧТ с диаметром червяка 400 мм обеспечивает выпуск заготовок шириной до 900 мм при скорости профилирования 2—10 м/мин. Для профилирования можно использовать червячные прессы с холодным питанием и вакуум-отсосом. Резиновая смесь в виде ленты с питательных валцов транспортером подается в загрузочную воронку червячной машины. Головка червячной машины, выпускающей заготовку, снабжена форсункой, через которую внутрь рукава непрерывно впрыскивается взвесь талька в воздухе для предотвращения слипания стенок рукава. Избыток воздуха отсасывается через трубку, расположенную в той же головке. Выходящий из машины камерный рукав поступает на отборочный транспортер, устройство для непрерывного контроля массы погонного метра, в ванну водяного охлаждения, на обдувочный рольганг для удаления влаги. При изготовлении тонкостенных камер из БК выдвигаются более жесткие требования по габаритам экструдированного рукава. Так, для легковых камер изготавливают прецизионные заготовки с допусками $\pm 0,1$ мм по толщине стенки, ± 1 мм по ширине и ± 5 мм по длине рукава. В существующей практике ширина и толщина экструдированных камерных заго-

товок регулируются за счет значительного увеличения их вытяжки транспортерами агрегата. Поскольку резиновые смеси из БК имеют повышенную пластичность по сравнению с камерными смесями на основе каучуков общего назначения, тонкостенные заготовки легко деформируются, и при вытяжке возникает дефект «тонкая стенка». Поэтому при экструзии камерных смесей на основе БК, для которых характерна неоднородность по пластическим свойствам, для устранения вытяжки заготовок требуется постоянная корректировка скорости движения транспортеров с учетом изменения усадки экструдированного рукава. Это вызывает необходимость оснащения камерных агрегатов специальными системами автоматического согласования скорости движения транспортеров. Применение таких агрегатов (инд. 621.131) позволяет уменьшить разброс по габаритам рукавов и обеспечить экономию резиновых смесей при условии выпуска заготовок на нижнем пределе установленных допусков.

Далее рукав проходит устройство для нанесения клея на поверхность рукава в месте наклейки вентиля и сушилку с лампами инфракрасного излучения. После измерения ширины рукава в его верхней стенке круглым электрообогреваемым пробойником вырезают отверстие под вентиль. Затем вручную вставляют вентиль, фланец которого либо прикатывают пневмоприкатчиком, либо подпрессовывают специальным механическим устройством.

Герметичность и высокие эксплуатационные характеристики ездовых камер достигаются только при прочном соединении резинового основания вентиля со стенкой камеры. По описанной выше схеме шероховатые и промазанные клеем резинометаллические вентили устанавливают на экструдированный рукав в линии камерного агрегата. В этом случае для надежного крепления фланца вентиля промазывают клеем не только шероховатые вентили, но и поверхность рукава по месту установки вентиля, а также подпрессовывают вентиль специальными устройствами. В производственных условиях на движущемся транспортере время сушки нанесенного на рукав клея, как правило, не превышает 1 мин, а время прикатки фланца — 2—3 с. В то же время для подсушивания клея на основе ХБК и БК необходимо большее время по сравнению с клеем на основе НК, что связано с различной газопроницаемостью их клеевых пленок и замедленным испарением растворителя.

Значительно лучших результатов достигают при использовании технологической схемы установки вентиля на камерные заготовки после снятия их с агрегата и завершения технологической вылежки. Такой процесс предусматривает установку шероховатых и промазанных клеем вентиля на автоматизированных станках. На станке проводят дополнительную шероховку камеры по месту установки вентиля или в линии камерного агрегата устанавливают специальное устройство для автоматического наложения защитной

полиэтиленовой пленки, предотвращающей попадание талька на место крепления вентиля. После установки вентиля и центрирования отверстий в рукаве и вентиле проводят операцию прикатки фланца при оптимальном давлении 0,8—1 МПа в течение 9—13 с, что исключает необходимость в промазке клеем камерного рукава и устраняет дефекты, связанные с неполным высыханием клея.

Поскольку вентиль устанавливают после технологической вылежки камерных заготовок, это позволяет избежать отслоения кромки фланца из-за усадки рукава под наклеенным резинометаллическим вентилем, а также исключает дефекты, вызванные неудовлетворительным центрированием отверстий в рукаве и вентиле.

Установка вентиля за пределами камерного агрегата обеспечивает снижение трудозатрат на 10—40 % при выпуске камерных грузовых и легковых шин, экономию производственных площадей за счет увеличения в 2—3 раза вместимости книжек-тележек для технологической вылежки заготовок (при хранении их без вентиля). Одновременно снижается физическая и психологическая нагрузка рабочих по сравнению с нагрузкой при выполнении ручных операций на движущемся транспортере.

Высокая прочность связи резинового фланца вентиля с камерной заготовкой достигается при ультразвуковой подпрессовке фланца. Этот метод одновременно позволяет отказаться от операции шероховки резинового основания вентиля.

После установки вентиля рукав маркируется и разрезается ножом мерного реза (импульс ножу дает специальное устройство, регулирующее длину заготовки). Далее заготовки проходят счетчик, по отборочному транспортеру попадают на рольганг контрольных весов и затем на устройство для складывания заготовок пополам, съема и передачи их на стеллаж или конвейер. При прохождении рукава по камерному агрегату должна происходить его максимальная усадка по длине, что обеспечивается постепенным понижением скорости движения транспортеров агрегата. Благодаря такой настройке агрегата камерные заготовки перед стыковой вылежкой в течение 30 мин, а усадка при этом составляет 1,4—2,0 %.

Камерные заготовки из БК ввиду повышенной хладотекучести пополам не складывают, их следует хранить в развернутом виде на полках стеллажей. При этом недопустимы укладка заготовок друг на друга или свисание концов рукавов с полок. Увеличение времени вылежки заготовок из БК до 24 ч обеспечивает повышение прочности стыка на 20 %, при вылежке свыше 24 ч заготовки начинают деформироваться. Поэтому время вылежки камерных заготовок из смесей на основе БК должно строго регламентироваться.

Стыковка камерных заготовок. Процесс стыковки камерных заготовок относится к числу наиболее ответственных операций в

производстве камер, поскольку качество стыка — важнейшая эксплуатационная характеристика ездовых камер. Дефекты стыка являются самыми распространенными как в процессе производства, так и при эксплуатации камер.

В промышленном производстве камер используют *стыковочные станки* различных конструкций. Применявшиеся ранее пневматические станки вертикального реза с матрицами из набора стальных пластин (типа ССК) обеспечивали прочность стыка на уровне 45—55 % прочности резины, что не удовлетворяло требованиям потребителей. Попытки модернизации станков такого типа, хотя и дали некоторый положительный эффект при стыковке камер из резин на основе СКИ-3 и других каучуков, но реализуемое контактное давление и способ резки не обеспечивали требуемой прочности стыка в камерах из БК. Снижение производственного брака камер стало возможным с применением станков принципиально новой конструкции, которые отличаются от прежних наличием гидравлического привода для прижимного устройства и подвижного рабочего стола, обеспечивающего высокое рабочее давление; использованием универсальных обрезиненных прижимных матриц, позволяющих проводить стыковку заготовок различных размеров при равномерном распределении давления по всей площади стыкуемых концов рукава; применением горизонтального способа реза; наличием устройства для регулирования по заданной программе скорости перемещения режущего блока и температуры нагревания ножей; механизацией отбора обрезков концов заготовок.

В новых станках иначе формируется стыковочный шов. В станках типа ССК конструкция ножа и матриц, ступенчатый характер среза приводят к образованию высокого «гребня» (выпуклости резины) по линии стыка. В станках типа ССКБ-350, ССКБ-670, фирмы «ВМИ—ЕПЕ» (Нидерланды) резиновые полосы зажимных матриц и боковых упоров создают ограниченный геометрический объем в зоне формирования шва, и происходит плавное увеличение толщины стыковочного шва (ромбовидный шов). Шов формируется при высоком давлении, ромбовидное сечение снижает концентрацию напряжений в зоне стыка, что и обеспечивает высокую прочность соединения (прочность стыка на уровне 80—100 % прочности резины). В зависимости от типа станка и площади поперечного сечения камерной заготовки время стыковки составляет 6—12 с для легковых камер и 20—25 с — для грузовых.

Максимальная прочность стыка камер из БК достигается, если применяются резиновые смеси с пластичностью 0,45—0,49, увеличивается время вылежки профилированных заготовок (но не более 24 ч), обеспечивается давление в рабочем цилиндре стыковочного станка не менее 5 МПа.

Стабилизация стыка и формирование камерных заготовок. Для предотвращения расхождения стыка в процессе формирования и

вулканизации проводят операцию стабилизации, или усиления, стыка. Для стабилизации стыка по беговой части и боковинам камерных заготовок применяется метод охлаждения. Использование усилительных ленточек из обрезиненных тканей не рекомендуется, так как вызывает такие дефекты, как пузыри под ленточкой, недопрессовка, отслоение ленточки и др. Наиболее широко применяется способ охлаждения беговой части стыка на трубке, через которую циркулирует хладагент при температуре от —5 до —10 °С. Для этого камеру выворачивают и кладут на стол для замораживания таким образом, чтобы стык точно лег на трубку, в которую подается охлаждающая жидкость. Растворы солей (хлориды кальция или натрия) охлаждаются во фреоновых установках централизованного (для всех рабочих столов) или локального (для 6—8 рабочих столов) типа.

К другим способам охлаждения относится обдув стыка охлажденным воздухом или кратковременное погружение в охлаждающую смесь с сухим льдом.

Продолжительность охлаждения стыка должна регламентироваться, так как переохлаждение может быть причиной образования наплывов по стыку, конденсации влаги на поверхности заготовок и др. Для предотвращения увлажнения камерной заготовки охлаждающая трубка закрывается хлопчатобумажной тканью.

Формование камерных заготовок осуществляется на шаблонах, находящихся, как правило, в вертикальном (для камер легковых шин) и наклонном (для массивных камер грузовых или большегрузных шин) положении. Формование обычно проводится в две стадии путем подачи в камеру сжатого воздуха (максимальное давление 0,2—0,3 МПа). Камеру надевают на шаблон, центрируют и вентиль камеры соединяют с механизмом для подачи сжатого воздуха. Воздух подают до тех пор, пока стенки камеры не достигнут первого ограничителя, автоматически отключающего подачу воздуха в камеру (диаметр камеры соответствует 80—90 % диаметра профиля вулканизационной пресс-формы). После выдержки заготовки на шаблоне вторично подают сжатый воздух, пока стенки камеры не достигнут второго жесткого ограничителя (диаметр камеры соответствует 95 % диаметра профиля пресс-формы). Вентиль камеры герметизируют, камеру осматривают для выявления посторонних включений и пузырьков. Заготовки больших размеров при подаче воздуха необходимо непрерывно обхлопывать по наружной части для обеспечения более равномерной вытяжки.

Общая продолжительность формования должна выдерживаться на уровне цикла вулканизации, так как укороченное время формования вызывает неравномерную вытяжку заготовок, а слишком продолжительное — провисание заготовок. Формующие устройства не должны быть расположены вблизи горячих пресс-форм, не допускается местный нагрев или охлаждение заготовок от вен-

тиляционных систем ввиду опасности утонения стенок камер и расхождения стыка.

Вулканизация камер. Для вулканизации ездовых камер традиционно применяются индивидуальные вулканизаторы (ИВК). В связи с коротким циклом вулканизации и необходимостью быстрой перезарядки пресс-форм ИВК выпускаются одноформовыми. В зависимости от размеров автокамер применяют вулканизаторы пяти типоразмеров: от 30-920 до 225-2150 (первый индекс — распорное усилие в тонно-силах, второй — расстояние между плоскостями рычагов в миллиметрах). *Индивидуальные вулканизаторы* располагаются параллельными рядами и для облегчения обслуживания устанавливаются с некоторым наклоном. В процессе вулканизации внутрь камеры подается сжатый воздух под давлением 0,7—0,8 МПа. Слишком низкое давление может вызвать наплыв стенки камеры на вентиль и появление недопрессовок на стенках, а избыточное давление вызывает выпрессовку и локальное утонение по линии разъема пресс-форм. В зависимости от типа каучука и размера камер вулканизация осуществляется при температурах 155—190 °С с односторонним обогревом со стороны пресс-форм. Из-за низкой теплопроводности каучука при одностороннем обогреве камеры под резиновым основанием вентиля образуется труднопрогреваемая зона, в которой стенка камеры вулканизуется в меньшей степени. Поэтому продолжительность цикла вулканизации определяется необходимостью достижения близкой к оптимуму степени вулканизации резины под фланцем вентиля при отсутствии перевулканизации стенок камеры.

Односторонний обогрев и применение пара с давлением 0,6—0,8 МПа особенно отрицательно сказываются на качестве камер из БК, для которых температура вулканизации не должна быть ниже 170—175 °С. В этом случае лучшие результаты получаются либо при использовании пара с давлением до 1,6 МПа, либо при двустороннем обогреве, либо при использовании устройств зонного обогрева.

Двусторонний способ обогрева предусматривает подачу пара также внутрь ездовой камеры, что увеличивает темп нагрева в зоне под фланцем вентиля. Этот способ позволяет уменьшить общую продолжительность вулканизации на 5 % для легковых и на 10 % для грузовых шин, но при этом создаются неблагоприятные условия труда вулканизаторщиков с точки зрения техники безопасности (в случае открытия пресс-форм при остаточном давлении в камере).

Более эффективное средство интенсификации процесса — выравнивание температуры в труднопрогреваемой зоне под фланцем вентиля за счет подачи дополнительного теплового потока непосредственно через латунный корпус вентиля. Электронагреватель (устройство зонного обогрева), который крепится на ниж-

ней вулканизационной форме, обеспечивает кратковременное, в течение 3—6 мин, повышение температуры латунного корпуса вентиля. Применение устройства зонного обогрева позволяет повысить температуру под фланцем вентиля и ускорить процесс на 12—25 % без повышения температуры греющего пара при одностороннем обогреве. Прочность соединения резины с латунным вентилем при этом возрастает на 37—70 %, стабилизируются показатели прочности связи фланца вентиля со стенкой камеры.

Наряду с индивидуальными вулканизаторами на отечественных заводах работают *линии вулканизации* легковых и грузовых камер — ЛВА-1, ЛВК-330, ЛВА-2.

В линиях использован принцип компоновки вулканизационных элементов, обеспечивающий возможность проведения перезарядки одной из пресс-форм без прерывания процесса вулканизации в остальных пресс-формах, автоматизированы процессы формования заготовок, их загрузки в пресс-формы, вулканизации и выгрузки камер из пресс-форм. Наряду с повышением производительности труда, сокращением производственных площадей, снижением металлоемкости оборудования и расхода энергоносителей, применение автоматизированных линий вулканизации позволяет уменьшить степень влияния рабочего на ведение технологического процесса, стабилизировать качество продукции, значительно улучшить санитарно-гигиенические условия, снизить трудовые затраты и в перспективе полностью автоматизировать процесс вулканизации. Выполняемые вулканизаторщиком операции ограничиваются укладкой заготовки камеры на устройство охлаждения стыка и последующим ее надеванием на шаблон питателя линии. При этом рабочий имеет стационарное рабочее место и не соприкасается с горячим оборудованием. По техническому уровню линии вулканизации превосходят зарубежное оборудование для вулканизации автокамер и не имеют аналогов.

Заключительные операции. На участке заключительных операций вулканизированные камеры автоматически разгружаются на движущийся транспортер, вдоль которого устанавливаются станки для поддувки камер воздухом и монтажа золотников, а также станки для изгиба вентиля и установки мостиковых шайб на грузовых камерах. Затем камеры подвергаются разбраковке по внешнему виду и герметичности.

Основными причинами негерметичности камер являются посторонние включения в резине, отслоение резинового фланца вентиля от стенки камеры, отслоение металлического корпуса вентиля, расхождение стыка, дефекты золотника или корпуса вентиля.

В настоящее время для проверки герметичности ездовых камер используется метод погружения в воду наполненной воздухом камеры. Эффективность этого метода зависит от ряда факторов: площади отверстия, через которое происходит утечка воздуха, степени наполнения камеры, конструкции применяемой ванны с

учетом наличия специального механизма для растяжения погруженной в воду камеры, скорости прохождения ее через ванну, способа обнаружения выделяемых пузырьков воздуха и т. д. Применяемые на большинстве заводов установки контроля герметичности типа МИК, не оснащенные механизмами для деформации погруженных в воду камер, малоэффективны, так как в этих установках негерметичность камер при проколах диаметром 0,6 мм или с дефектами в системе золотник — вентиль выявляется только при условии, если диаметр камеры при поддувке воздухом увеличивается на 15—20 %. В противном случае дефекты не фиксируются.

Значительно надежнее установки контроля герметичности, оснащенные механизмами захвата, растягивающими камеры по мере их погружения и продвижения в ванне, а также установки с двумя параллельными рядами приводных роликов, через которые проходит погруженная в воду камера, подвергаемая при этом деформациям растяжения и сжатия. На таких установках контролируется герметичность камер, поддутых воздухом до нормальных габаритов.

Установки для контроля герметичности камер методом погружения в воду занимают значительные площади, энерго- и металлоемки, поэтому иногда применяют визуальный контроль по изменению габаритов поддутых и сложенных в стопки камер. Однако такой контроль ненадежен. Возможен также контроль герметичности методом вакуумирования. В этом случае проводится вакуумирование камеры до полного слипания стенок, а затем визуально наблюдают за разъединением стенок камер при проникновении в них воздуха. Время вылежки может составлять 3—4 ч, в течение которых камеры могут храниться стопами не более 15 шт. в каждой. Метод вакуумирования упрощает контроль и разбраковку, сокращает производственные площади, увеличивает производительность. После контроля герметичности камеры подаются к станкам для монтажа колпачков с последующей автоматической навеской на конвейер для доставки на участок комплектации шин.

Зарубежные фирмы поставляют камеры в вакуумированном виде, т. е. без поддувки и комплектации камерами покрышек на шинных заводах, что значительно повышает производительность труда.

Основные направления совершенствования технологии производства ездовых камер. Совершенствование конструкции камерных агрегатов направлено на повышение уровня механизации и автоматизации выполняемых операций и обеспечение наиболее полной усадки профилируемых заготовок в линии агрегата.

Прослеживается тенденция к замене транспортеров на рольганги для устранения локальных вытяжек рукава. В линии камерных агрегатов устанавливаются ультразвуковые локаторы, обеспечивающие автоматическое согласование скорости движения тран-

спортеров, а также устройства для наложения защитной полиэтиленовой пленки по месту установки вентиля.

Камерные агрегаты оснащаются устройствами автоматического контроля размеров и массы профилируемых заготовок, механизированы операции разгрузки заготовок с агрегата.

Камерный агрегат 621.131 оснащен системой роликовых компенсаторов контактного типа для согласования скорости движения транспортеров и уменьшения вытяжки рукава.

Машины комплектуются устройствами автоматического контроля и регулирования ширины рукава, механизмами клеепромазки, усовершенствованными устройствами пробивки отверстий в стенке рукава и мерного реза заготовок.

Перспективны разработки, направленные на автоматизацию погрузочно-разгрузочных работ, создание склада-конвейера для технологической вылежки камерных заготовок, роторно-конвейерных линий очистки и обрезинивания корпусов вентилях методом литья резины под давлением. Вынесение операции установки вентилях из линии камерного агрегата позволит агрегировать в одном станке устройство установки вентилях и стыковки камерных заготовок. Выполнение этих операций за один машинный цикл работы оборудования значительно повышает производительность труда, сокращает производственные площади, устраняет перевалочные операции на участках стыковки и вылежки. Агрегированные станки для стыковки и установки вентилях должны располагаться рядом с устройствами охлаждения стыка и шаблонами формования автоматических линий вулканизации камер. При этом создаются условия для внедрения манипуляторов, обеспечивающих передачу заготовок со станка на станок, выгрузку вулканизированных камер и доставку их на заключительные операции. Внедрение таких роботизированных комплексов позволит повысить производительность труда в 3—4 раза.

2.5.2. Изготовление ободных лент

Для предохранения автокамеры от повреждений (защемлений) бортами покрышки и от истирания поверхностью обода колеса во время движения автомобиля применяют *ободные ленты*.

Для профилирования ободных лент используют МЧТ или МЧХ с диаметром червяка 90—160 мм, входящие в состав агрегата, который работает следующим образом. Резиновая смесь экструдируется в виде прямоугольного шнура, поступает на приемный и вековой транспортеры и далее в ванну с водой для охлаждения до 25 °С. По выходе из ванны лента обдувается сжатым воздухом и автоматически режется на заготовки определенной длины. Далее заготовки по конвейеру подаются к вулканизаторам механического действия. Загрузка заготовок в пресс-форму и выемка вулканизированного изделия осуществляются вручную, а процессы формова-

ния и вулканизации регулируются автоматически. Заготовку закладывают в нижнюю полуформу, концы ее стыкуют вручную и включают вулканизатор. При этом в пресс-форме происходит литьевое формирование заготовки под усилием 3600 кН.

Вулканизация ободных лент происходит при температуре 170 °С. Продолжительность вулканизации зависит от их размеров и лежит в пределах 5—6 мин. По окончании процесса вулканизатор открывают, из нижней половины пресс-формы вынимают ободную ленту, которая после удаления с нее выпрессовок подается на разбраковку, пробивку отверстия для прохода вентиля и упаковку.

Большой интерес для изготовления ободных лент представляет способ литья под давлением на литьевых агрегатах с неподвижной литьевой машиной и подвижными пресс-формами, которые расположены на замкнутом конвейере. Благодаря высоким температурам впрыска резиновой смеси в формы и вулканизации (190—200 °С) время изготовления ободной ленты способом литья под давлением составляет всего 1—2 мин. При этом отпадает необходимость применения профилированных заготовок.

2.5.3. Изготовление диафрагм для форматоров-вулканизаторов

Диафрагма для форматора-вулканизатора, представляющая собой цельнорезиновый бочкообразный цилиндр, в процессе эксплуатации находится под воздействием высокой температуры (160—190 °С) и часто меняет свою форму: при каждом цикле вулканизации она изгибается в верхней и нижней частях на 90—120°. В связи с тяжелыми условиями работы диафрагма должна обладать высокой эластичностью, прочностью и теплоустойчивостью. Поэтому для изготовления диафрагм используют резиновые смеси на основе бутилкаучука, что обеспечивает их высокую ходимость (до 350—500 циклов).

Диафрагмы для форматоров-вулканизаторов изготавливают методом литьевого формирования в специальных прессах. Резиновые смеси на основе бутилкаучука получают в две стадии с очисткой смеси в червячных фильтр-прессах. Затем смесь подается в червячную машину с диаметром червяка 150 или 200 мм и экструдирована в виде шнура прямоугольного сечения. Полученный шнур режут на заготовки определенной длины и подают к вулканизационным прессам.

Заготовку для диафрагмы закладывают в нижнюю полуформу (рис. 62), опускают сердечник, поднимают нижнюю полуформу вверх. Под действием высокой температуры и усилия прессования резиновая смесь заполняет зазор между сердечником и полуформами. Вулканизация происходит при температуре 175 °С в течение 45—75 мин в зависимости от размера диафрагмы. По окончании

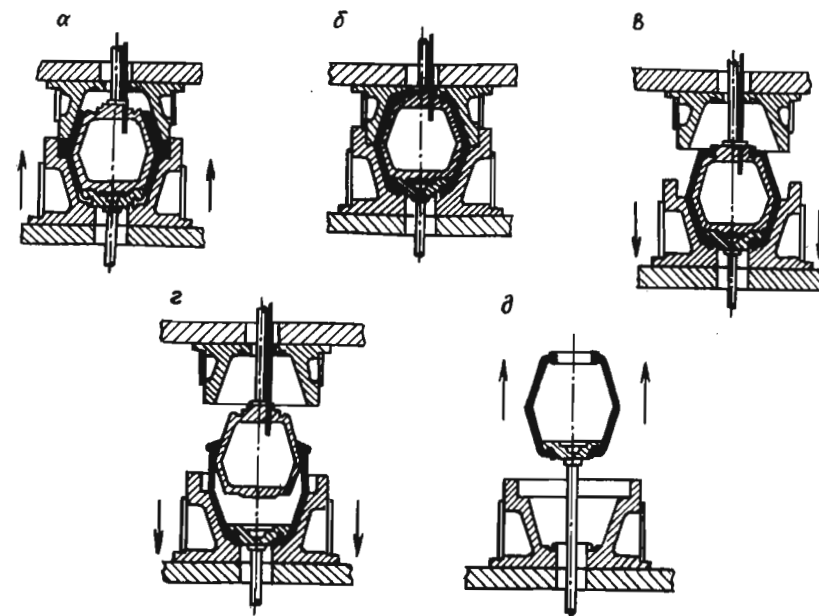


Рис. 62. Схема работы пресса для изготовления диафрагм:

а — процесс литьевого формирования; б — пресс закрыт, идет процесс вулканизации; в — вулканизация окончена, нижняя полуформа опускается; г — снятие диафрагмы с сердечника; д — диафрагма оторвана от нижней полуформы при помощи выталкивателя

вулканизации пресс открывают, диафрагму снимают с сердечника и охлаждают.

После охлаждения обрезают выпрессовки, подшлифовывают и проверяют диафрагмы на отсутствие дефектов на специальном станке, рабочей частью которого является резиновая камера. Камера раздувается и растягивает диафрагму, что позволяет обнаружить в ней трещины и другие дефекты. От партии отбирают одну диафрагму для проверки размеров, механических показателей и степени вулканизации.

2.6. ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ МОТО- И ВЕЛОСИПЕДНЫХ ШИН

Шины для мотоциклов, мотороллеров и мотоколясок по конструкции аналогичны шинам для легковых автомобилей. Размеры шин (ширина профиля и посадочный диаметр) даются в миллиметрах, а в скобках — в дюймах; например, для машин М-72 и К-750 выпускают шины размера 95—484 (3,75—19), для ИЖ-56 — 80—484 (3,75—19), для «Риги» — 60—484 (2,25—19), для мотороллера Т-200 — 4,00—10.

Велосипедные шины выпускаются для дорожных и спортивных велосипедов. Размер шин для дорожных велосипедов обознача-

ется в мм, например 40—622. В обозначении шины для спортивных и гоночных велосипедов первый индекс — условное обозначение посадочного диаметра, второй — условное обозначение ширины профиля (в мм), например 600×25.

Велосипедные шины имеют дорожный рисунок протектора, который по центру беговой дорожки состоит из непрерывного продольного ребра и канавок. По обе стороны от центрального ребра расположены шашки, плавно переходящие в плечевую зону протектора.

Велошины должны гармонировать с окраской машин или же иметь белые боковины, т. е. выпускаться в цветном или двухцветном исполнении.

2.6.1. Применяемые материалы

При разработке рецептур велорезин необходимо учитывать различные условия эксплуатации велошин: воздействие неблагоприятных атмосферных факторов, езда при пониженном давлении, выводящие из строя боковины при исправном протекторе и т. д. Обычно для беговой части протектора и боковин велошин в черном исполнении используется одна и та же смесь на основе комбинации синтетических каучуков — БСК, СКД, СКИ-3. Полимерной основой велорезин в цветном исполнении являются те же каучуки, заправленные нетемнеющим противостарителем. По прочностным показателям, твердости, эластичности, истираемости светлые резины практически не отличаются от серийных, но уступают им по сопротивлению озонному старению.

Цветные протекторы на основе натурального каучука имеют неудовлетворительную атмосферостойкость в процессе хранения и эксплуатации. Для выпуска велошин в цветном и двухцветном исполнении рекомендуется применять озоностойкие каучуки (наирит, СКЭПТ). Однако смеси на основе 100 ч. (по массе) этих полимеров имеют неудовлетворительные прочность связи с каркасом из каучуков общего назначения, технологические свойства и прочностные показатели. В связи с этим разрабатываются опытные резины на основе комбинаций озоностойких каучуков с СКИ-3 и СКД, характеризующиеся наибольшим сопротивлением всем видам старения.

Специфика велопроизводства заключается в высоких скоростях экструдирования профилей с малой толщиной, что предъявляет повышенные требования к технологическим свойствам смесей. Комбинации СКИ-3 и СКД, обеспечивая повышенную износостойкость, эластичность резин, имеют низкую когезионную прочность, недостаточную каркасность, повышенную усадку, что вызывает ряд производственных затруднений (рваная кромка, неравномерный калибр и др.) Эти недостатки снижаются при использовании смесей СКИ-3 с бутадиенстирольным термоэластопластом ДСТ-30.

Основным армирующим материалом в каркасе велопокрышек для дорожных велосипедов является *велотред* — ткань, по конструкции напоминающая корд. Велотред изготавливается из натуральных, полиамидных, полиэфирных и других волокон. Хлопчатобумажный велотред 20/4 заменяется на велотред из штапельного синтетического волокна винол, прочность нитей которого в 1,5, а удлинение при разрыве — в 2,5 раза выше по сравнению с хлопчатобумажными нитями, на капроновый велотред ПЗКНТС-О, снижающий массу покрышек на 6—7 %, повышающий прочность сцепления протектора с каркасом на 15—20 %.

Каркас спортивных велошин изготавливается из одиночных хлопчатобумажных нитей структуры 91/6 и шелковых нитей № 0 и 1, которые проходят параллельно друг другу и связаны тонким слоем резины. Каркас состоит не меньше чем из двух слоев ткани, в каждом из которых нити расположены параллельно друг другу и под углом по отношению к нитям другого слоя, и четырех слоев резины. Масса 1 м² такой многослойной ткани составляет 500—600 г. Масса же 1 м² прорезиненного каркаса для гоночных велосипедов не должна превышать 200 г, что можно достигнуть только при изготовлении каркаса из прорезиненных тканей на основе синтетических волокон (лучше миткалевого или другого плотного переплетения).

Для изготовления бортовых колец велошин применяется стальная омедненная проволока или однопроволочный металлокорд с цинковым, медным или латунным покрытием. Обычно диаметр бортовой проволоки составляет 1,6 мм, разрывная прочность 1,4—1,9 кН/мм². Применение проволоки диаметром 2,0 мм позволяет исключить операцию изоляции бортовых колец.

2.6.2. Изготовление покрышек для дорожных велосипедов

Изготовление протекторов. Формование протекторов велошин производится в червячном прессе, в головке которого вместо профильной планки устанавливают мунштук и дорн, между которыми образуется кольцевое отверстие. Резиновая трубка, выходящая из головки, разрезается ножом в продольном направлении в двух местах, в результате чего получаются две протекторные ленты. Ленты поступают на приемный транспортер, затем на установку промазки внутренней стороны ленты клеем и далее — на сушильный транспортер*. Протекторные ленты после просушки проходят в охлаждающую ванну с водой, имеющей температуру 15—20 °С. При выходе из ванны ленту обдувают сжатым воздухом, измеряют толщину по беговой дорожке роликовыми калиброметрами и закатывают с прокладочным полотном на катушки.

* Иногда наружная сторона протектора промазывается твердой «сажевой» смазкой, применяемой в виде брикета.

Вместо закаточного устройства иногда устанавливают отборочный транспортер, где плоским ножом протекторные ленты разрезаются на заготовки определенной длины. Протекторы укладывают на тележки (книжки с тканевыми прокладками). Скорость изготовления протекторов на агрегате 12—20 м/мин.

Протекторы двухцветных велошин изготавливают на агрегате, включающем две червячные машины МЧХВ-90. Машина с косой целевой головкой, выпускающая беговую часть протектора, установлена на 100 мм выше червячной машины с прямой целевой головкой, предназначенной для профилирования боковин с подканавочным слоем. Беговая часть протекторной ленты ложится на боковинную часть и затем дважды дублируется на приемном транспортере.

Разработана система точного регулирования размеров заготовок малого сечения при скоростном профилировании, в которой за одну секунду сканирующий луч несколько раз определяет ширину профилируемой ленты, а корректирующее устройство, работающее от двигателя шагового типа, обеспечивает корректировку ширины листа.

Двухцветные заготовки можно изготавливать на каландрах: на первом каландре выпускается подканавочный слой с боковинами из цветной смеси, на втором — беговая часть протектора, которые затем дублируются на транспортере.

Обрезинивание и раскрой велотреда. Велотред или виоловую ткань предварительно сушат и обкладывают резиновой смесью на четырехвалковом каландре со скоростью 35 ± 5 м/мин. Полиамидный корд пропускают через ванну с пропиточным составом, отжимают и сушат в камерной сушилке при 110°C в течение 1,5 мин. Затем на каландре происходит одностороннее обрезинивание со скоростью 20 м/мин. Для предохранения от слипания обрезиненные ткань или корд закатывают на барабан с использованием прокладки.

При сборке покрышек методом навивки ткани на бортовые кольца обрезиненный велотред раскраивают вдоль нитей основы на ленточки определенной ширины и длины на закройно-механическом приспособлении. Размеры полосок устанавливают таким образом, чтобы в зависимости от размера покрышки при определенном угле наложения велотреда навивалось целое число витков. На специальном станке ленточки велотреда наматывают на шпули, концы срезают механическим дисковым ножом под углом 45° .

Если велопокрышки собирают из уширенных слоев, то велотред или корд раскраивают на горизонтальной диагонально-резательной машине ДРГ-59 под углом $45\text{--}47^\circ$ на полосы шириной 160—260 мм (22—24 реза/мин). Затем полосы стыкуют и закатывают на шпули (катушки) по 120—140 м.

Изготовление бортовых колец. Проволоку перематывают на специальном станке со скоростью 56 м/мин на катушки, рихтуют

для снятия остаточного напряжения и рубят на заготовки определенной длины для изготовления колец на специальном автомате.

Важнейшей операцией при изготовлении бортовых колец является стыковка концов проволоки, которую осуществляют методами пайки и сварки. В первом случае концы проволоки закрепляют специальной муфтой из стальной ленты и спаивают латунью в электропаяльном аппарате при температуре 900°C в течение 5 с. После окончания пайки стык зачищают, протравливают в ванне с соляной кислотой, промывают чистой водой и сушат над электропечью. Производительность аппарата 320 шт/ч.

Сварку велоколец из омедненной проволоки осуществляют на автомате АВ-624 методом электроконтактной сварки с последующим отпуском и зачисткой сварочного стыка. Работа кольцеобразователя, сварочной головки, снятия грата происходит одновременно, т. е. обрабатывают сразу три кольца в последовательных операциях. Производительность автомата 300 шт/ч.

Готовые кольца поступают в специальный станок для контроля размеров по диаметру, после чего кольцо снимают и направляют на изоляцию.

Изоляция велоколец производится на полуавтомате ПИВ-624 лентой велотреда шириной 14 мм. Одновременно изолируется не более 6 колец, надетых в канавки барабана; производительность автомата 750 шт/ч.

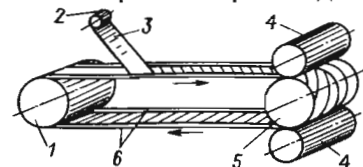
Сборка велопокрышек. Велосипедные покрышки собирают методом навивки по спирали ленты обрезиненного велотреда вокруг параллельно натянутых бортовых колец или из уширенных слоев наложением корда и других деталей на сборочный барабан.

На станке для сборки велопокрышек первым методом (рис. 63) бортовые кольца натягивают между двумя барабанами в специальных выемках. При медленном перемещении бортовых колец происходит навивка каркаса вращением шпули с лентой велотреда с одновременным прикатыванием велотреда роликом. Затем накладывают, стыкуют и прикатывают протектор. Производительность сборочного станка 44—56 шт/ч.

Более производительны сборочные станки СПК-15 (100 шт/ч), на которых одновременно собирают несколько покрышек на многоместном барабане. На разжимной сборочный барабан накладывают слои корда, образующие трубчатую заготовку. Затем концентрично кольцевым канавкам на барабане устанавливают несколько пар бортовых колец и при разжатии барабана производят

Рис. 63. Схема сборки велосипедных покрышек методом навивки велотреда на бортовые кольца:

1 — натяжной барабан; 2 — шпуля; 3 — велотред; 4 — прикатчики; 5 — приводной барабан; 6 — бортовые кольца



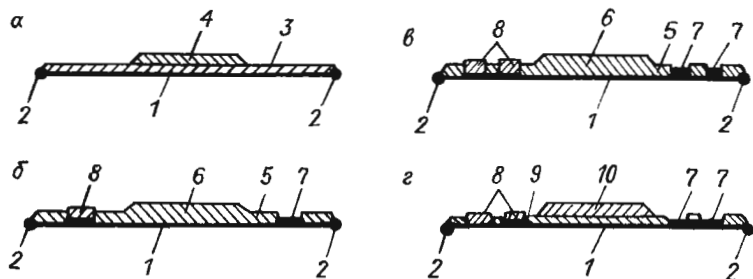


Рис. 64. Сечение по оси велопокрышки до формования:

а — одноцветная или двухцветная обычная покрышка; *б, в, г* — конструкция велопокрышки из различных резин; *1* — каркас; *2* — борт; *3* — резиновый слой; *4* — резиновая лента; *5* — профилированный слой; *6* — утолщение; *7* — выемки; *8, 9, 10* — ленты

их посадку. После этого трубчатую заготовку разрезают на браслеты, кромки которых заворачивают на бортовые кольца. На образованные каркасы накладывают протекторы, и при сжатом барабане покрышки снимают.

Сборка покрышек может осуществляться путем наложения на кольца закрененного под углом велотреда, сдублированного с протектором. Одновременно с наложением слоя производится заворот кромок под крылья. Весь процесс заключается в наложении и отрезании от рулона ленты велотреда с протектором и может быть автоматизирован. Такой процесс сборки можно применять для изготовления двухцветных или многоцветных покрышек. На рис. 64 показано сечение такой покрышки (до формования). На каркасе *1* от борта до борта *2* расположен слой *3* смеси желаемого цвета, например белой, на слой *3* наложена лента *4* из смеси другого цвета, например черного, ширина которой соответствует ширине протектора. При изготовлении многоцветных покрышек в профилированных боковинах *5* сделаны выемки *7* для наложения лент различного цвета *8, 9*. В центральной части имеется утолщение *6*, образующее протектор. Ленты, отличающиеся по цвету от основной смеси, можно заложить на боковину еще до наложения профилированного слоя на каркас. Иногда можно предусмотреть наложение еще одной ленты *10*, изготовленной из смеси, особенно пригодной для протектора, что обеспечит высокие свойства шины.

Вулканизация велопокрышек. Велопокрышки вулканизуют аналогично автопокрышкам в форматорах-вулканизаторах или в двухэтажных прессах типа 10720/П4. Перед вулканизацией в прессах покрышки формируют в форматоре (экспендере), укладывая покрышку на секторы форматора и равномерно расправляя по ним. Разводящиеся сжатым воздухом секторы форматора вытягивают каркас покрышки по беговой части. В отформованную покрышку закладывают горячую варочную камеру, предвари-

тельно промазанную мыльным раствором, и выправляют борта покрышки по сердечнику варочной камеры. Наружная поверхность покрышек пропудривается тальком.

Вулканизация покрышек проводится в механическом двухэтажном прессе с электрообогревом. Рама пресса имеет вид закрытого корпуса, пресс-формы нагреваются электрическим током, в варочную камеру подают пар. Вулканизация длится 6 мин, при этом производительность пресса составляет около 14 шт/ч.

Вулканизованные покрышки отправляют на участок заключительных операций для обрезки выпрессовок на специальном станке, после чего велопокрышки тщательно осматривают и забраковывают по видам дефектов.

2.6.3. Изготовление велосипедных камер

Велосипедные камеры могут изготавливаться дорновым и формовым методами. Рукава для велокамер с толщиной стенок около 1 мм формируют из резиновой смеси, очищенной на червячном фильтр-прессе.

При использовании дорнового метода профилированные трубки после охлаждения разрезают на отдельные рукава, на которые по месту установки вентиля наклеивают фланец из двухслойной прорезиненной бязи толщиной 0,5 мм и слоя листовой смеси толщиной 0,8 мм. Перед вулканизацией рукава надевают на металлические дорны, пропудривают с наружной стороны тальком и концы фиксируют узкими резиновыми кольцами. Уложенные рядами на тележку рукава вулканизуют в котле. Затем рукава снимают с дорнов, обрезают концы рукавов до установленной длины, на специальном станке протачивают отверстие на рукаве и фланце, вставляют и монтируют вентиль с золотником. Затем рукава стыкуют внахлест. Для этого концы рукавов шерохуют наждачной бумагой, один конец с наружной, а другой с внутренней стороны на 25 ± 5 мм, промазывают два раза клеем с подсушиванием, освежают бензином, соединяют рукава внахлест и прикатывают стык. Готовую камеру проверяют на герметичность и отправляют на комплектацию.

Формовой метод изготовления велокамер, в принципе, ничем не отличается от аналогичного процесса производства автокамер. Меньшие размеры изделий позволяют одновременно проводить стыковку 4—5 велокамер. Для вулканизации обычно используют механические четырехэтажные прессы, при этом перезарядка пресс-форм проводится последовательно, и во время перезарядки одной из пресс-форм в остальных продолжается процесс вулканизации. При температурах 160—180 °С вулканизация длится 3,5—5,5 мин, а производительность пресса достигает 25—40 велокамер в час.

Производство велокамер формовым методом имеет ряд преимуществ перед дорновым. Основное преимущество формовых камер заключается в отсутствии в них стыка внахлест, что увеличивает прочность камеры по месту стыка в среднем в 50 раз. Улучшается товарный вид камеры, качество продукции, повышается производительность труда и степень механизации за счет исключения операций, требующих значительных затрат ручного труда, уменьшается количество отходов.

Готовые велокамеры поступают на комплектование с велопокрышками, где вентиль камеры обертывают бумагой, а поверх бумаги надевают резиновое кольцо. Комплектуют велошины строго по сортам, т. е. покрышку первого сорта комплектуют с камерами этого же сорта. Допускается комплектование велопокрышек второго сорта с велокамерами первого сорта.

2.7. ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ МАССИВНЫХ ШИН

Массивные шины являются основным типом шин для напольного колесного безрельсового транспорта, занятого на перевозке различных грузов на небольшие расстояния с малыми скоростями: авто- и электропогрузчиков, электрокар, штабелеров, самоходных прицепных и ручных тележек, передвижного торгового, производственного и медицинского оборудования, сельскохозяйственной техники. Массивные шины используются в качестве направляющих роликов шахтных скипов, эскалаторов, транспортерных лент, фрикционных передач различных типов, опор вращающихся валов и судов и т. д.

В отличие от цельнометаллических колес массивные шины бесшумны, смягчают толчки и удары от неровностей дороги, меньше повреждают полы и дорожные покрытия. По сравнению с пневматическими шинами они при одинаковых габаритах обладают большей грузоподъемностью, что позволяет уменьшить их диаметр. Вследствие этого снижается центр тяжести машин, увеличивается их устойчивость, создается возможность совершать повороты малого радиуса, что очень важно при работе внутри помещений.

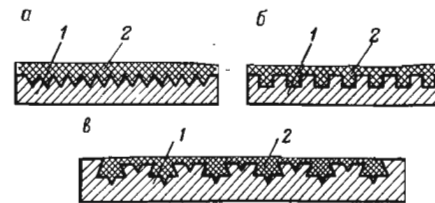
Массивные шины более надежны в эксплуатации, так как порезы, трещины, незначительные вырывы и сколы резинового массива не приводят к потере работоспособности и авариям. Наконец, массивные шины намного дешевле, проще в изготовлении и не требуют особого ухода при эксплуатации.

2.7.1. Классификация массивных шин

Массивная шина — упругий элемент резиноталлического колеса — представляет собой сплошной резиновый массив, укрепленный на ободе колеса. По способу крепления к колесу шины

Рис. 65. Бандажи с проточками различного профиля по наружному диаметру для шин эбонитового крепления:

а — треугольный; б — прямоугольный; в — с закраинами и поднутреннями; 1 — бандаж (обод); 2 — эбонитовый слой



делят на *бандажные, дисковые и безбандажные*. У бандажных шин резиновый массив крепится к металлическому кольцу-бандажу, который запрессовывают на колеса с гарантированным натягом, у дисковых — непосредственно к ободу колеса, устанавливаемого на оси транспортного средства.

По способу крепления резинового массива к бандажу или ободу колеса различают шины эбонитового и клеевого крепления.

При эбонитовом креплении резиновый массив крепится к профилированной поверхности бандажа или обода-ступицы при помощи эбонитовой прослойки. Проточки по наружному диаметру бандажа могут быть треугольного или прямоугольного профиля, но для лучшего крепления в канавках должны быть закраины и поднутрения (рис. 65), куда затекает эбонит при вулканизации.

При клеевом креплении бандаж или обод колеса имеют гладкую поверхность, подлежащую обрешиванию (рис. 66), на которую наносится равномерный слой клея. Шины клеевого крепления имеют преимущества перед шинами эбонитового крепления: высокая прочность соединения резины с металлом, простота нанесения клея и изготовления гладких бандажей, отсутствие эбонитового слоя.

Безбандажные шины — съемные; они укрепляются на колесах механическим способом — запрессовкой с натягом или зажимом между разъемными ободами (рис. 67) или сдвоенными дисковыми колесами. Посадочная часть шин может быть цилиндрической и конической, симметричной и несимметричной.

Массивные шины с конической посадочной частью более экономичны, так как не нуждаются в приспособлениях для напрессовки на обод колеса. При ширине более 125 мм шины следует изготавливать с несимметричной конической посадочной частью для установления под более длинной стороной конуса тормозов.

Безбандажные шины подразделяют на армированные и неармированные. В качестве арматуры применяют металлокорд, проволоку, перфорированные кольца, металлическую сетку, пучки проволоки, которые могут располагаться в один или несколько рядов.



Рис. 66. Бандажи для шин клеевого крепления с гладкими плоской (а) и выпуклой (б) поверхностями

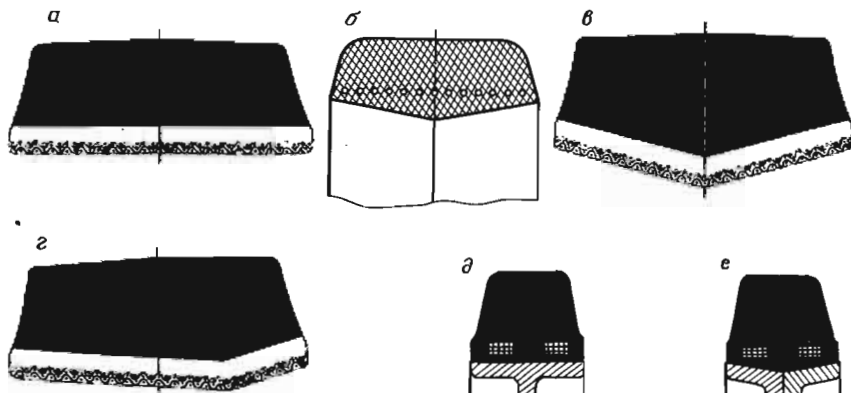


Рис. 67. Некоторые конструкции безбандажных массивных шин:

a — шина с цилиндрической посадочной частью, армированная металлической сеткой; *b* — шина с конической симметричной посадочной частью, армированная металлокордом или проволокой, расположенными в один ряд; *v* — шина с конической симметричной посадочной частью, армированная металлической сеткой; *г* — шина с несимметричной посадочной частью, армированная металлической сеткой; *д* — шина с цилиндрической посадочной частью, армированная пучками проволоки, напрессованная на обод колеса; *е* — шина с конической посадочной частью, закрепленная между двумя дисками

Обозначение и маркировка шин. Обозначение массивной шины характеризует ее габаритные размеры. Шины дисковые и безбандажные обозначают двумя числами: 100×25 , 320×125 , 400×100 (в миллиметрах), где первое число — наружный диаметр шины, второе — ширина по ободу или основанию массива. Шины бандажные обозначают тремя числами: $200 \times 50 \times 168$, $320 \times 100 \times 225$, $500 \times 160 \times 375$, где первое число — наружный диаметр шины, второе — ширина по бандажу, третье — номинальный внутренний (посадочный) диаметр бандажа. Кроме обозначения на шинах обязательно указываются товарный знак предприятия-изготовителя, номер ГОСТ или ТУ, согласно которым производится поставка шин, заводской номер шины.

2.7.2. Применяемые материалы

Как и пневматические, массивные шины должны иметь высокую прочность, износостойкость, сопротивление порезам, разрастанию трещин, поглощать толчки и удары от неровностей дорожного покрытия, обладать стабильностью при высоких и низких температурах, к действию света, растворителей, кислот, щелочей и других веществ. Кроме того, массивные шины должны иметь малое сопротивление качению, что удлиняет период перезарядки аккумуляторных батарей, от которых приводится в движение большая часть машин напольного транспорта. Поэтому массивные шины

желательно изготавливать из различных специальных резин. Так, для ведомых колес применяется резина с низким сопротивлением качению и высокой износостойкостью, для ведущих — резина, характеризующаяся высокой износостойкостью и сопротивлением порезам. Для ведущих колес, испытывающих особенно высокие напряжения, и для тяжелых условий эксплуатации массив шин может изготавливаться из двух различных резин: беговой слой — из чрезвычайно прочной резины, нижний слой — из высокоэластичной резины, обеспечивающей малое сопротивление качению. Выпускаются также шины из маслостойких, озоностойких, тепло- и морозостойких, электропроводящих и диэлектрических резин.

В условиях массового производства выпуск шин со специальными свойствами связан со значительными технологическими и организационными трудностями, неэкономичен и возможен лишь в особых случаях. Поэтому разработаны типовые рецепты резиновых смесей с оптимальными свойствами для производства массивных шин на основе бутадиенстирольных каучуков, их смеси с каучуком СКД и регенератом. Для шин эбонитового крепления используют эбонитовую смесь на основе НК с массовой долей серы 40—45 ч. Кроме резиновых и эбонитовых смесей в производстве массивных шин применяют клей, бензин, металлокорд и другие вспомогательные материалы.

В качестве клеев для крепления резин к металлу применяют в основном лейколат и хемосил.

Для обезжиривания металлических бандажей и ободов-ступиц, а также растворения эбонитовой смеси используют бензин марок «галоша», БР-1 и БР-2.

Для очистки поверхностей бандажей и ободов, подлежащих обрезиниванию, применяют чугунную колотую дробь марки Д4К № 03, 05, 08.

Для армирования безбандажных массивных шин используют металлокорд марок 39Л15 и 40Л15.

2.7.3. Технологические процессы производства массивных шин

Процесс включает подготовку каучуков, приготовление резиновых и эбонитовых смесей, подготовку металлической арматуры (бандажей и ободов-ступиц) перед обрезиниванием, изготовление заготовок шин путем каландрования, накатки, экструзии или литья под давлением резиновой смеси, формование, вулканизацию, отделку, разбраковку готовых шин.

Изготовление бандажных и дисковых шин. Подготовка к обрезиниванию бандажей и ободов-ступиц заключается в очистке их поверхности, обезжиривании и промазке клеем. Обычно по-

верхность бандажей и ободов-ступиц обрабатывают потоком быстролетящих металлических частиц с острыми краями в струе сжатого воздуха в дробеструйных или дробеметных аппаратах. При этом наряду с очисткой достигается увеличение шероховатости поверхности, необходимой для обеспечения лучшего сцепления резин с металлом. Хранят очищенные бандажи до промазки клеем в условиях, исключающих запыление и отпотевание, в течение не более 9 ч для шин эбонитового крепления и 6 ч — для шин клевого крепления.

Для удаления возможных масляных пятен на специальном станке путем многократного прижатия к поверхности вращающегося бандаж (обода) щетки или кисти, смоченной бензином, производят обезжиривание поверхности. После полного испарения бензина наносят клеевой слой. Эбонитовый клей наносят втирающим жесткой кистью равномерно по всей поверхности и особенно в канавках бандаж. Лейконат наносят на вращающийся бандаж или обод мягкой щеткой или кистью, не отнимая прижатую кисть от поверхности, пока бандаж не сделает одного-двух полных оборотов.

Сушку промазанных бандажей (ободов) производят в специальной сушильной камере при температуре 25—40 °С не менее 30 мин. Промазанные эбонитовым клеем бандажи (обода) хранят до обрезинивания не более 4 ч, промазанные лейконатом — не более 2 ч.

Заготовки шин изготавливают накаткой на промазанный клеем бандаж (обод) каландрованной резиновой ленты, наложением шприцованного массива или литьем под давлением резиновой смеси в пресс-форму.

Накатку выполняют на агрегате, состоящем из листовального каландра и прикаточного станка. При накатке эбонитового слоя эбонитовую ленту, выходящую из каландра, пропускают между барабаном прикатчика и прижатым к нему бандажом, при этом эбонитовая лента вдавливаются в углубления рифленой поверхности бандаж. После одного оборота бандаж ленту обрезают по длине, ширине бандаж и стыку и тщательно прикатывают ручным роликом, прокалывая пузыри шилом.

Затем накатывают каландрованную резиновую ленту до получения массива необходимой толщины, достаточной для свободного вкладывания заготовки в пресс-форму. Одновременно специальным ножевым устройством обрезают заготовку по ширине, которая должна быть несколько больше ширины готовой шины.

При изготовлении заготовок массивных шин способом наложения шприцованного (экструдированного) массива предварительно на червячной машине выпускают заготовки определенных размеров, разрезают их по длине на отрезки под углом 45°, накладывают на бандажи, прикатывают, тщательно заделывают клеем стык массива.

Изготовление заготовок резинового массива экструзией имеет ряд преимуществ перед накаткой: шероховатая поверхность разрезанного пополам массива лучше сцепляется с эбонитовым или клеевым слоем бандаж, заготовка имеет правильную форму и точные размеры, экструдированный массив более монолитен, чем накатанный. Недостатки метода — необходимость стыковки и прикатки заготовки к бандажу при большом давлении.

Методы накатки и экструзии заготовок массивных шин предусматривают прессование изделия при вулканизации, что приводит к большим потерям смеси, вызывает значительные трудности в механизации процесса, большие энергопотери.

Эти недостатки лишены метод литья под давлением, когда разогретая резиновая смесь выдавливается в форму через одно или несколько отверстий. Процесс литья сопровождается дополнительным выделением теплоты вследствие трения, что позволяет значительно сократить продолжительность последующей вулканизации, которую проводят в тех же формах, в которые осуществляется литье заготовки.

Вулканизацию массивных шин осуществляют в пресс-формах. Шины малых размеров вулканизуют в колонных четырехэтажных прессах с паровым обогревом. Однако наиболее распространенным вулканизационным оборудованием в производстве массивных шин являются автоклав-прессы.

Изготовление безбандажных шин. Технология производства безбандажных шин включает несколько дополнительных операций: подготовку оправок, наложение резинового слоя на оправку, намотку металлокорда на подслои.

Изготовление шин с цилиндрической посадочной частью производят на цилиндрических оправках, а шин с конической посадочной частью — на складывающихся или разъемных оправках. Оправки закрепляют на патроне станка для намотки металлокорда, накладывают подслои в виде каландрованной резиновой ленты, наматывают металлокорд с определенным шагом, обеспечивая натяжение 50—80 Н, концы металлокорда заправляют под витки. Металлокорд наматывают на подслои либо непосредственно со шпули, либо пропуская его через Т-образную головку червячной машины, обкладывая резиновой смесью.

Последующие операции изготовления заготовок шин производят аналогично изготовлению заготовок бандажных и дисковых шин, т. е. наложением экструдированного резинового массива или литьем под давлением резиновой смеси в форму, куда закладывается оправка с намотанным на подслои металлокордом. Вулканизуют безбандажные шины в пресс-формах на тех же оправках, на которых их собирают. После вулканизации цилиндрические оправки выпрессовывают на прессе, конические складывают или разбирают. После этого шины поступают на разбраковку, а оправки используют для изготовления следующих шин.

Изготовление массивных шин из полиуретанов. Полиуретановые массивные шины изготавливают методом жидкого формования непосредственно в процессе синтеза уретановых эластомеров. К основным операциям процесса относятся:

сушка исходных полиэфирдиолов в вакууме при 100 °С, предпочтительно в аппаратах непрерывного действия;

синтез преполимеров — продуктов взаимодействия полиэфирдиолов с диизоцианатами в аппаратах периодического действия с мешалками;

быстрое (менее 1 с) смешение преполимера с удлинителем цепи;

заполнение литевых форм реакционной массой;

отверждение шин в горячей форме (110—120 °С) в течение 15—20 мин и извлечение их из формы;

структурирование полиуретана при 110—120 °С в течение 5—10 ч;

окончательное «дозревание» полиуретана при 25 °С в течение 7—14 сут.

Полиуретан крепят к металлу лейконатом.

Массивные шины из вальцуемых эластомеров производят аналогично изготовлению шин из обычных резиновых смесей.

2.8. ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЙ РЕМОНТ ШИН

Основной причиной выхода покрышек из строя является износ протектора, при этом каркас, стоимость которого составляет до 70 % от общей стоимости шины, сохраняет ресурс работоспособности еще на 1—2 срока. Если учесть, что затраты на ремонт местных повреждений не превышают 5 %, на восстановительный ремонт — 35—40 % от стоимости новых шин, а средний гарантированный послеремонтный ресурс шин достигает 50 % и более от доремонтного ресурса новых, то целесообразность организации ремонта шин очевидна. Повторное использование шины по ее прямому назначению не только рентабельно, но приобретает экологический смысл. Другие способы (регенерация, использование изношенных шин в качестве топлива, для извлечения компонентов, в качестве строительных элементов) имеют смысл только для шин, не пригодных для восстановления.

Экономия таких остродефицитных материалов, как каучук, корд, технический углерод и ряд других, в конечном счете приводит к экономии топливных и сырьевых ресурсов (восстановление одной грузовой шины экономит 70—60 кг нефти). Частичное удовлетворение потребностей народного хозяйства в шинах за счет их восстановления позволит отказаться от значительных капитальных вложений в создание новых производственных мощностей по выпуску шин.

Снятые с эксплуатации шины делят на годные к восстановлению и подлежащие сдаче в утиль.

Годные к восстановлению шины в зависимости от состояния каркаса делят на два класса — первый и второй. К I классу относят покрышки, не имеющие повреждения каркаса, кроме ограниченного числа проколов, ко II классу — покрышки, имеющие помимо проколов сквозные или несквозные повреждения брекера или каркаса.

Несмотря на разнообразие конструкций и типоразмеров поступающих на восстановление покрышек, а также некоторые отличия в применяемом оборудовании и выполнении отдельных операций на шиноремонтных предприятиях, технология шиновосстановительного процесса включает следующие основные процессы:

подготовка покрышек к восстановлению;

заделка местных повреждений и наложение нового протектора;

вулканизация восстанавливаемых покрышек;

заключительные операции.

Каждый из этих процессов включает ряд операций, от последовательности и качества выполнения которых зависят эксплуатационные свойства восстановленных покрышек, производительность и рентабельность шиновосстановительного производства.

2.8.1. Подготовка покрышек к восстановлению

Подготовка покрышек к ремонту включает следующие операции: прием, осмотр и маркировка покрышек по степени износа, мойка, сушка и шероховка.

Прием и определение пригодности покрышек к восстановлению являются наиболее ответственными операциями, поскольку отбраковка покрышек на заключительных технологических стадиях из-за невыявленных ранее дефектов повышает непроизводительные затраты, особенно при восстановлении крупногабаритных покрышек.

Осмотр поступивших покрышек производится на станках, которые имеют загрузочное и разгрузочное устройства, механизмы вращения покрышки, разведения ее бортов и выгибания каркаса. Для удобства осмотра внутренней поверхности покрышек на станке смонтировано зеркало. В процессе осмотра из покрышек удаляют посторонние включения (гвозди, камни и др.), выявляют трещины, порезы и другие дефекты резинового покрытия и каркаса, повреждения бортовых колец и т. п. При осмотре радиальных покрышек особое внимание уделяют дефектам брекерного пояса. Для обнаружения предполагаемых расслоенных участков каркаса покрышек применяют пневмодефектоскоп.

Техническое состояние авиационных и высокоскоростных покрышек определяют с помощью рентгеноскопии, ультразвуковой дефектоскопии и лазерных лучей. Эти методы позволяют выявить

даже небольшие повреждения в любой зоне покрышки, однако использование их для контроля покрышек массового применения экономически нецелесообразно.

Принятые на восстановление покрышки маркируют с указанием способа ремонта. Маркировка наносится краской на боковине или вблизи борта и должна сохраниться до вулканизации покрышек. После маркировки покрышки поступают на мойку или на склад хранения.

Для полного удаления пыли и загрязнений с наружной и внутренней поверхностей покрышки подвергаются мойке в специальных моечных машинах. Моечная машина состоит из камеры с застекленным окном, насосной станции для подачи воды под давлением, загрузочного и разгрузочного устройств и вращающихся капроновых или резиновых щеток. Покрышку устанавливают в моечную камеру, и щетки прижимают к ее поверхности. В полость покрышки вводят профилированную резиновую пластину, закрепленную на консольном рычаге. Затем через форсунки подают воду и включают приводы вращения щеток и покрышки. При необходимости через застекленное окно можно наблюдать за работой моечной машины. Продолжительность мойки около 1 мин. Затем покрышку разгружают, из нее удаляют воду и направляют на сушку для удаления влаги с поверхности и из внутренних слоев каркаса.

В процессе эксплуатации шин на покрытых резинах покрышек образуются порезы, проколы, через которые текстильный корд увлажняется за счет адсорбции атмосферной влаги или непосредственного контакта с водой. При этом содержание влаги в каркасе в зонах повреждений достигает 10 % и более (основная часть влаги сосредотачивается в зоне протектора и в области борта покрышки). Повышенное влагосодержание отдельных зон каркаса снижает прочность связи между слоями, приводит к возникновению мелких пор и раковин, являющихся очагами разрушения шинных резин в процессе эксплуатации.

Для эффективного удаления влаги, содержащейся в каркасе покрышек, с помощью электровлагомера определяют зоны наибольшего содержания влаги, и в этих зонах просверливают тонкие отверстия диаметром 2—3 мм для выхода водяных паров в процессе сушки. Сушку покрышек проводят в воздушных сушилках в среде горячего воздуха с температурой 70—80 °С или же в терморadiационных сушилках обогревом с помощью инфракрасных лучей. Воздушные сушилки непрерывного действия снабжены калориферами для нагрева воздуха и принудительной приточно-вытяжной вентиляцией. Покрышки в сушильной камере движутся при помощи конвейеров навстречу потоку горячего воздуха. Продолжительность сушки 3—6 ч. Недостатками воздушных сушилок непрерывного действия являются необходимость в больших производственных площадях и невозможность более интенсивного обогрева зон каркаса с повышенным содержанием влаги.

Широкое применение на шиноремонтных предприятиях находит терморadiационная сушилка периодического действия типа ШСБ. Сушилка состоит из камеры, трубчатых барабанов и термоизлучателей, расположенных внутри барабанов и над ними. Покрышки навешивают на барабаны, камеру закрывают и включают термоизлучатели. Термоизлучатели в сушилке расположены так, чтобы зоны покрышки с наибольшим влагосодержанием — область борта и зона протектора — нагревались более интенсивно, чем зона боковины. Температура воздуха в сушильной камере 50—60 °С, а температура покрышек 70—80 °С. Влажный воздух из сушилки непрерывно удаляется с помощью вентилятора. По окончании установленного времени сушки термоизлучатели выключают, покрышки выгружают из сушилки и определяют содержание влаги в каркасе. Высушенные покрышки направляют на дальнейшие операции, а остальные возвращают в сушилку. Производительность сушилки типа ШСБ составляет 100—300 покрышек в сутки.

В терморadiационной сушилке непрерывного действия покрышки размером от 133—330 до 320—508 при помощи загрузочного механизма навешиваются на шпиндели вращающегося барабана. Время сушки одной покрышки в зависимости от размера составляет 30—180 мин. По окончании сушки механизм загрузки сталкивает покрышки со шпинделей и навешивает на них очередную партию покрышек. Производительность сушилки — до 96 покрышек в час.

Высушенные покрышки направляются на срезку старого протектора и шероховку поверхности для удаления оставшихся элементов рисунка протектора и части подканавочного слоя резины. Шероховка обеспечивает создание развитой поверхности для повышения прочности связи между старой и новой резиной и достижение необходимых размеров и профиля отшерохованной покрышки.

Для снятия и шероховки изношенных протекторов используют разнообразные специальные станки. Для удаления старого протектора по окружности шины применяют станки с частотой вращения рабочего органа — фрезы 3600 мин⁻¹ и мощностью электродвигателя от 11 до 22 кВт. Шероховка покрышек на современных станках осуществляется по заданному профилю с помощью копирующей универсальной машины. В отечественной промышленности применяют универсальные копирующе-шероховальные станки ШШК-64 и ШШК-64А, работающие по следующей принципиальной схеме: шероховальная головка перемещается возвратно-поступательно по горизонтальным направляющим и в окружном направлении по копиру, механизм посадки покрышки закреплен неподвижно.

Перед шероховкой подбирают копир требуемого типоразмера и профиля, покрышку закрепляют на шинодержателе с эластичным

бандажом (резиновая диафрагма или автомобильная камера). Благодаря поддувке камеры покрышка расправляется и приобретает устойчивость, что облегчает шероховку. При вращении покрышки включается в работу шероховальная головка, и первый резец срезает с поверхности слой резины в виде стружки определенной толщины. Чтобы слой резины срезался по всему профилю покрышки, шероховальная головка с резцом перемещается справа налево, доходит до крайнего левого положения, поворачивается, в работу включается второй резец, снимающий второй слой резины. Затем последовательно автоматически включаются в работу дисковые и пластинчатые фрезы. Во время шероховки не следует сильно прижимать покрышку к шероховальному инструменту для предупреждения перегрева ее поверхности. По окончании шероховки покрышку измеряют в 4—6 местах для проверки соответствия полученных размеров заданным, снимают с шинодержателя, направляют в автоматизированную обеспыливающую установку и на станок для заделки местных повреждений.

Для повышения производительности применяют станки с двумя шероховальными головками. Обработка покрышек при этом осуществляется по следующей схеме: инструменты обеих головок начинают шероховку по центру беговой дорожки, затем головки разводятся в противоположные стороны вдоль профиля покрышки. Каждая головка обрабатывает свою половину профиля, что вдвое сокращает машинное время шероховки.

Шероховка радиальных покрышек с металлокордным брекером значительно сложнее, чем диагональных, что связано с формой сечения покрышки. Вследствие близкого расположения кромок брекерного пояса к поверхности покровной резины при удалении остатков старого протектора дисковый резец и шероховальный инструмент могут задеть слои брекера и повредить их. Поэтому механическая обработка радиальных покрышек должна проводиться с большей точностью (по специальным копирам), и вместо обычной шероховальной головки на станок ШШК-64 устанавливают специальный механизм с горизонтальным расположением оси вращения шероховальной фрезы.

На имеющихся шероховальных станках с пневматическими шинодержателями каркас радиальных покрышек прогибается от давления режущего инструмента, что служит причиной несоответствия копиру и, следовательно, нестабильности толщины стенки по окружности каркаса. Одним из способов решения этой задачи является шероховка покрышек на жесткой опоре — дорне, помещаемом внутрь покрышки и имеющем профиль, близкий к форме ее внутренней поверхности. Толщина стенки покрышки при этом способе шероховки не зависит от степени ее биения и определяется лишь расстоянием между поверхностью жесткой опоры и фрезой шероховальной головки, задаваемым копиром. Процесс шероховки может быть полностью автоматизирован.

От скорости резания и давления в зазоре между поверхностью покрышки и шероховальным инструментом зависят продолжительность операции и температура обрабатываемой поверхности. Режим шероховки подбирают таким, чтобы поверхностный слой резины разогревался примерно до 100 °С. При более низких температурах шероховка затрудняется и быстро затупляется режущий инструмент, а при более высоких — происходят интенсивная деструкция и осмоление поверхности, ухудшающее прочность связи с новым протектором.

Скорость резания и соответственно режим шероховки зависят от конструкции и материала покрышки и типа шероховального инструмента. В процессе обработки каждой покрышки удаляется в среднем 3—5 кг резины, утилизация которой значительно повышает рентабельность шиновосстановительного производства.

2.8.2. Обработка сопутствующих повреждений

После шероховки изношенного протектора выявляют местные повреждения каркаса и боковин, определяют их размеры и способ устранения. Наружные несковзные повреждения покровных резин вырезают наружным конусом под углом 45—60°, а сквозные повреждения размером более 12 мм вырезают наружным, внутренним, встречным конусами и комбинированным способом (рис. 68). Вырезка наружным конусом обеспечивает наиболее полное сохранение неповрежденной части нитей каркаса. Вырезку внутренним и встречным конусами применяют лишь в тех случаях, когда размеры повреждения первых слоев каркаса в полости покрышки больше, чем его наружные размеры. При комбинированном способе вначале поврежденный участок вырезают наружным конусом, затем половину числа слоев корда разрушенного участка каркаса последовательно вырезают по рамке прямоугольными полосами для наложения заготовок невулканизированного обрезиненного корда той же формы. Такой способ резки обеспечивает качественный ремонт покрышек, однако он очень трудоемкий и малопродуктивный.

Проколы размером до 12 мм не вырезают, а очищают сверлом или шероховальным рашпилем.

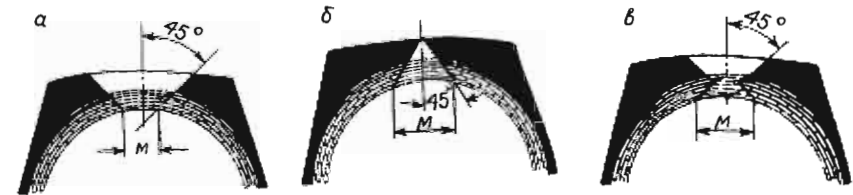


Рис. 68. Вырезка сквозных повреждений наружным (а), внутренним (б) и встречным (в) конусами

После вырезки поверхность среза, а также наружную и внутреннюю поверхности покрышки вокруг него подвергают шероховке.

Обработка местных повреждений покрышек во многих случаях выполняется вручную с помощью различных инструментов (ножи для фигурных вырезов, шарошки для шероховки поверхности вокруг срезов, ролики, щетки, рашпили, плоскогубцы и др.). Эта операция значительно облегчается при использовании спредеров и других станков, позволяющих проводить вырезку и шероховку поврежденных участков механизированным способом.

При местном повреждении металлокордного брекера выступающие концы нитей металлокорда очищают вращающимся корундовым камнем и проводят шероховку проволочной сеткой.

Ремонт местных повреждений может производиться двумя способами: с помощью пластырей и наполнительных резин; цилиндрическими цельнопрофильными и многослойными пробками.

Ремонт шин с применением пластырей осуществляется как при сквозных, так и несквозных (более 30 % слоев) повреждениях каркаса, причем пластыри накладываются на каркас покрышки с внутренней, с наружной или одновременно с обеих сторон каркаса. Пластыри могут быть изготовлены из различных материалов (резины, текстиля и т. п.), иметь разную форму (крестообразную, круглую, прямоугольную и др.), быть невулканизованными либо предварительно вулканизованными. Пластыри изготавливают путем ступенчатой сборки, дублируя слои прикаточным роликом.

Для ремонта шин диагональной конструкции в основном используют крестообразные пластыри с взаимным расположением нитей армирующего материала в соседних слоях под углом от 60 до 110°, причем угол пересечения нитей в пластырях для ремонта по беговой дорожке составляет 76—80°, для ремонта плечевой зоны и боковых стенок — около 110°. Для ремонта шин радиальной конструкции применяются прямоугольные пластыри, в которых направление нитей корда в слоях совпадает с их направлением в покрышке.

Покрышку с вырезанными повреждениями устанавливают на спредер, разводят борта, промазывают клеем сначала внутренние повреждения, затем наружные и поверхность заготовок. После этого приступают к заделке сквозных повреждений.

При заделке вырезов наружным конусом накладывают с внутренней стороны резинокордный пластырь, поверхность выреза обкладывают тонким слоем (0,7—0,9 мм) резиновой смеси и полость повреждения заполняют резиновой смесью. Заделку вырезов внутренним конусом начинают с обкладки поверхности отверстия резиновой ленточкой, затем полость заполняют резиновой смесью и с внутренней стороны накладывают пластырь. Вырезы встречным

конусом заделывают в такой последовательности: обкладка поверхности выреза ленточкой, заполнение смесью внутренней части конуса, наложение пластыря с внутренней стороны, заполнение резиновой смесью наружной части конуса.

Полости вырезов заполняют резиновой смесью литьевым способом с помощью экструдеров, снабженных специальным устройством для крепления покрышки к головке. Температура резиновой смеси 60—70 °С, давление 6,5—7,5 МПа, что обеспечивает качественную заделку поврежденных участков.

Несквозные повреждения заделывают путем послойного наложения в рамку полосок обрезиненного корда соответствующих размеров.

Поверхность полосок освежают бензином, и каждую заготовку после наложения тщательно прикатывают. Направление нитей основы в полосках должно совпадать с направлением нитей кордных слоев в каркасе.

При заделке повреждений, обработанных комбинированным способом, сначала заделывают вырезку в рамку, затем заполняют смесью полость вырезки. На поверхность заделанных мест накладывают пластырь.

Поврежденные места брекера и каркаса покрышек типа Р заделывают резинокордными пластырями с параллельным расположением нитей основы. Число слоев корда в таких пластырях должно быть равно числу слоев корда в каркасе, а накладывают пластырь так, чтобы направления нитей совпадали. Во избежание разрежения нитей прикатку полос осуществляют в направлении нитей основы.

Пластыри для заделки местных повреждений крупногабаритных покрышек собирают на дорнах, соответствующих конфигурации внутренней поверхности ремонтируемой покрышки.

После шероховки и обработки сопутствующих повреждений покрышки осматривают, измеряют и направляют в обеспыливающую установку. Измерение размеров покрышки необходимо для наложения нужного количества протекторной резины. Размеры покрышки с протектором должны соответствовать размерам прессформы. Только при этом условии удается получить покрышку четко отпрессованную, недеформированную, без опасного растяжения нитей каркаса, с плотным материалом.

На обеспыленную покрышку наносят резиновый клей путем распыления сжатым воздухом при помощи пульверизационной установки или безвоздушным распылением под давлением 1,7 МПа. Благодаря высокому давлению клей распыляется на более мелкие частицы, чем при распылении воздухом, что улучшает качество клеевой пленки.

Пары растворителя при распылении клея удаляются вытяжной вентиляцией.

2.8.3. Наложение нового протектора

Новый протектор на покрышку может накладываться следующими способами:

наложением предварительно изготовленной протекторной ленты с применением прослоечной резины;

профилированием протекторной ленты в червячном прессе холодного питания с наложением ее на покрышку в горячем состоянии;

навивкой протектора из узкой или широкой профилированной ленты.

При восстановлении протектора возможно возобновление беговой дорожки, возобновление протектора полного профиля, возобновление протектора полного профиля с боковинами (рис. 69).

На отечественных заводах наиболее распространенным видом ремонта является восстановление протектора полного профиля, обеспечивающее покрышкам хорошие внешний вид и качество. Возобновление беговой дорожки — наиболее экономичный вид ремонта, но небольшое расстояние между зоной стыка и дорогой приводит к преждевременному отслоению беговой части от подканавочного слоя под действием пыли, влаги, грязи. Возобновление протектора полного профиля с боковинами — самый дорогой вид восстановления покрышек и применяется в тех случаях, когда имеются серьезные повреждения наружных резиновых слоев.

Новый протекторный слой должен обеспечить полное формование рисунка протектора и восполнить удаленную часть подканавочного слоя. Неравномерное изнашивание покрышек в эксплуатации, шероховатка с различной глубиной снятия резины весьма усложняют эту задачу. Плавающая линия шероховатой покрышки приводит к необходимости либо изменять количество резиновой смеси и ее расположение по профилю массы, либо растягивать (сжимать) каркас. Первый вариант компенсации

разноса лучше технологически, но не решен удовлетворительно технически. Компенсация за счет растяжения каркаса допустима только в узких пределах (1 % для покрышек диагональной конструкции, 0,4—0,6 % для радиальных). Большое растяжение (сжатие) резко снижает ресурс каркаса после восстановления или приводит к браку.

Конечная цель любого способа наложения сырого протектора — обеспечение плотного контакта наложенной резины с шероховатой поверхностью, придание покрышке размеров и конфигурации, наиболее близких размерам пресс-формы. Плотность накладываемой резины, отсутствие воздушных пузырей в массе зависят от способа нанесения протектора и типа прикаточного устройства. Если конструкция прикаточного устройства не обеспечивает повсеместного плотного контакта, для повышения прочности сцепления сырых деталей необходимо применение тонких прослоечных резин с высокой адгезией. Новые способы наложения протектора непосредственным профилированием и каландрованием позволяют избежать применения прослоек и даже клея. Однако здесь большое значение имеет качество шероховатой поверхности: она должна быть мелкобархатистой и неосмоленной.

Предварительно профилированные протекторы и прослоечные резиновые смеси имеют пониженную клейкость вследствие окисления поверхностного слоя и выцветания ингредиентов. Поэтому протекторную ленту шерохуют со стороны нижнего основания, промазывают клеем, сушат в установках с паровым или электрообогревом. Одновременно протектор разогревается, что облегчает его плотное прилегание к поверхности ремонтируемой шины. Прослоечную смесь каландруют и срезают лентами заданной ширины и толщины. Применение свежекalandрованной прослоечной смеси позволяет отказаться от ее раскроя, намазки клеем и сушки. Лента наматывается на барабан с полосой прокладочной ткани и подается к станкам для наложения протектора.

Прикатно-сборочные станки имеют патрон для установки и закрепления покрышки, электропривод для его вращения, питатели и механизм прикатки. Патроны для установки покрышки могут быть кулачковыми раздвижными (в покрышку вставляется поддутая варочная или ездовая камера), диафрагменными, секторными раздвижными с эластичным бандажом, с жестким дорном. Для установки и снятия покрышек имеется пневмоподъемник. Питатель центрирует протектор относительно оси беговой дорожки.

Вначале на покрышку при медленном вращении накладывают внахлест прослойку с небольшим натяжением, прикатывают ее, удаляют воздушные пузыри, еще раз прикатывают. Затем накладывают протекторную ленту, срезают конец, срез освежают бензином, промазывают клеем и тщательно прикатывают. Затем всеми прикатчиками при более высокой скорости вращения при-

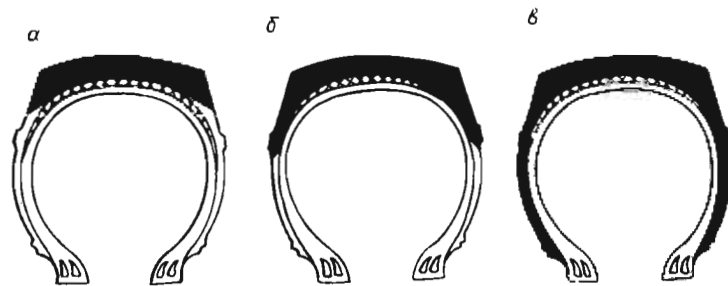


Рис. 69. Виды восстановительного ремонта покрышек:

а — возобновление беговой дорожки протектора; *б* — возобновление протектора полного профиля; *в* — возобновление протектора полного профиля с боковинами

катывают протектор, прокалывая вздутия. Производительность станка повышается при использовании протекторов, сдублированных с прослоечной резиной, которые перед наложением не шерохуют, а лишь освежают бензином.

Традиционный способ наложения протектора прост, станки отличаются несложностью конструкции, надежностью, простотой наладки и обслуживания.

Недостатки способа:

дополнительная обработка протектора;

применение дорогостоящих прослоечных смесей;

необходимость доставки потребителю протекторов в нужном объеме и ассортименте и связанные с этим большие транспортные расходы;

большие площади складов для хранения протекторов в необходимых условиях;

наличие ручной операции заделки стыка протектора, небрежность в выполнении которой приводит к дисбалансу покрышек и их выходу из строя при эксплуатации за счет отслоения протектора по месту стыка;

затруднения, связанные с наложением протектора определенного калибра для обеспечения стабильности геометрических размеров согласно профилю пресс-форм.

Наложение протектора полного профиля в горячем состоянии устраняет ряд указанных недостатков.

Установки для наложения горячего профилированного протектора состоят из: червячной машины холодного питания, имеющей несколько скоростей; устройства для автоматического регулирования температуры шприцевания; синхронизатора скоростей выхода протектора из головки червячной машины и транспортера, подающего протекторную ленту от червячной машины к устройству для наложения протектора; компенсатора-аккумулятора для создания запаса протекторной ленты; устройства для крепления и вращения покрышки; механизма для наложения и прикатки протектора.

Протекторная лента из головки червячной машины отбирается транспортером, поступает в компенсатор* и затем на транспортер питателя, где центрируется относительно оси беговой дорожки покрышки и накладывается на каркас. Протектор прикатывается пневмоприкатчиком, после полного оборота покрышки обрезается автоматически или вручную, вручную заделывается стык, и снова производится прикатка. Рабочий орган прикаточного устройства представляет собой резиновую диафрагму с избыточным давлением,

* Вместимость компенсатора позволяет накапливать ленту в период выполнения операций прикатки, заделки стыка, снятия и установления покрышки на патрон прикаточного устройства. Если компенсатор заполнен, привод червячной машины автоматически отключается.

которая облегает протектор и создает равномерное давление по всей его ширине.

Основные недостатки способа: длительный останов оборудования и необходимость замены профильной планки в головке червячной машины при переходе с одного размера покрышек на другой; наличие стыка протектора.

Наиболее прогрессивным способом наложения протектора является навивка ленты резиновой смеси, выпускаемой на каландрах или червячных машинах. При навивке протектора из широкой ленты переменной ширины сформованную ленту толщиной 1,5—3 мм накладывают в несколько слоев на вращающуюся покрышку и прикатывают. Ширина первого слоя ленты соответствует ширине отшерохованной части подканавочного слоя, а затем с каждым последующим слоем уменьшается на 10—20 мм. Изменение ширины ленты осуществляется при помощи системы ножей, положение которых изменяется автоматически.

Агрегат для навивки протектора из широкой ленты характеризуется сравнительно простой конструкцией, однако в процессе навивки широкой ленты возникают трудности, связанные с устранением воздушных включений и точным центрированием каждого слоя на поверхности покрышки. Недостатком, снижающим ценность способа навивки ленты переменной ширины, является получение только трапециевидальных сечений протектора.

Для наложения протектора путем навивки узкой ленты резиновую смесь профилируют на червячной машине холодного питания в виде лент толщиной 2,5—3 мм и шириной 20—25 мм или 40 мм соответственно для наложения протектора на легковые и грузовые покрышки. Затем узкая лента смеси накладывается по спирали на отшерохованную поверхность вращающейся покрышки, которая при этом перемещается по азимуту относительно головки червячного пресса.

Изменение угла и скорости наложения ленты осуществляется с помощью программного устройства. Наложение протектора определенного профиля обеспечивается степенью перекрытия витков ленты. Эффективна прикатка роликовыми прикатчиками.

Восстановление протектора навивкой узкой ленты исключает применение прослоечных резин, значительно облегчает условия труда, позволяет компенсировать отклонения геометрических размеров отшерохованной покрышки от нормы и автоматизировать процесс наложения протектора. Поэтому метод навивки узкой ленты вытесняет другие способы наложения протектора.

2.8.4. Вулканизация восстанавливаемых покрышек

Вулканизация является завершающей и наиболее энергоемкой стадией технологического процесса восстановительного ремонта шин и оказывает большое влияние на их качество. С целью по-

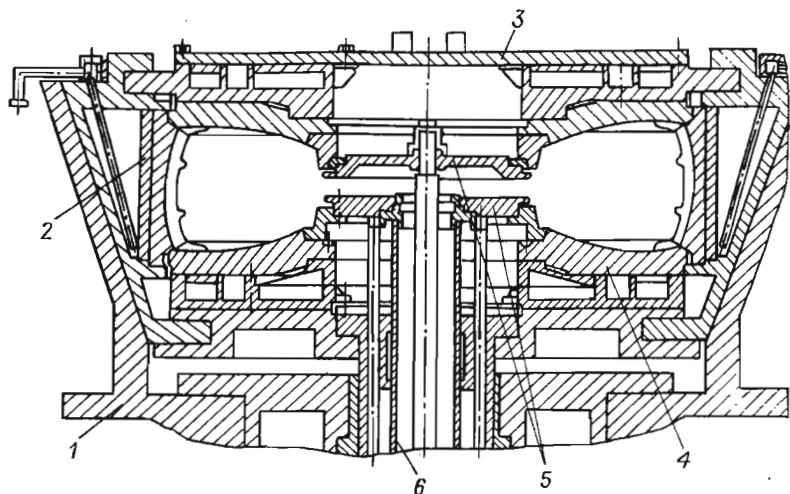


Рис. 70. Секторная установка:

1 — станина; 2 — сектор; 3 — верхняя полуформа; 4 — нижняя полуформа; 5 — зажимные диски диафрагменного узла; 6 — цилиндр механизмов управления диафрагмой

лучения монолитного материала и предотвращения его пористости вулканизацию восстановленных покрышек осуществляют под давлением. Применяются несколько способов вулканизации: формовой, бесформовой, комбинированный (двухстадийный).

При вулканизации в формах используют индивидуальные вулканизаторы, форматоры-вулканизаторы, поточные линии, и процесс проводят так же, как при производстве новых покрышек. Обеспечивая высокое качество покрышек, способ не лишен недостатков, к которым можно отнести низкую производительность за счет очень медленного охлаждения, высокую стоимость оборудования, наличие большого парка дорогостоящих пресс-форм для разных размеров шин, из-за частой смены которых неизбежны простои оборудования.

Необходимость прессования и вулканизации только в зоне восстанавливаемого протектора и защиты старого каркаса от перенапряжений и перевулканизации позволяет использовать секторные вулканизационные установки с зонным обогревом (рис. 70). При этом время вулканизации сокращается на 10—12 %, а расход пара — на 20—30 %.

Считается перспективным бездиафрагменный способ вулканизации восстанавливаемых покрышек, когда теплоносители подаются непосредственно в ее внутреннюю полость. Метод наиболее применим при вулканизации бескамерных шин, имеющих герметизирующий внутренний слой. Специальные устройства для уплотнения и удержания бортов обеспечивают герметичность образующейся полости.

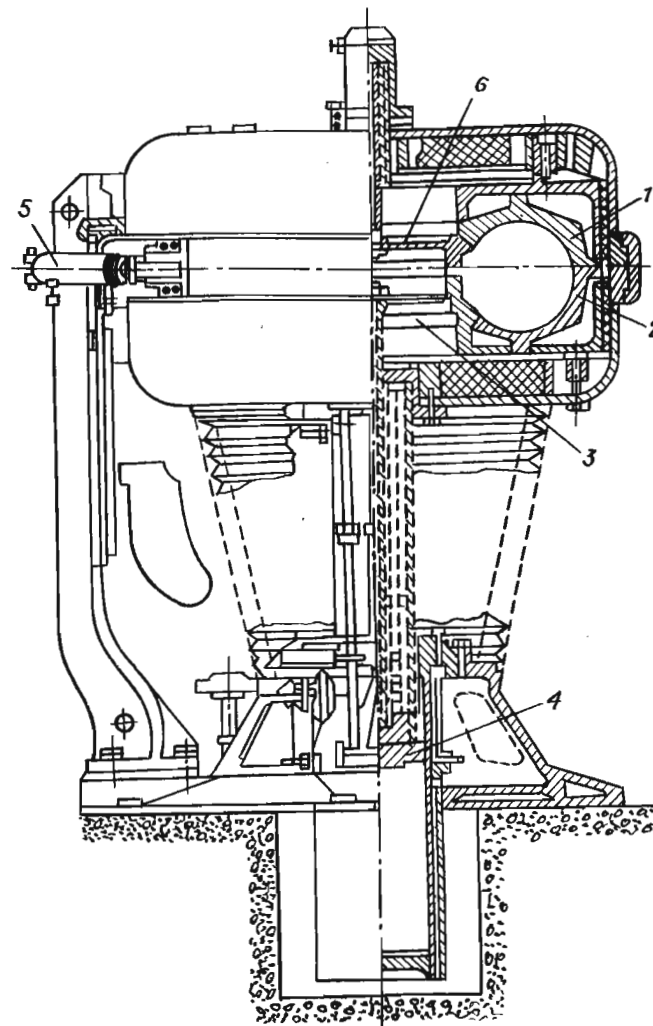


Рис. 71. Бескамерный полуавтоматический вулканизатор покрышек:

1, 2 — полуформы; 3 — механизм перемещения полуформ; 4 — механизм фиксации полуформ; 5, 6 — выталкиватели

При бездиафрагменной вулканизации значительно упрощается конструкция и снижается металлоемкость вулканизаторов, уменьшаются затраты на их монтаж и обслуживание, повышается качество покрышек за счет более равномерного обогрева, сокращается продолжительность вулканизации. Вулканизаторы [например, ПБ-1, предназначенный для бездиафрагменной вулканизации легковых покрышек (рис. 71)] могут работать в полуавтомати-

ческом режиме.

Возможно восстановление шин бесформовыми способами. Для этого в одном из вариантов такого процесса используют предварительно свулканизованный протектор (в виде ленты или кольца), который накладывают на подготовленную обычными методами покрышку и привулканизовывают в автоклаве. Процесс характеризуется высокой трудоемкостью и трудно поддается механизации.

При восстановлении крупногабаритных покрышек, как правило, накладывают невулканизованный протектор и вулканизуют его без давления, после чего на специальных станках нарезают необходимый рисунок протектора. Несмотря на более высокую производительность оборудования, позволяющего обрабатывать шины разных размеров, меньший удельный расход энергии и исключение деформации покрышки, сравнительно низкие износостойкость и сопротивление протектора проколу ограничивают применение бесформовой вулканизации покрышек.

Преимущества формовой и бесформовой вулканизации соединяет комбинированный способ, который заключается в следующем.

Покрышку с наложенным протектором помещают в пресс-форму, в которой происходят формование рисунка, вулканизация поверхностного слоя и подвулканизация внутреннего слоя протектора. При этом достигается монолитность наложенного протектора, его плотный контакт с отшерохованной поверхностью покрышки и обеспечивается высокая адгезионная связь. После завершения формования покрышку извлекают из вулканизатора и помещают в нагревательную камеру или автоклав для довулканизации. Для получения беспористого изделия продолжительность формования должна быть такой, чтобы степень вулканизации составляла 30—40 % от оптимальной.

Довулканизация при температурах 100—120 °С позволяет применять на этой стадии непрерывные процессы, в том числе с использованием нетрадиционных способов обогрева, например СВЧ-энергии.

Применение комбинированного способа вулканизации наиболее перспективно для крупногабаритных шин.

3. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА РЕЗИНОВЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ

Резиновые технические изделия применяют практически во всех сферах народного хозяйства. Эксплуатация воздушного, водного, автомобильного, железнодорожного транспорта и энергетических установок невозможна без использования долговечных и надежных резиновых, резинометаллических и резинотканевых уплотнений. В сельскохозяйственной технике, различных машинах

и механизмах широко используют приводные ремни и рукава. В машиностроении и строительстве применяют резиновые виброизоляторы (амортизаторы), опоры и другие силовые эластичные изделия. Горнодобывающая, угольная, металлургическая отрасли промышленности значительную часть грузов транспортируют конвейерами. В строительстве и на транспорте используют пневматические изделия из прорезиненных тканей и герметики.

В большинстве случаев надежность и долговечность конструкций, машин и механизмов лимитируются надежностью и долговечностью комплектующих резиновых изделий. Поэтому столь важны правильный выбор их типа и конструкции (с учетом монтажа и условий эксплуатации), повышение качества и долговечности.

3.1. ОСНОВНЫЕ ГРУППЫ РЕЗИНОВЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ (РТИ)

В настоящее время номенклатура производства РТИ включает более 100 тыс. наименований массой от десятых долей грамма до нескольких тонн.

Резиновые технические изделия классифицируют по эксплуатационному назначению, условиям применения (температура, окружающая среда, давление и пр.), конструкции (резиновые, резинометаллические, резинотканевые, монолитные, полые, губчатые и др.), технологии изготовления и т. д.

По эксплуатационному назначению РТИ можно разделить на следующие основные группы:

- конвейерные ленты;
- приводные ремни;
- рукавные изделия;
- уплотнительные изделия и регулирующие детали машин;
- виброизоляторы;
- силовые резиновые и резиноармированные детали;
- защитные резиновые и резиноармированные детали;
- воздухо- и водоплавающие средства, строительные конструкции, изготавливаемые из прорезиненных тканей;
- электроизоляционные резиновые и эбонитовые изделия.

Резиновые технические изделия классифицируют также по их применению в конкретных машинах или отдельных отраслях народного хозяйства (например, детали для тормозных систем автомобилей, детали для нефтебуровой техники и т. д.).

По технологическому признаку РТИ классифицируют на формовые и неформовые. Формовые резиновые или резиноармированные изделия приобретают окончательные размеры и форму в процессе вулканизации в замкнутых формах. Такими изделиями являются силовые и защитные детали, виброизоляторы и пр. Неформовые резиновые или резиноармированные изделия принимают окончательную форму до вулканизации при прохождении

Таблица 29. Структура производства и потребления основных видов РТИ в СССР

Вид изделия	Доля производства от общего объема, %	Основные потребители	Доля потребления от общего объема, %
Формовые	25,6	Автомобильная промышленность	27,7
		Сельскохозяйственное машиностроение	24,1
Конвейерные ленты	12,0	Угольная промышленность	24,1
		Металлургия	11,5
		Сельскохозяйственное машиностроение	5,9
Клиновые ремни	4,0	Сельское хозяйство	37,3
		Сельскохозяйственное машиностроение	25,8

через профилирующие отверстия в червячных машинах (профили, трубки) или через зазоры между валками каландров (пластина), а также при склеивании (мешки, изделия из прорезиненных тканей). Исключение составляют изделия из губчатых резин, меняющих свои размеры при вспенивании и вулканизации.

Наиболее крупными потребителями РТИ являются автомобильная промышленность и сельскохозяйственное машиностроение (табл. 29). Степень насыщенности резиновыми изделиями — один из основных признаков совершенства, надежности и комфортабельности массовых видов машиностроительной продукции. В составе механизмов и агрегатов современных автомобилей и тракторов имеются сотни наименований и до тысячи штук резиновых деталей (табл. 30).

В связи с большим числом типов и конструкций РТИ действующие технологические процессы их изготовления существенно различаются. Однако эти процессы обычно включают ряд общих

Таблица 30. Комплектация автомобилей и тракторов резиновыми изделиями (без шин)

Марка автомобиля или трактора	Число наименований изделий	Число деталей	Общая масса деталей, кг
Автомобили			
Москвич-412	229	516	31,6
ВАЗ-2121	243	499	41,2
ГАЗ-24 («Волга»)	255	621	47,9
ЗИЛ-130	225	476	55,6
КАМАЗ-5320	415	1174	106,7
Тракторы			
ДТ-75М	257	879	143
Т-150, Т-150К	280	773	93
К-701	254	846	118

технологических операций, характерных для всех групп изделий: приготовление резиновых смесей, изготовление заготовок и полуфабрикатов, обработка армирующих материалов, сборка, вулканизация и отделка изделий.

3.2. КОНВЕЙЕРНЫЕ ЛЕНТЫ

Задача механизации тяжелых и трудоемких работ может быть решена только при широком применении конвейеров различных типов. Они обеспечивают устойчивые и мощные грузопотоки, допускают высокую степень автоматизации и хорошо зарекомендовали себя в различных условиях эксплуатации. Шахты, рудники, карьеры, обогатительные фабрики, металлургические комбинаты эксплуатируют значительное число конвейерных установок, основным элементом которых является конвейерная лента. На некоторых открытых разработках полезных ископаемых длина конвейеров достигает 4—5 км, а длина конвейерных линий — 10—15 км.

3.2.1. Назначение, виды, условия работы лент

Гибким элементом транспортирующей установки, передающим тяговое усилие от приводного барабана и несущим транспортируемый груз, является лента. В зависимости от назначения установки и особенностей конструкции различают ленты конвейерные (транспортные), элеваторные, эскалаторные, гусеничные.

Наиболее распространенные ленточные конвейеры применяют на горных предприятиях, в промышленности строительных материалов, черной и цветной металлургии, угольных шахтах и других отраслях народного хозяйства. Основная тенденция развития ленточных конвейеров — повышение их производительности, длины, мощности и надежности в эксплуатации. Конвейерная лента — наименее долговечный и наиболее дорогостоящий элемент конвейерной установки. Обычно до 50 % капитальных и до 30 % эксплуатационных расходов при строительстве и обслуживании конвейерных установок приходится на стоимость и эксплуатацию конвейерных лент.

Для конвейерных лент характерны большие разрывные прочностные (до 6 кН/см ширины ленты), значительная ширина (до 2,5 м, относительно невысокие окружные скорости (2,5—3 м/с) и повышенный износ рабочей поверхности транспортируемым грузом. В процессе эксплуатации лента подвергается действию различных факторов: статического тягового усилия и дополнительных динамических нагрузок при пуске конвейера с грузом, многократному поперечному изгибу при прохождении барабанов и роликоопор, многократному продольному изгибу при образовании лотка, износу транспортируемым материалом при его загрузке и прохождении роликоопор, ударных нагрузок в местах загрузки

материала на ленту, истиранию роликоопорами, узлами конвейера при сходе ленты, тепловых нагрузок или низких температур, влаги, агрессивных сред, атмосферных явлений и т. д.

Элеваторные ленты являются гибким тяговым органом ковшовых элеваторов, применяемых для вертикального перемещения или транспортирования под большим углом к горизонту насыпных грузов (мелкой руды, щебня, гравия, песка, цемента, муки и пр.). На ленте с определенным интервалом укреплены металлические ковши, заполняемые грузом. Производительность элеваторов достигает 500 м³/ч; высота подъема — до 60 м.

Гусеничные ленты выпускаются в ограниченных количествах и предназначены для повышения проходимости снегоходов, тракторов, автомобилей-тягачей по сыпучим, мягким или сырым грунтам. Они состоят из прорезиненного тканевого каркаса и резиновой обкладки. Практически нерастяжимы ленты с продольно расположенными стальными тросами. Для лучшего сцепления резиновой ленты с грунтом к наружной поверхности ее прикрепляют особые резиновые «башмаки», усиленные для прочности металлическими прокладками.

Ленты-поручни для эскалаторов состоят из нескольких слоев ткани или одного слоя троса, обложенных с наружной стороны резиновой обкладкой. Верхняя (ведущая) ветвь эскалаторной ленты движется по неподвижным латунным направляющим, нижняя (ведомая) лежит на опорных роликах. Поручень при эксплуатации вытягивается и одновременно сужается в поперечном сечении. Это ведет к более тесному обхвату направляющих, к большему трению о них и дальнейшему удлинению.

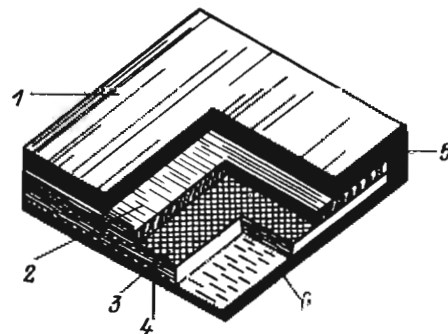
3.2.2. Конструкции и классификация конвейерных лент

Конвейерная лента состоит из *каркаса*, осуществляющего передачу тягового усилия, и *наружных обкладок*, защищающих каркас от механических и атмосферных воздействий. По видам каркаса ленты подразделяют на резинотканевые, к которым условно относят и ленты из поливинилхлорида (ПВХ), и резино-тросовые.

Резинотканевые ленты обычно состоят из нескольких слоев прорезиненной ткани и одной или двух наружных резиновых обкладок (рис. 72). В большинстве случаев борта изолируют резиной (для предотвращения увлажнения каркаса), а в лентах для транспортировки крупнокусковых материалов с рабочей стороны помещают дополнительно брекерную или защитную прокладку. В зависимости от характера транспортируемых материалов ленты подразделяют на 4 типа: 1 — для наиболее тяжелых материалов (руда, уголь с кусками до 500—700 мм), 2 — для тех же материалов с меньшими размерами кусков, 3 и 4 — для

Рис. 72. Конструкция резинотканевой конвейерной ленты:

1 — резиновая обкладка рабочей стороны; 2 — защитная тканевая прокладка; 3 — ткань каркаса; 4 — резиновая прослойка; 5 — резиновый борт; 6 — резиновая обкладка нерабочей стороны



сыпучих, пакетированных и т. п. материалов. Для различных условий эксплуатации ленты могут быть общего назначения, морозостойкие (М), теплостойкие (Т), трудновоспламеняющиеся (Ш), пищевые (П) и др. Резинотканевые ленты можно классифицировать также по назначению, профилю, виду борта, величине допустимой растягивающей нагрузки. Ассортимент резинотканевых лент включает ряд типоразмеров с шириной от 100 до 2000 мм, длина отдельных бухт лент для типа 1 составляет 80—220 м, типов 2 и 3 — не менее 80 м, типа 4 — не менее 30 м.

Особую группу составляют ленты на основе ПВХ, предназначенные для транспортирования угля в шахтах по выработкам с углом наклона до 18°. Каркас этих лент состоит из 4—6 слоев ткани БКНЛ-150, пропитанной поливинилхлоридной композицией, и обкладок из ПВХ толщиной 1,5 мм. Ленты выпускают шириной от 600 до 1000 мм.

Резинотросовая лента имеет каркас из одного ряда запрессованных в резину стальных тросов, с обеих сторон которого находятся наружные резиновые обкладки (рис. 73).

Резинотросовые ленты в зависимости от назначения выпускаются трех видов: общего назначения (РТЛ), предназначенные для эксплуатации при температуре окружающей среды от —45 до 60 °С, огнестойкие (РТЛО), предназначенные для эксплуатации главным образом в угольной промышленности при температуре окружающей среды от —20 до 60 °С, и теплостойкие (РТЛТ), предназначенные для транспортирования аглошихты с температурой 100—150 °С на предприятиях черной металлургии. Ширина резинотросовых лент лежит в пределах 800—2500 мм.

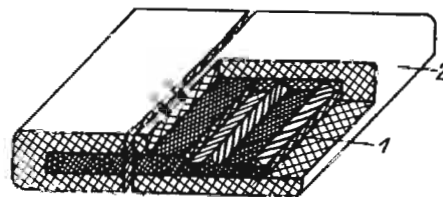


Рис. 73. Резинотросовая конвейерная лента:

1 — резинотросовый сердечник; 2 — наружная резиновая обкладка

Выбор конструкции конвейерных лент определяется рядом факторов. Оптимальной считается лента, имеющая минимальную стоимость, различные элементы которой в конкретных условиях эксплуатации характеризуются одинаковой и достаточной долговечностью. Так, для транспортирования крупнокусковых материалов на коротких (менее 200 м) конвейерах применяют более толстую рабочую обкладку при тонкой нерабочей обкладке, а на длинных конвейерах повышают толщину нерабочей обкладки. При этом для эксплуатации на длинных конвейерах необходима повышенная прочность связи нерабочей обкладки с каркасом. При увеличении абразивности или размера кусков транспортируемого материала повышают прочность обкладочной резины и толщину рабочей обкладки конвейерной ленты.

Главным потребителем конвейерных лент является угольная промышленность, причем основная масса таких лент требуется для работы в подземных условиях. Подземный транспорт угольной промышленности нуждается главным образом в конвейерных лентах шириной 800—1200 мм и прочностью 400—2500 кН/м. Для конвейеров, эксплуатируемых на участках выработки, требуются ленты средней прочности (400—1000 кН/м) и повышенной гибкости, поскольку диаметры барабанов таких конвейеров обычно на 20—25 % меньше диаметров барабанов в конвейерах общего назначения, а рабочие ветви конвейеров обязательно имеют лотковую форму. Для конвейеров, эксплуатируемых на капитальных и магистральных выработках, требуются ленты высокой прочности (1250—2500 кН/м) и жесткости, так как нередко необходимо транспортировать материалы на значительные расстояния при больших углах наклона (15—16°).

Специфические свойства резинотросовых лент отвечают перечисленным требованиям подземного транспорта и позволяют им конкурировать с резинотканевыми лентами. Удлинение резинотросовых лент при номинальной рабочей нагрузке в 8—14 раз меньше, чем лент на основе синтетических тканей. Это позволяет транспортировать грузы на большие расстояния, а также сокращать размеры натяжного устройства конвейерной установки. Резинотросовые ленты обладают лучшей гибкостью в продольном и поперечном направлениях, что дает возможность рекомендовать меньшие диаметры приводных барабанов. Благодаря высокой гибкости в поперечном направлении эти ленты могут эксплуатироваться на конвейерах с углом наклона боковых роликов 45° вместо 30°, что повышает на 15 % производительность конвейера при той же ширине ленты. Конструкция резинотросовой ленты отличается от резинотканевой монолитностью, и их долговечность при транспортировании рядового угля в подземных условиях в 2 раза выше, чем резинотканевых. Недостатками конвейеров, оснащенных резинотросовыми лентами, являются большие капитальные затраты, а также трудоемкость монтажа и стыковки

лент на конвейере. Широкие (1400—2000 мм) резинотросовые ленты прочностью 1500—5000 кН на 1 м ширины рационально использовать взамен резинотканевых на конвейерах большой протяженности, предназначенных для металлургической промышленности, где от лент требуются малые удлинения и повышенное сопротивление ударным нагрузкам.

Конвейерные ленты должны обладать высокой прочностью для обеспечения передачи тягового усилия, поперечной гибкостью, способствующей образованию желоба, ограниченным удлинением для обеспечения минимального хода натяжных устройств конвейера, износостойкостью обкладки, стойкостью к ударным нагрузкам, порезам и порывам, расслоению, гниению, плесени, воздействию микроорганизмов и насекомых, окружающей среды. Ленты должны иметь минимальную толщину для уменьшения возможности расслоения при огибании приводных барабанов, сохранять прочностные и геометрические характеристики в процессе эксплуатации. Оптимальной считается конвейерная лента, имеющая минимальную стоимость и достаточную долговечность.

Специальные типы лент должны обладать также негорючестью, т. е. способностью не продолжать горение при выходе из зоны пламени, сохранять работоспособность при низких температурах (до -60 °С), иметь низкое набухание в различных средах, обеспечивать возможно более длительное сопротивление тепловым нагрузкам, позволять транспортирование неупакованных пищевых продуктов.

Эксплуатационные требования, предъявляемые к конвейерным лентам, обуславливают применение соответствующих резин и армирующих материалов в тяговом слое.

Конструкции, свойства, условия эксплуатации конвейерных лент, выбор наиболее приемлемых материалов, технология производства детально разработаны в ВНИИЭМИ и подробно описаны в соответствующих обзорах (И. И. Леонов, Ф. А. Махлис и др.).

3.2.3. Применяемые материалы

Для изготовления конвейерных лент используются технические ткани, стальной трос, пропиточные составы и резиновые смеси. Общая тенденция в применении армирующих материалов для тягового слоя конвейерных лент — увеличение количества тканей из химических волокон, сокращение — натуральных и искусственных волокон, а также рост потребления стальных тросов.

Исходя из особенностей конструкции и эксплуатации конвейерных лент, *ткани*, предназначенные для силового каркаса, в первую очередь должны обладать высокой прочностью (высоким сопротивлением разрыву), причем прочность ткани по утку для изделий, стыкуемых путем сшивания, должна составлять 40—60 % от прочности ткани по основе. Для лент, стыкуемых путем вулкани-

зации, требования к прочности утка могут быть несколько понижены, однако ткань должна иметь достаточную каркасность в поперечном направлении, чтобы конвейерная лента обладала хорошим лоткообразованием. Кроме того, ткани должны характеризоваться высокими модулем растяжения по основе (малым удлинением при рабочих нагрузках), стойкостью к изгибам, истиранию и раздиру, сопротивлением действию ударных нагрузок, развитой поверхностью, хорошей резиноемкостью для обеспечения высокой прочности связи ткани с резиной, небольшой тепловой усадкой, высокой стойкостью к длительному воздействию высоких температур (для тканей, используемых в теплостойких конвейерных лентах).

Брекерные ткани, в отличие от тканей, применяемых в силовом каркасе, не несут силовую нагрузку при эксплуатации конвейерных лент, их назначение — защита верхнего обкладочного слоя ленты от скалывания при возникновении ударных нагрузок, амортизация действия этих нагрузок, предохранение бортов ленты от истирания и разломачивания. Брекерные ткани должны обладать высокой резиноемкостью, что достигается разрежением ткани, чтобы хорошо связываться с обкладочной резиной и тканевым сердечником ленты при вулканизации в прессе.

В настоящее время в серийном производстве конвейерных лент применяют технические ткани (полиамидные или комбинированные), нитепрошивные нетканые полотна прочностью от 64 до 392 кН/м. Широко используемые ткани из полиамидных волокон в СССР (ГОСТ 18215—80) обозначают индексами ТК (капрон) или ТА (анид). В мировой практике для изготовления конвейерных лент средней и высокой прочности особенно успешно применяют ткани типа ЕР, основа которых содержит полиэфирные нити, а уток — полиамидные. В СССР такие лавсанокaproновые ткани известны как ТЛК (ГОСТ 22510—77). Ткани имеют прочность по основе 100—630, а по утку — 50—125 кН/м, толщину от 0,85 до 2,8 мм, массу от 1,0 до 3,2 кг/м². Нити полиэфирного волокна в основе обеспечивают высокую прочность и низкое удлинение при рабочей нагрузке, высокое отношение прочности к массе ткани, нити из полиамидного волокна в утке — высокое сопротивление ударным нагрузкам и поперечную гибкость.

Ткани из комбинированных нитей, получаемых совместным кручением из химического и хлопкового волокон, совмещают достоинства обоих типов волокон. Наличие хлопка в комбинированных нитях позволяет крепить ткани к резине без предварительной обработки пропиточными составами. В СССР применяют ткани типа БКНЛ (ГОСТ 19700—74) из комбинированных нитей на основе полиэфира и хлопка. Содержание полиэфирных волокон в этих тканях составляет: БКНЛ-65—27—28 %, БКНЛ-100—51—53 %, БКНЛ-150—55—58 %. Замена хлопчатобумажного бельтинга Б-820 тканью БКНЛ-65 снизила расход хлопка на 50 %.

В СССР и Германии для сердечников резинотканевых конвейерных лент кроме тканей используют нитепрошивное полотно, вырабатываемое на машинах типа «Малимо». В нитепрошивном полотне уточные нити накладываются распрямленными на основные нити и скрепляются трикотажными петлями из прошивных нитей. Отечественное нитепрошивное полотно ПНК-65 содержит по основе крученые полиэфирные комплексные термофиксированные нити, по утку — полиэфирные комплексные нити, прошивную хлопчатобумажную нить; содержание полиэфирных нитей 58—61 %. Нитепрошивное полотно имеет более низкое удлинение под нагрузкой по сравнению с техническими тканями, однако конвейерные ленты с сердечником из полотна характеризуются пониженным сопротивлением ударным нагрузкам и расслоению при многократном изгибе.

Для производства резинотросовых конвейерных лент применяют стальные тросы диаметром от 4,2 до 12,9 мм тросовой свивки конструкции 7×19 (133 проволоки). Проволока стальная (содержание углерода 0,67—0,73 %), латунированная, диаметром 0,3—0,9 мм.

Ткани перед обрезиниванием обрабатывают пропиточными составами. Для полиамидных тканей применяют составы на основе латексов и резорциноформальдегидных смол, причем наибольшая прочность связи достигается при использовании латексов, полимер которого по химическому строению близок к каучуку в составе резины. Поэтому кроме СКД-1 и ДМВП-10Х в довольно больших количествах (до 20 % от общего потребления) используют хлопчатобумажные латексы. Для полиэфирных тканей в пропиточный состав обычно включают блокированные полиизоцианаты, при использовании армирующих материалов из арамидных волокон за рубежом пропитка латексно-смоляными адгезивами проводится как вторая стадия, а первой стадией является пропитка составами на основе эпоксидных смол.

В соответствии с конструкцией конвейерных лент применяемые резиновые смеси можно разделить на две группы: для каркаса (прослоечные и промазочные) и для наружных обкладок.

Резиновые смеси для каркаса должны обладать достаточно высокой пластичностью ($\geq 0,5$ для промазочных и $\geq 0,4$ для прослоечных), чтобы обеспечить глубокое проникновение между нитями ткани или прядями стального троса. Необходимая клейкость смесей достигается использованием изопренового каучука СКИ-3 или его смесей с бутадиенстирольным (СКМС-30АРКМ-15), а также применением в рецептуре смесей специальных модификаторов.

К резинам для каркаса предъявляются следующие требования: высокая прочность связи с тканью или металлом и обкладочной резиной, низкие модули сдвига и твердость, высокие сопротивление раздиру и прочность при растяжении — для предотвращения

Таблица 31. Основные направления совершенствования рецептуростроения резиновых

Дозировка серы, ч. (по массе)	Ускорители вулканизации	Мягчители
2—3 При уменьшении количества серы наблюдается пропорциональное снижение прочности связи	Сульфенамидные. Способствуют снижению деффектности адгезионного слоя	Мягчители ароматического или циклического строения не влияют на прочность связи резин с кордом
Для резино		
3—4	Сульфенамидные (N,N'-дициклогексил-2-бензтиазолилсульфенамид) до 1 ч. (по массе)	Сушественно снижают прочность связи (в том числе и ароматические)
Для резино		

расслоения ленты под действием ударных нагрузок и многократного изгиба, сохранение прочностных характеристик при повышенной температуре и после термического старения (для теплостойких конвейерных лент). Прочность связи с тканью (3,2—4,0 кН/м), с тросом (4,0—4,5 МПа), с обкладочной резиной (3,0—3,5 кН/м) обеспечивается добавлением в резиновую смесь модификаторов адгезии. В табл. 31 приведены основные направления совершенствования рецептуростроения резиновых смесей для каркаса конвейерных лент.

Резиновая обкладка конвейерных лент защищает каркас от атмосферных, механических, термических и прочих воздействий. Ленты могут испытывать значительные ударные нагрузки при падении крупнокусковых материалов, режущие и царапающие нагрузки при транспортировании материалов с острыми кромками, абразивный, усталостный и другие виды износа. У обкладочных резин для конвейерных лент общего назначения должны быть высокими следующие свойства: прочность при растяжении, сопротивление порезам и раздиру, износостойкость, гибкость и эластичность, коэффициент трения, прочность связи с резинотканевым каркасом, стойкость к воздействию атмосферных условий.

Обкладочные резины для специальных конвейерных лент должны также обеспечить термо- или морозостойкость конвейерной ленты, быть негорючими или самозатухающими, иметь антистатические свойства, исключать возможность загрязнения транспортируемых пищевых продуктов и т. д.

Резиновые смеси для изготовления лент должны обладать реологическими свойствами, необходимыми для разогрева и каландрования смеси, высокой когезионной прочностью и каркасностью, достаточной конфекционной клейкостью, сопротивлением прежде-

смесей каркаса лент для повышения прочности связи резины с тканью и металлом

Антиоксиданты	Модификаторы адгезии
тканевых лент	
Аминные антиоксиданты не влияют на прочность связи резины с тканью, пропитанной составом на основе латекса ДМВП-10Х, но резко снижают ее при использовании латекса СКД-1	Типичная система модификаторов резорцин + донор формальдегида + диоксид кремния (белые сажи типа БС). Применяют модификаторы РУ, РУ-1, АРУ, смолу алрафор (олигомер технического орсина), алрафор М (комплекс смолы алрафор с уротропином)
тросовых лент	
Производные <i>n</i> -фенилендиамина и продукт реакции дифениламина с ацетоном (ДФАА)	Типичная система модификаторов + соли кобальта. Можно снизить содержание серы до 0,5 ч. и увеличить содержание сульфенамидного ускорителя до 3 ч. (по массе)

временной вулканизации и высокой скоростью вулканизации в прессе.

Обкладку конвейерных лент с каркасом из тканей на основе химических волокон рекомендуют изготавливать из резин с условной прочностью при растяжении не менее 19,6 МПа, причем для легких условий эксплуатации толщину рабочей обкладки можно уменьшить до 2 мм, а прочность резины до 9,8 МПа. Применение высокопрочных обкладочных резин позволяет реализовать высокую долговечность каркаса из тканей на основе химических волокон.

Конвейерные ленты общего назначения сохраняют работоспособность в интервале температур от —45 до 60 °С. Для обкладки лент, работающих при температурах до —60 °С, применяют морозостойкие резины, а для лент повышенной теплостойкости — резины на основе теплостойких каучуков и содержащие добавки, повышающие сопротивление обкладки тепловому старению.

Считают, что обкладочные резины общего назначения должны характеризоваться твердостью по Шору 50—60 усл. ед., условной прочностью при растяжении 16,7—24,5 МПа, относительным удлинением при разрыве 400—500 %, сопротивлением раздиру 50—130 кН/м, эластичностью по отскоку более 30 %. Наиболее жесткие требования предъявляются к обкладочным резинам резинотросовых конвейерных лент, так как обкладка в этих лентах является единственным защитным элементом, противостоящим продольным порезам и ударам. Ведущие изготовители этих лент применяют обкладочную резину с условной прочностью при растяжении на уровне 25 МПа, относительным удлинением при разрыве не менее 550 %, истиранием не более 100 мм³.

Максимальную стойкость обкладки к воздействию ударных нагрузок, порезам и вырывам острыми кромками транспортируемого материала обеспечивают резины на основе изопреновых каучуков, еще более высокое сопротивление абразивному износу придают стереорегулярные бутадиеновые каучуки. Обкладочные резины для конвейерных лент общего назначения для очень тяжелых и тяжелых условий эксплуатации обычно изготавливают из СКИ-3 и СКД. Для средних условий эксплуатации применяют смеси на основе БСК или комбинаций БСК и изопренового каучука.

Выбор типа полимера для обкладочной резины, эксплуатация которой происходит в контакте с различными жидкими средами, зависит от характера среды (минеральные масла и нефтепродукты, животные и растительные жиры, углеводороды, химические удобрения, щелочи, кислоты, другие физически или химически активные среды). Резиновая обкладка не должна набухать в этих средах, так как в результате набухания возможно значительное снижение прочности и износостойкости обкладки, а также загрязнение транспортируемого материала веществами, вымываемыми из резины.

Топливомасложиростойкие обкладки изготавливают из резиновых смесей на основе БНК, хлоропренового каучука, ПВХ или смесей БНК с полихлоропреном, ПВХ в различных соотношениях. Обкладочную резину на основе эпихлоргидринового каучука применяют в конвейерных лентах, транспортирующих асфальт и другие горячие маслянистые продукты. Обкладку огнестойких лент изготавливают на основе ПВХ, полихлоропрена, БНК, БСК, НК. Огнестойкость резин обеспечивают введением антипиренов (преимущественно триоксида сурьмы и хлорпарафинов). Применяют также огнестойкие и одновременно маслостойкие резиновые смеси на основе полихлоропрена и БНК.

Особые требования предъявляются к обкладке конвейерных лент для транспортирования пищевых продуктов. Обкладка должна быть нетоксичной, легко поддаваться отмывке и не должна сообщать продуктам запаха или вкуса. Обычно такие резины изготавливают на основе НК, БНК, ПВХ в цветном исполнении.

3.2.4. Обработка тканей и металлотроса

Для повышения прочности связи с резиной проводят пропитку тканей из искусственных и химических волокон *адгезивами*, последующую термообработку тканей из химических волокон на агрегатах непрерывного действия. Агрегаты включают раскаточную и закаточную стойки, пресс для стыковки концов рулонов ткани, компенсаторы петлевого типа, ширительные и центрирующие устройства, протягивающие устройства для обеспечения натяжения ткани, пропиточную ванну, камеры сушки, термообра-

ботки и нормализации. Раскаточные и закаточные стойки изготавливают двухпозиционными, чтобы не останавливать агрегат при смене рулонов ткани. Ткань пропитывается адгезионным составом в пропиточной ванне, по выходе из ванны избыток пропиточного состава удаляется вакуум-отсосом. Сушка ткани после пропитки осуществляется в конвективных воздушных сушилках, подогрев воздуха для которых проводят паровыми калориферами. Подогрев воздуха для конвективных камер термообработки и нормализации осуществляют газовыми или мазутными горелками. Температура сушки тканей обычно составляет 130—160 °С. В пропитанных полиэфирных тканях деблокирование изоцианатного модификатора происходит после сушки при термообработке материала при температурах 180—230 °С. Параметры процесса пропитки зависят от структуры ткани, типа волокна. Оптимальные значения скорости пропитки, натяжения ткани, температуры в различных зонах взаимосвязаны и устанавливаются для каждого типа ткани.

Для крепления к резинам на основе насыщенных каучуков (ЭПК, БК и др.) ткани промазывают на клеепромазочных машинах соответствующими составами. На ткань наносят тонкий слой раствора резиновой смеси в органическом растворителе и тщательно просушивают. Требуемая толщина слоя резины достигается многократным нанесением клея, при этом обычно концентрация используемого клея увеличивается с увеличением числа наносимых слоев.

Ткани из химических волокон обладают повышенной усадкой после пропитки. Для снижения усадки ткани после пропитки и сушки подвергают термической обработке и нормализации. Сущность термической обработки состоит в фиксации полученного удлинения ткани под действием высокой температуры. Режим термообработки определяется температурой, натяжением и продолжительностью процесса. Вытяжку полиамидных тканей проводят при 180—230 °С в течение 15—60 с и натяжении 10—30 % от разрывной нагрузки. Нормализацию (стабилизацию) ткани осуществляют при той же температуре, но при пониженном натяжении или при охлаждении без изменения натяжения.

Латунированный трос поставляется на заводы РТИ в бухтах, вложенных в герметически закрытые жесткие бочки с влагопоглотителем. Трос подвергается дополнительно перематыванию на шпули в таком порядке, чтобы в тросовом полотне два соседних троса имели разные (правое и левое) направления крутки. Скорость движения троса при перемотке его с бухт на катушки 50—60 м/мин. В последнее время трос поступает на заводы в катушках, что позволяет уменьшить количество обслуживающего персонала линии, сократить трудозатраты и время на подготовку шпулярика.

3.2.5. Сборка каркаса и наложение обкладки

Каркас резинотканевых лент изготовляют *дублирующим* заданного числа слоев ткани. При этом ткани из хлопчатобумажных и комбинированных нитей промазывают резиновой смесью с обеих сторон, а на пропитанные ткани из химических волокон наносят резиновую прослойку толщиной не менее 0,3 мм.

Обработку тканей (промазку, нанесение резиновой прослойки) проводят на трех- или четырехвалковых каландрах. Качественная промазка или наложение резиновой прослойки обеспечивается при поступлении на каландр предварительно просушенной (содержание влаги в тканях не должно превышать 2 %, а для хлопчатобумажных тканей — 1 %) и подогретой ткани. Поэтому хлопчатобумажные и ткани из комбинированных нитей поступают на каландр не более чем через 60 мин после сушки. Ткани из химических волокон при необходимости подогревают до 80—100 °С на специальных барабанах, входящих в линию сборки. Повышение температуры подогрева тканей из химических волокон приводит к повышению жесткости тканей, образованию складок и порубов при обработке на каландре.

Современные каландровые линии имеют компенсаторы ткани для обеспечения непрерывности технологического процесса при замене рулонов ткани, а каландры снабжены автоматическими устройствами для обеспечения контроля толщины резиновой прослойки. Рабочие скорости промазки тканей обычно не превышают 35 м/мин и при наложении резиновых прослоек — 50 м/мин.

В СССР каркас резинотканевых конвейерных лент собирают послойным наложением резинотканевых прокладок; за рубежом проводят одновременное дублирование нескольких прокладок. На отечественных заводах сборка лент осуществляется на *многопетлевых дублерах*, агрегированных с каландрами для промазки тканей или наложения резиновой прослойки. Ткань, поступающая с каландра, подается в сборочный агрегат, имеющий систему горизонтальных транспортеров, расположенных друг над другом. Передача ткани с одного транспортера на другой обеспечивается поворотными барабанами. С нижнего транспортера ткань проходит натяжные ролики и возвращается под прижимной барабан, где дублируется с тканью, выходящей из каландра, и прикатывается под давлением сжатого воздуха. Собранный каркас разрезается в поперечном направлении и принимается в холст на закаточное устройство. Рулоны с сердечниками снимают с помощью кран-балки с закаточного устройства и хранят до их обкладки в подвешенном состоянии. Дублеры оснащаются устройствами для автоматического центрирования ткани и создания постоянного натяжения. Центрирующее устройство регулирует наложение тканевых прокладок друг на друга с точностью ± 3 мм и центрирует движение каркаса относительно продольной оси дублера.

Многопетлевые дублеры обеспечивают прочное сцепление слоев, снижение расхода обкладочного холста, возможность организации непрерывного технологического процесса сборки каркаса, облегчение условий и повышение производительности труда. Недостатками использования многопетлевых дублеров являются отсутствие равномерного натяжения ткани при сборке и получение сердечников определенной длины (95—100 м). Агрегат МД-1600 позволяет изготовить каркас длиной 220 м (рис. 74).

Участок между каландром и дублером ткань должна проходить в натянутом состоянии, чтобы при сборке сердечника ленты не получалось складок и перекоса ткани. В момент сборки относительные удлинения отдельных слоев получают различными, что вызывает последующее неравномерное распределение усилий между прокладками при работе ленты на конвейере. Выполненные Д. Ш. Монастырским работы показали, что для обеспечения равномерной работы прокладок при последующей эксплуатации ленты необходимо, чтобы при изготовлении сердечника напряжение в ткани на участке между каландром и сборочным агрегатом $\sigma(l)$ в зависимости от общей длины ткани на дублере l изменялось по следующему закону:

$$\sigma(l) = \omega_2^m / n \cdot S(l) + B,$$

где $S(l)$ — натяжение слоев при сборке сердечника, желательно одинаковое в соседних слоях;

$$B = \frac{N}{n} (g_p + \gamma_0 n) \omega_1 \omega_2 \frac{\omega_2^m - 1}{\omega_2 - 1};$$

N — расстояние между отклоняющимися барабанами; n — число слоев сердечника, находящихся на дублере; ω_1 — коэффициент сопротивления роликоопор; ω_2 — коэффициент потерь на барабане; g_p — нагрузка от вращающихся частей роликоопор; γ_0 — плотность одного недеформированного слоя.

За рубежом сборка каркаса непосредственно не связана с операцией нанесения резиновой смеси на ткань. Сборочный агрегат оснащен дублирующими валками, системой центрирования ткани, устройствами для равномерного натяжения прокладок, устройством для закатки холста. Сборочный агрегат содержит столы для сборки каркаса, раскаточные устройства, на каждом из которых устанавливают рулоны подготовленной ткани, и закаточное устройство. Длина собираемого каркаса составляет 250—300 м.

В отечественном производстве обкладка каркаса резинотканевых конвейерных лент проводится как отдельная операция. Операция по обкладке сердечника резиновыми слоями и усиление его бортов осуществляется на агрегатах, состоящих из раскаточного устройства, четырех- или трехвалкового обкладочного каландра, приспособлений для усиления борта, опудривающего и закаточного устройства. Обкладочные каландры оснащены но-

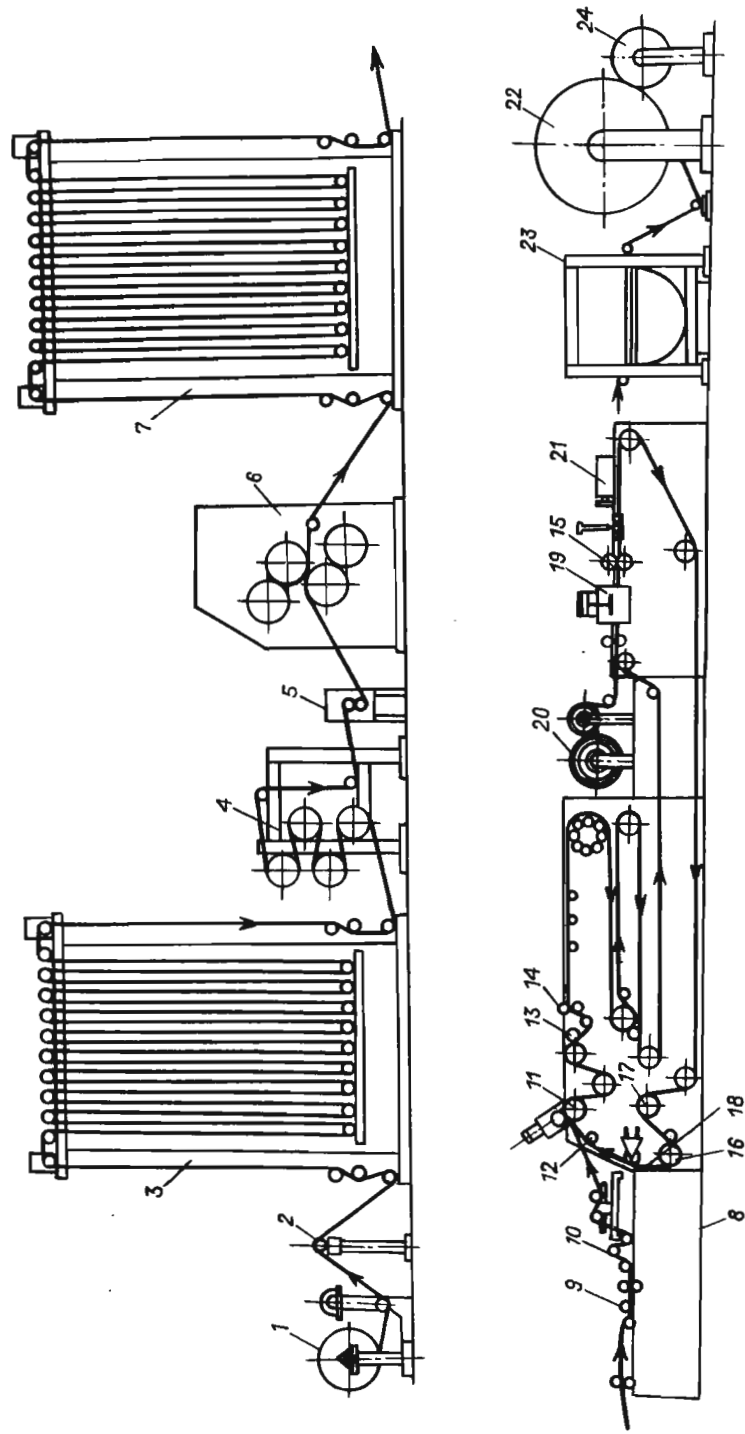


Рис. 74. Линия сборки сердечников конвейерных лент МД-1600:

1 — раскаточный станок; 2 — стыковочный пресс; 3, 7 — петлевые компенсаторы; 4 — барабанная сушилка; 5 — натяжные валки; 6 — каладр; 8 — дублирующая машина; 9 — ширитальное устройство; 10, 12, 17 — валки датчиков натяжения; 11 — дублирующий барабан с дублирующим роликом; 13 — плавающий ролик; 14 — тормозные валки; 15 — протягивающие валки; 16 — натяжной барабан; 18 — прибор для указания числа прокладок; 19, 21 — ножевые механизмы для продольного и поперечного разрезания сердечника; 20, 22, 24 — закаточные и раскаточные станки; 23 — устройство для талькирования

жами со следящим приводом для обеспечения заданной ширины обкладочной резины. При использовании четырехвалкового каландра обкладка обеих сторон каркаса проводится одновременно. При изготовлении ленты с резиновым бортом выступающая часть обкладки заворачивается на противоположную сторону каркаса (не более чем на 30 мм). Механизм для заворачивания и заделки резиновой обкладки при формировании борта состоит из двух заторцовочных кареток и двух механизмов перемещения, которые смонтированы на раме. После заторцовки бортов сердечник проходит через протаскивающие валки и устройство для нанесения антиадгезива (эмульсия, тальк), закатывается в рулон. Рулоны с сердечниками до вулканизации хранят в подвешенном состоянии для предотвращения деформирования заготовок, а также залипания при использовании эмульсии. Скорость обкладки сердечников обычно не превышает 15 м/мин.

При использовании способа усиления борта заворачиванием кромки резиновой смеси кромка деформируется при вулканизации. Для устранения этого при выпуске лент с усиленными бортами рекомендуется применять экструдированный профиль, который поступает от червячной машины холодного питания и забортовывается с помощью специального приспособления. Это приспособление представляет собой набор шестерен, между которыми проходит край заготовки ленты, и прижимной валик, который устанавливают в зависимости от ширины ленты. Предварительно борта сердечников промазывают клеем.

3.2.6. Вулканизация конвейерных лент

Многопрокладочные конвейерные ленты вулканизуют в гидравлических прессах, а тонкие ленты — в барабанных вулканизаторах непрерывного действия.

В СССР вулканизацию конвейерных лент осуществляют на рамных прессах «Генрих Рау» (Германия) с длиной плит 10 м и шириной 1200—2900 мм. Гидравлическая система пресса работает при низком давлении рабочей жидкости (2,5 МПа) для закрытия пресса и подпрессовки и высоком давлении (25 МПа) при прессовании, обеспечивая удельное давление прессования 2,0—4,0 МПа. Удельное давление прессования при вулканизации конвейерных лент из резиновых смесей на основе различных каучуков составляет: 1,5—2,5 МПа для ненасыщенных каучуков, не менее 2,5 МПа для хлорбутилкаучука и 3,5—4,0 МПа для БК и этиленпропиленового каучука.

Продолжительность цикла вулканизации зависит от состава резиновых смесей, температуры, толщины конвейерной ленты. Для резин из ненасыщенных каучуков продолжительность вулканизации приближенно равна 1,5—2,0 мин на 1 мм толщины кон-

вейерной ленты при 140—150 °С. Максимальная продолжительность цикла вулканизации характерна для лент из смесей на основе БК и ХБК при температуре не ниже 160 °С.

Современные одно- и двухэтажные прессы позволяют вулканизовать участок конвейерной ленты длиной 10—15 м, шириной 1000—3800 мм. Предпочтительны гидравлические прессы жесткой рамной конструкции, которая обеспечивает равномерную передачу давления на всю прессующую поверхность. Плоскопараллельный подъем прессовочного стола по направляющим обеспечивает равномерное смыкание плит прессы.

Вулканизация в гидравлических прессах осуществляется прерывно, отдельными участками непосредственно между плитами прессы. Для обеспечения точных размеров лент по ширине, высоте и кромкам между заготовками и по их краям вдоль прессы укладываются ограничительные линейки, которые в совокупности с плитами прессы выполняют функции пресс-формы. Смещение крайних линеек предупреждается упорными закладками на нижней плите прессы. Толщину ограничительных линеек и расстояние между ними рассчитывают по размерам невулканизированной заготовки и их изменениям в процессе вулканизации. Современные гидравлические вулканизационные прессы оснащены магазинами линеек и механизмами перемещения ограничительных линеек с помощью прижимной планки и гидропривода.

При вулканизации лент в качестве теплоносителя используется пар или перегретая вода. Концы плит прессы со стороны загрузки и выхода лент из прессы имеют охлаждаемые водой участки обычно длиной 150—200 мм. Такие участки необходимы для предотвращения образования наплывов на границе между вулканизированным и вулканизирующимся участком ленты, что ведет к появлению трещин в этих местах при эксплуатации лент и перевулканизации конвейерной ленты на участках повторной вулканизации. Гидравлические прессы оснащены зажимно-растяжными устройствами, обеспечивающими вулканизацию конвейерных лент в растянутом состоянии, что снижает удлинение конвейерных лент при эксплуатации. В зависимости от типа ткани и ее предварительной обработки степень вытяжки при вулканизации составляет 0,5—4,0 %. Зажимно-растяжные устройства представляют собой гидравлические зажимы, установленные на кронштейне по обеим сторонам прессы. Устройства перемещаются с помощью двух гидроцилиндров, причем синхронность их движения обеспечивается механизмом «шестерня — зубчатая рейка». Некоторые гидравлические прессы оснащают выносными растяжными устройствами для вытяжки конвейерных лент непосредственно после вулканизации, в результате чего после охлаждения в этом устройстве окончательная длина ленты может возрасти до 2 %.

3.2.7. Особенности изготовления резинотросовых лент и лент на основе поливинилхлорида (ПВХ)

Резинотросовая лента представляет собой резинометаллический сердечник, состоящий из одного ряда параллельно расположенных и запрессованных в слой резины латунированных стальных тросов, обложенных сверху и снизу слоем резины.

При изготовлении резинотросовых лент с разделением процессов сборки и вулканизации были обнаружены существенные недостатки, которые в значительной степени отразились на качестве лент повышенной прочности. К этим недостаткам относятся: невозможность обеспечения требуемого натяжения и равномерности расположения тросов в ленте, образование серповидных участков ленты и нарушение шага тросов в результате обкладки тросового полотна и сердечника резиновой смесью на каландре, что особенно часто происходит при использовании тросов диаметром более 6 мм.

Новая технология производства резинотросовых лент отличается непрерывностью процесса, т. е. сборка лент ведется при высоком давлении с помощью формующего прессы, установленного в одном потоке с вулканизационным оборудованием (рис. 75). При этом обеспечивается постоянное и одинаковое натяжение тросов на стадиях сборки и вулканизации лент.

Тросовое полотно собирают, подавая тросы из шпулярника в направляющее устройство и укладывая их с определенным шагом. Шпулярник представляет собой двухъярусную рамную конструкцию, вмещающую по 150 шпуль на каждом ярусе: при работе одного из ярусов шпулярника другой в это время заряжают шпулями. Сборку заготовки ленты производят с помощью сборочного агрегата, смонтированного на подвижной платформе, которая имеет привод, обеспечивающий ее передвижение по рельсам на расстояние 15,6 м со скоростью 6,6 м/мин и возврат в исходное положение (к вулканизационному прессу). На платформе имеется четыре подвижных в поперечном направлении раскаточных устройства для рулонов резиновых или резинотканевых заготовок и формующий гидравлический пресс. Пресс обеспечивает ступенчатое холодное прессование заготовки ленты и оборудован дисковыми ножами для снятия излишков резиновой смеси после прессования. Длина плит прессы 1000 мм, удельное давление на поверхность прессования 4,5 МПа.

Перед вулканизацией заготовки ленты промазывают мыльным раствором для предотвращения прилипания ее к плитам прессы. В сборочно-вулканизационный агрегат входит вулканизационный пресс. Пресс обеспечивает вулканизацию лент при удельном давлении не менее 4,0 МПа. Скорость закаточного устройства синхронизирована со скоростью движения формующего прессы. Длина закатываемой ленты 250—320 м.

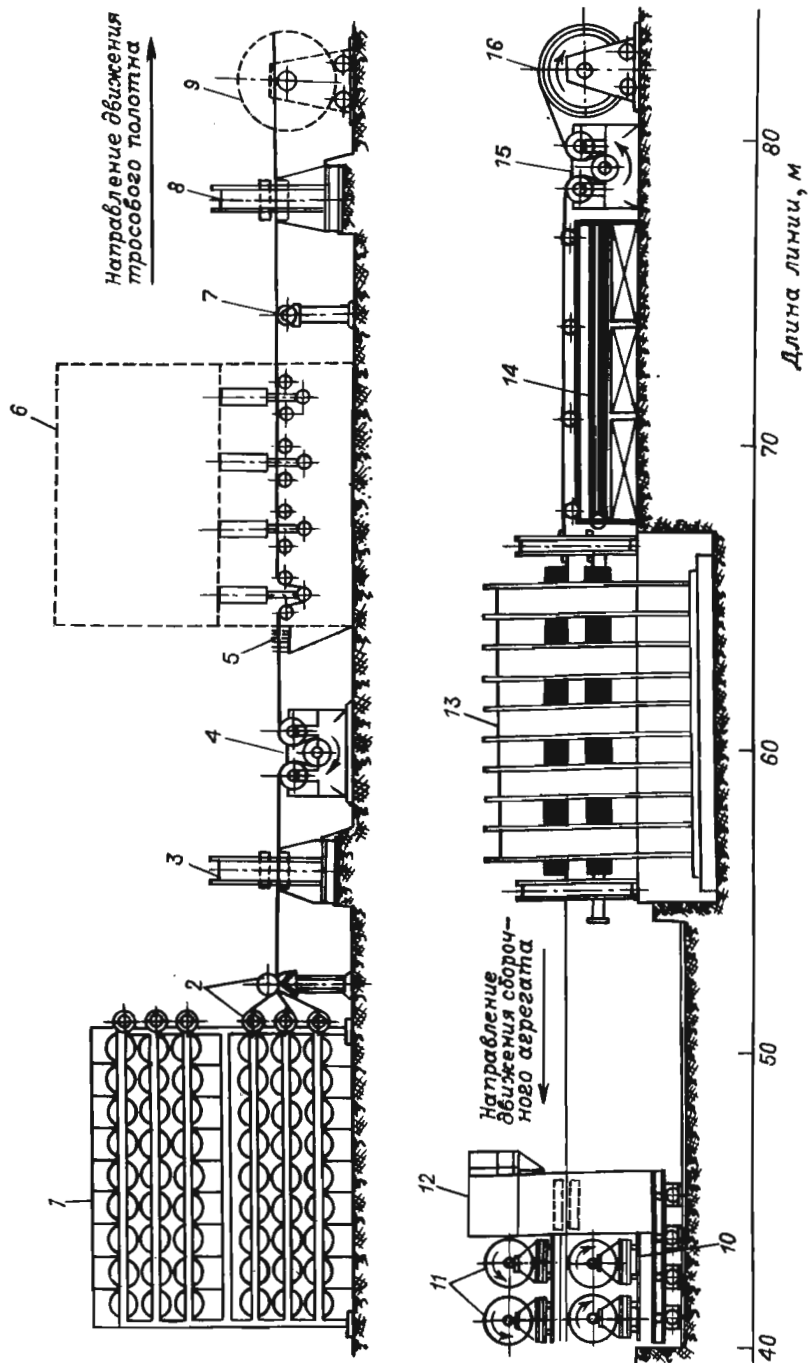


Рис. 75. Технологическая схема производства резиновых лент:

1 — шпулярник; 2, 7 — роликовые гребенки; 3, 8 — первый и второй зажимы; 4 — натяжное устройство; 5 — неподвижная гребенка; 6 — натяжная станция; 9 — резервное раскаточное устройство; 10 — подвижный сборочный агрегат; 11 — раскаточное устройство для резиновой смеси; 12 — формующий пресс; 13 — вулканизационный пресс; 14 — стол для механических линеек; 15 — натяжное и проталкивающее устройство; 16 — закаточное устройство

Ленты конвейерные *огнестойкие* из поливинилхлорида применяются на конвейерах для транспортирования угля в подземных условиях. Они не горят и не поддерживают горения. При их изготовлении для каркаса используют текстильные материалы (БКНЛ-150 и др. ткани), а поливинилхлоридные композиции используют для пропитки ткани каркаса и для обкладки сердечника с обеих сторон.

Для глубокого проникновения пасты в ткань необходимо, чтобы каркасная паста имела относительно невысокую вязкость, а после желатинизации при температуре 160—170 °С превращалась в эластичную пленку, покрывающую ткань. Необходимо также предусмотреть, чтобы эластичная пленка поливинилхлоридной композиции обладала достаточной прочностью и относительным удлинением, огнестойкостью, малым поверхностным электрическим сопротивлением и чтобы надежно защищала хлопковое волокно каркаса от воздействия бактерий, развивающихся при определенных климатических условиях и разрушающе действующих на ткань. В связи с этим при разработке рецептуры каркасной и обкладочной паст необходимо предусматривать, чтобы каждый компонент выполнял определенные функции. Примерная рецептура ПВХ-композиций приведена в табл. 32.

Таблица 32. Рецептура поливинилхлоридных композиций для огнестойких конвейерных лент

Компоненты	Массовая доля компонентов, ч.		
	каркасная паста	обкладочная паста	смесь для бортовой ленточки
Пастообразующий поливинилхлорид эмульсионной полимеризации (Волговинил Е-66П)	100	100	—
Сополимер винилхлорида с винилацетатом (сополимер А-15-0)	—	—	100
Первичный фосфатный пластификатор (триксиленилфосфат, трикрезилфосфат и др.)	55—60	45—50	50—55
Пластификатор, придающий морозостойкость (ГЖК-79 и др.)	30—35	25—30	25—30
Огнестойкий пластификатор-разбавитель (хлорпарафин ХП-600Б, церехлор 42 и др.)	25—30	20—25	—
Термостабилизатор (карбонат свинца, силикат свинца и др.)	3—8	3—8	3—8
Светостабилизатор и краситель (технический углерод и др.)	4—5	4—5	4—5
Антистатик (стеарокс 6, негомель АЛ-5 и др.)	7—10	7—10	—
Смазывающий агент для экструдруемых смесей (стеарат кальция и др.)	—	—	2—3
Фунгицид (<i>п</i> -, <i>о</i> -нитрофенол и др.)	1—3	—	—

Для изготовления огнестойких конвейерных лент в настоящее время применяется пастообразующий поливинилхлорид эмульсионной полимеризации марки Волговинил Е-66П. Существенное влияние на технологические свойства ПВХ в процессе изготовления паст и дальнейшей переработки оказывает форма частиц ПВХ, характер их поверхности, размер, степень полимеризации и другие факторы. Наилучшие пастообразующие свойства имеет ПВХ с частицами сферической формы, не содержащий очень мелких частиц. Мелкие частицы увеличивают растворимость ПВХ в пластификаторах, что приводит к быстрому повышению вязкости ПВХ-композиций. Средний размер частиц пастообразующих марок ПВХ составляет 1,5—2,0 мкм.

Наличие эмульсионного и суспензионного ПВХ в составе материала бортовой ленточки дает недостаточно высокую прочность связи. Повышенная адгезия между бортовой ленточкой и каркасом достигается присутствием в составе материала ленточки сополимеров винилхлорида с винилацетатом (ВА-3, А-15-0, ВА-15).

Пластификаторы в ПВХ-композициях не вступают в химические взаимодействия с ПВХ и сохраняются в материале в течение всего периода существования изделия, придавая ему определенные эксплуатационные свойства. Применяют первичные, вторичные и пластификаторы-разбавители. Первичные пластификаторы хорошо совмещаются с ПВХ, способны вызывать сильное набухание его, а также частичное растворение. Вторичные — не растворяют ПВХ, а вызывают только ограниченное набухание его. Они способны придавать изделию ценные специфические свойства, в частности морозостойкость. Пластификаторы-разбавители не растворяют и не вызывают набухания ПВХ, но в сочетании с первичными пластификаторами придают изделию необходимые свойства. Кроме этого, их используют с целью снижения себестоимости изделия.

В рецептуре ПВХ-композиций для производства конвейерных лент используются два типа стабилизаторов: тепловые и световые. Тепловым стабилизатором является карбонат свинца, который служит акцептором выделяющегося хлороводорода и препятствует цепной реакции деструкции. Световым стабилизатором служит технический углерод ПЗ24 [3—4 ч. на 100 ч. ПВХ (по массе)]. Создавая защитный слой, он препятствует проникновению света в массу изделия. Кроме того, технический углерод служит красителем и повышает электрическую проводимость изделий.

Как и все диэлектрические материалы, ПВХ при трении создает значительные разряды статического электричества. А поскольку конвейерные ленты эксплуатируются в шахтах, где возможны взрывоопасные ситуации, применение лент с диэлектрическими свойствами недопустимо. Поэтому одним из основных требова-

ний, предъявляемых к огнестойким конвейерным лентам, является электрическая проводимость их поверхности. Для придания электропроводимости в ПВХ-композиции вводят антистатические продукты, которые в основном являются ПАВ. В качестве антистатических продуктов служат стеарокс 6 и негомель АЛ-5. Фунгициды (*n*-нитрофенол, тиурам и др.) вводят в количествах 3—4 ч. на 100 ч. ПВХ (по массе).

Пасты готовят в бегунковых смесителях. ПВХ перемешивается с компонентами в зазоре между двумя металлическими бегунками и днищем. Готовая паста выгружается через нижний люк в приемный бункер, из которого насосами перекачивается в расходные емкости, а затем в пропиточную ванну. Ткань пропитывается в ванне пастой в течение 6—8 с, проходит через систему нагревателей, где происходит предварительная желатинизация пасты при температуре 170 °С и медленная ее коагуляция на поверхности ткани. Пропитанная ткань для внутренних слоев каркаса поступает на pressesы, а для наружных слоев — на обкладочную машину для обкладки пастой. Ткань, обложенная пастой, проходит две зоны в камере: в первой — при 140 °С и во второй — при 160 °С, где она приобретает эластичность.

Ленты собирают и прессуют на специальных двухэтажных гидравлических прессах при нагреве паром до 165 °С и давлении 0,8 МПа. В конце цикла плиты охлаждают водой до 30—40 °С. Во время прессования происходит окончательная желатинизация поливинилхлоридных паст, которые обладают резиноподобными свойствами. После прессования производится продольная резка пластины на ленты и их заторцовка специальной бортовой ленточкой из пасты на основе сополимера винилхлорида с винилацетатом. Ленточка выпускается на червячной машине.

3.2.8. Основные пути повышения качества и долговечности конвейерных лент

Для большей части конвейерных лент (до 75 %) наиболее типичным видом разрушения при эксплуатации является абразивный износ рабочей обкладки, характер и скорость которого определяют долговечность ленты. Скорость износа рабочей обкладки лент для всех категорий эксплуатации, кроме легких, неравномерна. Упрощенная схема износа показана на рис. 76. В период приработки трущихся поверхностей (зона I) скорость износа постепенно снижается, толщина обкладочной резины в этот период снижается на 0,5—0,8 мм. Далее (зона II) износ происходит с равномерной или несколько возрастающей скоростью обратно пропорционально прочности обкладочной резины. При износе обкладки до некоторой критической толщины (зона III) скорость износа возрастает, что приводит к интенсивному разрушению оставшейся части резины.

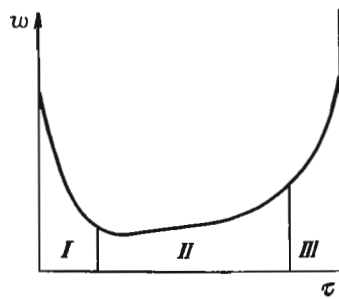


Рис. 76. Изменение скорости износа обкладок w за время эксплуатации ленты τ : I — приработка; II — нормальная эксплуатация; III — интенсивное разрушение

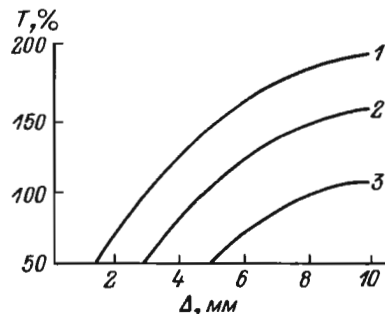


Рис. 77. Влияние толщины рабочей обкладки Δ на относительную долговечность конвейерных лент T в эксплуатации:

1 — средние; 2 — тяжелые; 3 — очень тяжелые условия эксплуатации

Зависимость долговечности лент от общей толщины обкладочной резины носит нелинейный характер (рис. 77) и определяется в основном продолжительностью периода нормальной эксплуатации. Равная долговечность ленты в тяжелых условиях эксплуатации обеспечивается обкладкой в 1,5—2,0 раза более толстой, чем в средних. Влияние качества резины на долговечность обкладки в тяжелых условиях эксплуатации более ощутимо, чем в средних. При прочих равных условиях увеличение прочности обкладочной резины на 5 МПа повышает долговечность лент в тяжелых условиях на 20—25 %, а в средних — на 15—20 %. Увеличение толщины обкладки сверх некоторого предела не приводит к существенному росту долговечности ленты.

Каркас резинотканевых конвейерных лент следует изготавливать преимущественно из тканей на основе полиамидных или полиэфирных нитей с прочностью по основе от 100 до 600 кН/м в зависимости от условий эксплуатации. Многоосновные полиамидные ткани МК-400, МК-600, имеющие высокую прочность по утку, рекомендуются для изготовления каркаса лент, транспортирующих крупнокусковые породы. Конвейерные ленты для средних условий эксплуатации следует изготавливать из тканей на основе химических волокон.

Толщина рабочей обкладки конвейерных лент и прочность обкладочных резин определяются условиями эксплуатации: конвейерные ленты для транспортирования абразивных материалов, подвергающиеся действию ударных нагрузок, следует изготавливать с рабочей обкладкой толщиной 6—10 мм, для средних условий эксплуатации — не менее 4,5 мм. Прочность обкладочной резины при растяжении должна соответственно составлять: 20—25, не менее 25 и не менее 20 МПа.

Изопреновые каучуки рекомендуются для изготовления лент, стойких к ударным нагрузкам, подверженных воздействию абразивных материалов. Обкладочные резины на основе бутадиенстирольных каучуков позволяют транспортировать материалы с максимальной температурой 150 °С, на основе хлорбутилкаучука — 180 °С, этиленпропиленового и бутилкаучука — 200 °С.

3.3. ПРИВОДНЫЕ РЕМНИ

Приводные ремни занимают важное место в производстве резиновых технических изделий. Они используются для создания передач, отличающихся экономичностью и простотой устройства, и нашли применение в различных отраслях народного хозяйства. Различие условий эксплуатации приводных ремней обуславливает многообразие конструкций, типоразмеров, материалов для их производства, а также некоторые особенности технологического процесса.

Современное машиностроение предъявляет повышенные требования к качеству приводных ремней, такие, как высокая долговечность, соизмеримая со сроком службы машин, значительная передаваемая мощность, возможность снижения габаритов и металлоемкости передач. Указанные требования могут быть обеспечены за счет создания перспективных конструкций ремней и технологических процессов их производства, отвечающих мировому уровню.

3.3.1. Назначение, виды, условия работы приводных ремней

Передача мощности приводными ремнями происходит благодаря силе трения, возникающей между поверхностью шкива и рабочей поверхностью ремня, находящегося под натяжением. Приводной ремень является сложным резинотканевым изделием, работающим в условиях значительных напряжений и деформаций, циклически меняющихся при пробеге ремня по контуру передачи. По сравнению с шестеренчатыми, цепными и другими типами передач ременный привод имеет ряд преимуществ: плавность хода, бесшумность, возможность работы при больших межцентровых расстояниях, простота обслуживания, низкая стоимость, а также способность выполнять функции предохранительного элемента при перегрузках.

В зависимости от условий эксплуатации (передаваемая мощность, скорость, диаметр шкивов, специальные требования) используются приводные ремни следующих типов: плоские, клиновые, поликлиновые, сдвоенные клиновые, плоскозубчатые, многопрофильные.

Плоские приводные резинотканевые ремни прямоугольного сечения (ГОСТ 23831—79) получили большое распространение.

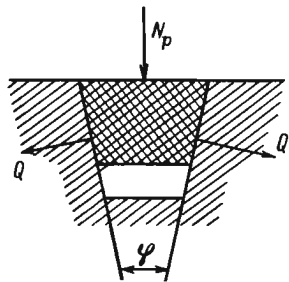


Рис. 78. Схема усилий в сечении клинового ремня в канавке шкива:

N_p — радиальное усилие, создаваемое натяжением ремня; Q — нормальное давление по боковым гралям ремня

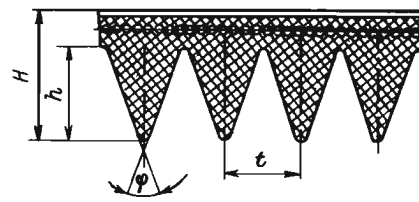


Рис. 79. Поликлиновой ремень:

t — шаг ремня; φ — угол клина; h — высота зуба с учетом закругления; H — высота ремня

Они применяются в приводах промышленного оборудования и сельскохозяйственных машинах при скоростях до 30 м/с. Ремни состоят из нескольких (обычно до шести) слоев обрезающей ткани на основе комбинированных нитей (хлопок с лавсаном) или капроновой ткани. Конструкция и технология изготовления плоских приводных ремней аналогичны таковым для конвейерных лент и более подробно не рассматриваются.

Наиболее распространенным типом ремней являются *клиновые* ремни (трапецевидного сечения). Благодаря такой форме сечения и клинообразной форме канавок шкива ремни передают мощность примерно в 3 раза большую, чем плоские, при одних и тех же натяжении и коэффициенте трения. Рассмотрим силы, действующие на ремень, находящийся в канавке шкива (рис. 78). Составляющая радиального усилия, обеспечивающего прижатие ремня к поверхности шкива, Q будет равна:

$$Q = N_p / 2 \sin(\varphi/2),$$

где N_p — радиальное усилие, создаваемое натяжением ремня; φ — угол клина канавки шкива (обычно $\varphi = 40^\circ$).

Усилие Q всегда больше радиального усилия N_p (у плоских ремней сила прижатия ремня равна радиальному усилию), например, при $\varphi = 40^\circ$ $Q = 0.5 N_p / \sin 20^\circ \approx 1.5 N_p$. Это обуславливает большую долговечность передачи в целом, так как чем меньше натяжение, тем меньше изнашиваются валы и ремни. Другими преимуществами клиновых ремней являются компактность передачи, возможность применять большие передаточные числа, большая амортизирующая способность (поглощение вибраций между ведомым и ведущим шкивами передачи), универсальность передачи (валы можно располагать в любой плоскости), возможность бесступенчатого регулирования скорости при соответствующей конструкции шкивов.

В зависимости от назначения клиновые ремни подразделяются на: вентиляторные (ГОСТ 5813—76), применяемые в приводе двигателей автомобилей, тракторов и комбайнов, приводные (ГОСТ 1284.1—80 — ГОСТ 1284.3—80 и др.), используемые в передачах промышленного оборудования и сельскохозяйственных машин, и вариаторные (ГОСТ 24848.1—81 — 24848.3—81 и др.), предназначенные для бесступенчатого регулирования скорости при передаче вращения от двигателя.

Поликлиновые ремни (ТУ 38 105763—74) имеют плоское верхнее основание, а на нижнем в канавках шкивов располагаются продольные зубья треугольного сечения (рис. 79). Такие ремни применяют для замены плоских приводных ремней или нескольких параллельных клиновых ремней, при этом исключается проскальзывание одних ремней относительно других. При использовании поликлиновых ремней уменьшаются вибрации ремня и крутильные колебания ведомой системы. Сравнительно небольшая высота и малая масса поликлиновых ремней снижают теплообразование при работе и уменьшают центробежные силы. Минимальные диаметры шкивов для поликлиновых ремней значительно меньше, чем для клиновых. К недостаткам поликлиновых передач следует отнести их чувствительность к параллельности валов и осевому смещению шкивов, поскольку это нарушает нормальный контакт рабочих поверхностей ремня со шкивами и резко снижает срок службы ремня.

Многоручьевые (многопрофильные) ремни (ТУ 38 405258—79, ТУ 38 405488—82) состоят из нескольких одиночных клиновых ремней (2—5 штук), соединенных привулканизованной плос-

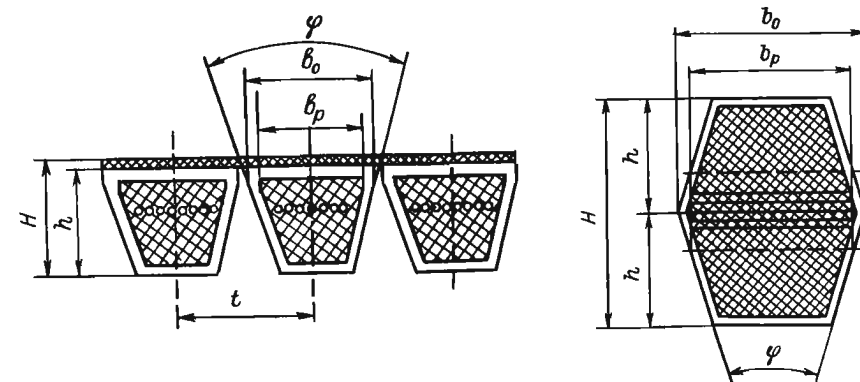


Рис. 80. Ремень приводной многоручьевой:

b_0 — ширина большего основания отдельного ручья; b_p — расчетная ширина отдельного ручья; h — высота отдельного ручья; t — шаг ремня; H — высота ремня; φ — угол клина прямолинейного участка отдельного ручья

Рис. 81. Сдвоенный клиновой ремень:

H — высота ремня; b_0 — ширина ремня; b_p — расчетная ширина ремня; h — высота отдельного ремня; φ — угол клина ремня

кой резиноканевой пластиной (рис. 80). Многолучевые ремни предназначены для замены комплекта клиновых ремней, работающих параллельно в одной передаче, и используются в передачах сельскохозяйственных машин и промышленного оборудования. Основными преимуществами многолучевого ремня по сравнению с несколькими клиновыми являются: большая надежность в работе вследствие равномерной нагруженности каждого одиночного луча; устойчивая работа на шкивах и отсутствие возможности переворачивания ремней при работе в передачах с большими межосевыми расстояниями и пульсирующими нагрузками, а также в реверсивных передачах благодаря наличию связующей пластины; снижение вибрации привода.

К недостаткам передач с многолучевыми ремнями можно отнести их более высокую стоимость за счет увеличения материалоемкости и трудоемкости производства, а также необходимость более точного изготовления шкивов.

Сдвоенные клиновые ремни (ТУ 38 105682—74 — рис. 81) имеют в сечении шестигранник, что позволяет осуществлять вращение валов многошкивной передачи в разных направлениях при использовании одного и того же ремня. Размеры сечений сдвоенных клиновых ремней установлены с учетом обеспечения взаимозаменяемости их с обычными клиновыми ремнями для того, чтобы можно было использовать стандартные шкивы. Недостатком сдвоенных ремней является пониженная долговечность из-за увеличенной толщины.

Плоскозубчатые ремни (ОСТ 38.05114—76, ОСТ 38.5246—81 и др.) предназначены для замены редукторов и цепных передач (рис. 82). Использование плоскозубчатых ремней позволяет работать при повышенных скоростях, снизить уровень шума, отказаться от применения смазок.

Верхнее основание ремней плоское, на нижнем основании имеются поперечные зубья трапецевидной формы, расположенные с постоянным шагом. При использовании зубчатых ремней крутящий момент передается в результате зацепления зубьев ремня с зубьями шкивов. Такие передачи обеспечивают компактность привода, особенно при больших крутящих моментах, они

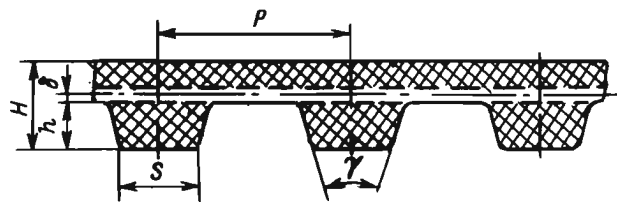


Рис. 82. Плоскозубчатый ремень:

P — шаг зубьев; h — высота зуба; H — толщина ремня; γ — угол профиля зуба; S — наименьшая толщина зуба; δ — толщина несущего слоя

работают синхронно, без скольжения, не вытягиваются (что позволяет сохранять постоянное межцентровое расстояние), не требуют большого натяжения, благодаря чему уменьшается нагрузка на валы и повышается КПД передачи.

К недостаткам зубчатой передачи относятся дополнительный расход мощности на деформацию зубьев ремня под нагрузкой, более сложная конструкция шкивов.

Приводные ремни передают мощность до 1000 кВт, работают при скоростях до 40 м/с в районах с умеренным и тропическим климатом (в интервале температур от -30 до $+60$ °С), а также с холодным и очень холодным климатом (в интервале температур от -60 до $+40$ °С).

В процессе эксплуатации приводные ремни подвергаются действию различных факторов: усилий, связанных с натяжением, многократных растяжения и сжатия при огибании шкивов, истирания шкивами, тепловых нагрузок или низких температур, окружающей среды.

3.3.2. Классификация и конструкции клиновых ремней

Оптимальная конструкция ремня определяется условиями его работы, исходя из требований передачи максимальной нагрузки (мощности) в течение определенного срока при минимальных потерях энергии.

Клиновый ремень состоит из нескольких слоев. *Несущий слой* является основным элементом, определяющим передаваемую мощность, а также оказывает большое влияние на долговечность изделия. В несущем слое ремней используются несколько последовательно наложенных слоев кордткани или один слой кордшнура, навитого по спирали. В соответствии с этим различают ремни *кордшнуровой* и *кордтканевой* конструкции (рис. 83). Кордшнур располагают в сравнительно тонком слое резины — эластичном слое, обеспечивающем высокую адгезию к текстилю и амортизацию напряжений, возникающих на границе резина — текстиль при работе ремня.

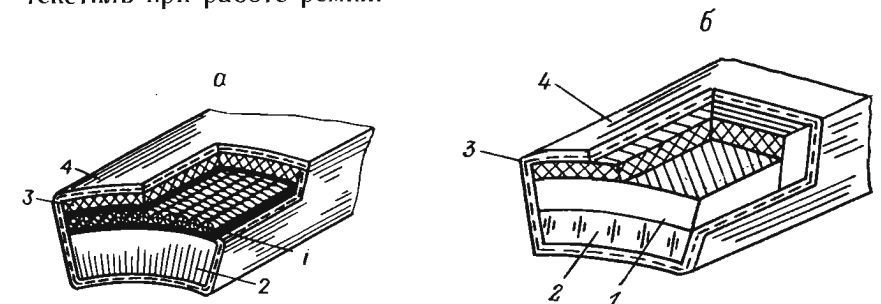


Рис. 83. Клиновые ремни кордшнуровой (а) и кордтканевой (б) конструкций: 1 — несущий слой; 2 — слой сжатия; 3 — слой растяжения; 4 — обертка

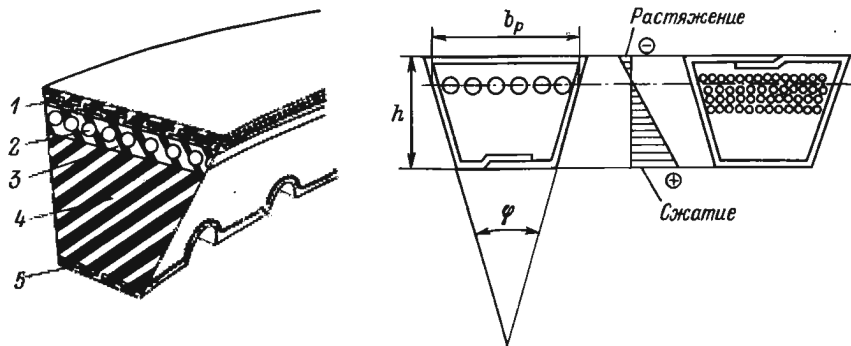


Рис. 84. Конструкция клиновых ремней без обертки боковых граней:

1 — слой растяжения; 2 — несущий слой; 3 — эластичный слой; 4 — слой сжатия; 5 — ткань для армирования зубчатой части

Рис. 85. Эпюра деформаций сечения кордшнурового и кордтканевого ремней при изгибе на шкиве

Массив резины, расположенной под несущим слоем (*слой сжатия*), обеспечивает передачу полезной нагрузки от ведущего шкива к несущему слою и от него к ведомому шкиву. Клиновидная форма сечения ремня улучшает контакт его со шкивами и обеспечивает работоспособность при передаче значительных усилий.

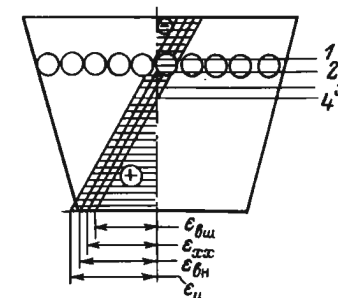
Верхний слой, прилегающий к широкому основанию трапеции, носит название *слоя растяжения*. Он состоит из резины или из прорезиненных тканей и работает на растяжение как при изгибе ремня, так и при нахождении его между шкивами на прямолинейном участке.

Снаружи ремни обычно имеют обертку из прорезиненной ткани в 1—3 слоя. Обертка придает ремню каркасность и монолитность, лучшую устойчивость на шкивах и предохраняет рабочие поверхности от износа, но является в большинстве случаев местом зарождения начальных усталостных повреждений, развивающихся в дальнейшем в глубь сечения. Трещины нижнего основания ремня возникают на месте стыка краев оберточной ткани, затем развиваются до несущего слоя и далее вдоль несущего слоя в направлении, противоположном направлению движения ремня.

В последнее время освоен выпуск кордшнуровых ремней нового типа — без обертки рабочих поверхностей, с формованным зубом слоя сжатия (рис. 84). Основными достоинствами таких ремней являются: увеличенная тяговая способность и возможность передавать повышенные мощности за счет лучшего сцепления со шкивами; повышенная долговечность за счет улучшения условий теплопередачи и применения формованной зубчатой поверхности слоя сжатия вместо нарезной; исключение процесса обертки.

Рис. 86. Расположение нейтральной линии при изгибе клинового ремня на шкиве:

1 — чистый изгиб; 2 — ведомая ветвь при передаче мощности; 3 — при работе на холостом ходу; 4 — ведущая ветвь и деформации сжатия нижнего основания ϵ_n , ϵ_{nn} , ϵ_{xx} , ϵ_{nn} соответственно



Лучшее сцепление с рабочими поверхностями шкивов обусловлено большим коэффициентом трения резины по металлу в сравнении с резинотканевой поверхностью обернутых ремней, а также более равномерной поверхностной структурой материала рабочих граней.

Максимальная продольная гибкость при достаточной поперечной жесткости ремня в сочетании с высоким модулем на растяжение обеспечены более полно в ремнях кордшнуровой конструкции. В кордтканевых ремнях большая часть несущего слоя при изгибе сечения в канавке шкива расположена в зоне сжатия ниже нейтральной линии (рис. 85), разделяющей зоны растяжения и сжатия. При этом граница между зонами и соответственно максимальное значение деформации сжатия зависят от режима работы ремня (рис. 86). В связи с тем что ткань не устойчива к деформациям сжатия, ее участки, оказывающиеся ниже нейтральной линии, деформируются с изломом, что приводит к быстрому разрушению нижних волокон. Кроме того, на сжатие кордткани затрачивается значительная часть энергии, что снижает КПД передачи, приводит к нагреву ремня и ускоренному его разрушению. Преимущества кордшнуровых ремней перед кордтканевыми особенно заметны для ремней малых длин в передачах с частотой деформации ремней более 40 с^{-1} .

Все вентиляторные ремни выпускаются только кордшнуровой конструкции, приводные и вариаторные ремни — кордтканевой и кордшнуровой конструкции.

В соответствии с передаваемой ремнем мощностью и минимально допустимыми диаметрами шкивов установлен ряд стандартизованных размеров клиновых ремней. Они различаются по сечению, но имеют одинаковое соотношение ширины ремня к его толщине и один и тот же угол клина. Сечение ремня определяется следующими размерами: шириной сечения, толщиной ремня h и углом клина φ . Различают ширину ремня по нейтральной линии (расчетная ширина b_p) и ширину ремня, проходящую по большому основанию трапеции b_o . Расчетная ширина ремня определяет параметры передачи (скорость ремня, диаметры шкивов и др.) и является одним из основных размеров для стандар-

тизации ремней. Ширина ремня по большому основанию (b_0) является вспомогательным размером и учитывается в основном при проектировании пресс-форм.

В зависимости от отношения большего основания трапеции к высоте ($b_0:h$) выпускают ремни: узкого сечения ($b_0:h=1,25$), нормального сечения ($b_0:h=1,65$), широкие ремни ($b_0:h=2,0 \div 3,4$). Широкие ремни выпускаются в основном для использования в вариаторах. Ремни узких сечений характеризуются значительно меньшим теплообразованием при работе в связи с уменьшением массива резины слоя сжатия, работающего в условиях знакопеременных деформаций, и относительным увеличением поверхности теплоотвода (на 25 %) при той же высоте, что и у ремней нормального сечения. В общем случае при одинаковой площади поперечного сечения узкие ремни передают в 1,3—2,5 раза большую мощность, чем ремни нормального сечения, а материалоемкость ремней узкого сечения, предназначенных для передачи той же мощности, что и ремни нормального сечения, на 30 % меньше.

Длина клиновых ремней может находиться в пределах от 400 до 18 000 мм. Поэтому для унификации применяемых в машиностроении ремней градация их длин проведена в соответствии с нормальными линейными размерами, определяемыми ГОСТ 8032—84 на ряды предпочтительных чисел.

Средний ресурс работы ремней на двигателях составляет: для легковых автомобилей 110 тыс. км, грузовых автомобилей и автобусов — 90 тыс. км, тракторов — от 2000 до 3500 моточасов в зависимости от типа ремня и трактора, комбайнов — 1400 моточасов. Для среднего режима работы ресурс приводных и вариаторных ремней в приводах промышленных установок составляет 2000 ч. Средний ресурс работы приводных ремней для движущихся самоходных, прицепных сельскохозяйственных машин лежит в пределах 400—750 ч.

Основными направлениями улучшения эксплуатационных характеристик и увеличения ресурса клиноремненных передач являются: повышение модуля на растяжение и изгибоустойчивости несущего слоя, прочности связи материалов несущего слоя с резиной, сопротивления старению и разрастанию усталостных повреждений материалов ремня; увеличение каркасности сечения ремня в поперечном направлении при одновременном сохранении либо снижении сопротивления изгибу в продольном направлении. Указанные требования следует учитывать при выборе материалов для изготовления клиновых ремней.

3.3.3. Материалы для производства клиновых ремней

Армирующие материалы. В производстве клиновых ремней применяют кордткани и кордшнуры для несущего слоя и ткани

полотняного переплетения для тканевых прослоек и обертки ремня. Требования к армирующим материалам, применяемым в производстве приводных ремней, определяются условиями эксплуатации, конструкцией и технологией производства.

Для обеспечения длительной работы приводных ремней армирующий материал несущего слоя должен обладать высокой прочностью, небольшим удлинением при рабочих нагрузках (высоким модулем), высокой усталостной прочностью при многократном изгибе, теплостойкостью, хорошей адгезией к резине. Кроме того, основным требованием технологии производства является отсутствие усадки и стабильность свойств в процессе производства изделий.

При работе передачи натяжение ведущей ветви увеличивается и соответственно уменьшается натяжение ведомой ветви, и при пробеге по контуру каждая точка ремня испытывает переменные натяжения (и деформации) при переходе с одной ветви на другую. Модуль (растяжимость) несущего слоя определяет его деформации и в конечном счете деформации и долговечность всех остальных элементов ремня.

Материал несущего слоя оказывает большое влияние на добавочные растягивающие деформации, возникающие при передаче ремнем полезной нагрузки. На рис. 87 показаны зависимости между усилием и деформацией для ремней, армированных кордшнурами на основе различных синтетических волокон. Как видно, различие в деформациях ведущей и ведомой ветвей ($\Delta\epsilon$) минимально для наиболее высокомодульного волокна типа кевлар и максимально для низкомолекулярного полиамида.

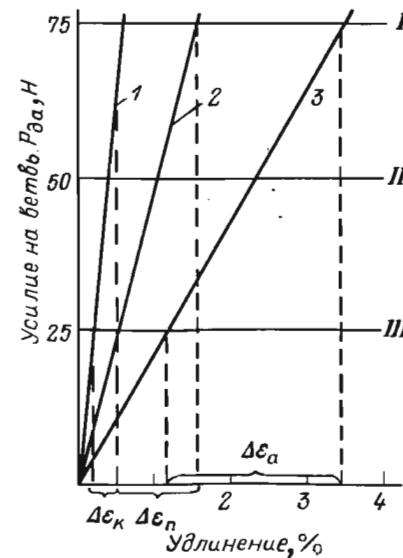


Рис. 87. Деформационные характеристики клиновых ремней на основе кордшнуров из кевлара (1), полиэфир (2) и полиамида (3); $\Delta\epsilon_k$, $\Delta\epsilon_n$, $\Delta\epsilon_a$ — разности деформаций ведущей и ведомой ветвей

Полезное окружное усилие, передаваемое ремнем (передаваемая мощность P), прямо пропорционально коэффициенту тяги φ_0 и допускаемому напряжению f_0 от натяжения ремня (при площади сечения ремня S): $P = 2\varphi_0 f_0 S$. Коэффициент тяги выше для ремней из высокомолекулярных материалов, и он снижается в ряду армированных материалов: металлокорд, стеклокорд, арамид (кевлар, СВМ), полиэфирные, вязкие, полиамидные волокна. Наиболее выгодно с этой точки зрения применять для несущего слоя арамидные волокна, однако их использование пока ограничено вследствие высокой стоимости и технологических трудностей. Металлокорд и стеклокорд используются в передачах, не допускающих удлинения ремней (плоскозубчатых).

С другой стороны, допустимое напряжение при работе ремня больше для материалов, обладающих высокой изгибоустойчивостью. Здесь ряд другой: полиамидные, арамидные, полиэфирные, вязкие волокна, арамид, хлопок, стеклокорд. Оптимальными физико-механическими и технологическими свойствами обладают полиэфирные волокна, которые в настоящее время широко применяются за рубежом.

Капроновые К-10-2-3 и анидные А-10-2-3 кордткани с разрывной нагрузкой 235 кН/м применяют в качестве несущего слоя кордтканевых приводных и вариаторных ремней, а также в слое растяжения этих ремней для повышения поперечной жесткости. В клиновых ремнях с большим числом слоев используют вязкие кордткани марок А (15В) и Б (17В) с разрывной нагрузкой 118 и 133 кН/м. Для слоя растяжения применяют хлопчатобумажные специальные ткани ДСР и брекерную.

В качестве несущего слоя кордшнуровых клиновых ремней применяют крученые нити (кордшнуры): анидные толщиной 1,2—2,2 мм с разрывной нагрузкой до 1,6 кН; полиэфирные с повышенной адгезией к резине толщиной 1,2—3 мм с разрывной нагрузкой до 2,5 кН.

Потребление полиэфирных кордшнуров в производстве клиновых ремней в нашей стране значительно повысится за счет сокращения использования полиамидных и вязких кордтканей. Для повышения модуля кордшнуров на основе полиэфирных и полиамидных волокон используют термическую обработку под напряжением с последующим охлаждением в напряженном состоянии (процесс совмещают с пропиткой кордшнура адгезивами).

Оберточные ткани должны иметь хорошую адгезию к резине и высокую стойкость к истиранию. Для обеспечения симметричности нагружения отдельных элементов обертки по периметру ремня оберточная ткань при ее раскрое под углом 45° должна быть равнопрочной и иметь одинаковую растяжимость по основе и утку.

В качестве оберточных тканей в производстве клиновых ремней используют хлопчатобумажные ткани ОТ-1 и СТ-202СР.

Использование тканей из комбинированных нитей, обладающих значительной тепловой усадкой, возможно только после их предварительной термообработки. Ввиду этого для смешанной оберточной ткани из хлопкового и полиамидного волокна («смеска») установлено оптимальное содержание штапельного синтетического волокна (20%), при котором повышается устойчивость ткани к износу (в 1,5—2,0 раза) без значительного ухудшения других свойств.

В производстве плоскозубчатых ремней применяют специальные полиамидные ткани с эластичным утком (обладают повышенной растяжимостью по утку) марок Нуела-120, Нуела-230 и арт. 56320. При использовании таких тканей упрощается технология изготовления зубчатых ремней, поскольку эластичный уток обеспечивает хорошее оформление зуба ремня без предварительной укладки ткани в пресс-форму.

Резиновые смеси. Для изготовления различных элементов конструкции клиновых ремней применяют четыре основных типа резин: для слоя сжатия, для слоя растяжения, для эластичного слоя и обкладки тканей, для промазки тканей.

Резины слоя сжатия должны обладать высокой стойкостью к многократным деформациям, незначительным внутренним трением и, следовательно, малым теплообразованием, высокой тепло- и терпестабильностью, хорошей стойкостью к образованию и разрастанию трещин, максимальным модулем в поперечном направлении и низким — в продольном.

Резиновые смеси слоя сжатия должны обладать хорошей каландруемостью, достаточной клейкостью, каркасностью, стойкостью к подвулканизации.

Возросшие требования к силовым и скоростным характеристикам клиноремных передач в сочетании с другими специфическими особенностями эксплуатации обусловили широкое применение хлоропреновых каучуков.

В отечественной промышленности практически все ремни выпускают с применением резины на основе хлоропренового каучука (либо его комбинаций с другими каучуками), обеспечивающего работоспособность ремней в интервале температур от -40 до $+60^\circ\text{C}$. Исключение составляют ремни, работающие в условиях пониженной температуры (до -60°C), в которых используют резины на основе сочетания изопренового и бутадиенового каучуков, однако эти ремни обладают пониженной теплостойкостью (до 40°C) и маслостойкостью. Для морозостойких ремней, сохраняющих удовлетворительную тепломаслостойкость, применяют морозостойкий хлоропреновый каучук наирит М, обеспечивающий работоспособность ремней до -50°C . Резины с высокими динамическими показателями получают при использовании наирита в сочетании с бутадиенитрильными каучуками типа СКН-18М, СКН-26М.

3.3.4. Подготовка полуфабрикатов

Технологический процесс изготовления клиновых ремней является одним из наиболее сложных в резиновой промышленности и включает следующие основные стадии: каландрование резиновых смесей, сушка и промазка оберточной ткани, пропитка кордшнуров и кордтканей, промазка и обкладка ткани для кордтаневых ремней и для связующей пластины многоручьевых ремней; раскрой оберточной ткани и резка ее на ленточки; сборка викеля и резка его на сердечники; скашивание сердечников и их обертка; вулканизация и контроль качества.

Основными требованиями к процессу каландрования резиновых смесей является обеспечение хорошего качества поверхности, равномерности калибра (по ширине и длине каландрованного полотна), качественное охлаждение полотна и намотка в холст с минимальным колебанием ширины закатки.

В последнее время за рубежом получили распространение системы листования резиновой смеси с помощью штифтовых экструдеров с валковой головкой, рекомендуемые для профилирования смесей на основе различных каучуков, в том числе смесей с волокнистым наполнителем на основе полихлоропренов.

Промазку и обкладку ткани осуществляют обычно на трех- или четырехвалковом каландре за два последовательных прохода. Перед обработкой на каландре ткань просушивают либо на отдельном сушильном агрегате, либо на барабанах, входящих в состав каландровой линии.

Оберточную ткань промазывают резиновой смесью с фрикцией 1:1,5. Для удобства и непрерывности работы при перезарядке рулонов зарубежные фирмы применяют накопители, устанавливаемые как впереди, так и позади каландров. Точность калибра резины поддерживают автоматически с помощью системы измерения калибра (обычно γ -толщиномером), имеющей обратную связь с механизмом раздвижения валков. После каландрования ткань, пройдя систему охладительных барабанов, поступает на закаточную станцию.

Процесс пропитки и термообработки кордшнура (кордткани) определяет как адгезионные и деформационные свойства несущего слоя, так и технологическое его поведение на последующих операциях. В процессе обработки шнур проходит через пропиточные ванны и зоны сушки и термообработки (термовытяжки и термостабилизации). Натяжение в зонах пропитки и термообработки задается и поддерживается системой натяжных станций.

Наряду с четырехручьевыми агрегатами АКШ-4, используемыми для пропитки и сушки анидных кордшнуров, в отечественном производстве шнуровых ремней применяют агрегаты ЛК-4, предназначенные для одностадийной и двухстадийной пропитки и термообработки полиамидных и полиэфирных кордшнуров.

На пропиточной линии ЛН-24 проводят одно- или двухстадийную пропитку и термообработку одновременно 24 ручьев полиамидных или полиэфирных нитей. В процессе обработки контролируются скорость нитей, их общая вытяжка, натяжение на один ручей по зонам термообработки, температура сушки, термовытяжки и термостабилизации.

Поперечный раскрой смеси с волокнистым наполнителем после листования осуществляют либо непосредственно на приемном транспортере каландра, либо на специальных машинах для раскроя. Раскромленные листы можно соединять встык с прикаткой стыка зубчатым роликом или с небольшим нахлестом и прикаткой гладким роликом. Помимо этого на отечественных заводах раскромленные листы дублируют с расположением стыков дублированного полотна в шахматном порядке, получая полотно вдвое большей толщины.

Для раскроя промазанной оберточной ткани используют специальные машины (автоматические либо с применением ручных операций), осуществляющие раскатку рулона оберточной ткани с отбором холста, подачу тканевого полотна на раскромочный стол, резку ткани под определенным углом дисковым ножом, стыковку косяков ткани с небольшим нахлестом. Полотно закатывают в рулон и затем разрезают на полосы или сразу разрезают на полосы с последующей закаткой в полиэтиленовую прокладку. Второй способ предпочтительнее, так как обеспечивает большую стабильность ширины резки и лучшее качество намотки ленточки.

Диагонально-резательный агрегат ДРА-045, применяемый для раскроя и резки оберточной ткани на ленточки, обеспечивает автоматический раскрой тканевого полотна на косяки необходимой ширины. Ориентацию и стыковку косяков ткани, а также резку рулонов ткани в полиэтиленовой прокладке производят вручную. Известны зарубежные раскромочные машины, в которых процесс ориентации и стыковки раскромленных косяков осуществляется автоматически с помощью системы вакуумных присосок и прикаточных валков.

3.3.5. Сборка и обертка сердечников

Сборка — наиболее ответственная операция технологического процесса, которая во многом определяет качество ремней.

Способ сборки сердечников определяется конструкцией и длиной ремня. В зависимости от этих факторов различают сборку сердечников ремней кордшнуровой конструкции малой (до 4,5 м) и большой (от 5 м до 8 м) длины и сборку сердечников ремней кордтаневой конструкции.

Основные операции сборки: наложение материалов слоя растяжения, тягового слоя, слоя сжатия и резка полученной широкой заготовки (викеля).

Если сборку викаля начинают с наложения на сборочный барабан слоя сжатия, сердечники ремней после сборки не выворачивают и сборка называется *прямой*. При наложении на барабан слоя растяжения сердечники после сборки выворачивают, и такой способ сборки называется *обратным*.

Ремни кордшнуровой конструкции можно собирать любым из этих двух способов. Ремни кордтканевой конструкции, особенно небольшой длины, рекомендуется собирать прямой сборкой, так как при обратной сборке в вывернутых сердечниках слои кордткани имеют неравномерное натяжение: верхние слои растянуты, а на нижних могут образоваться складки.

Существует индивидуальная и групповая сборка ремней. При *индивидуальной* сборке каждый сердечник собирают отдельно путем последовательного наложения элементов конструкции на два шкива, расстояние между которыми определяется длиной ремня. Для подготовки полуфабрикатов обычно применяют дополнительно к перечисленному оборудованию станки для резки ленточки резиновой смеси слоя растяжения, в основном из рулона поперечно закроенной волокнистой резины, и червячную машину для профилирования трапецевидной заготовки слоя сжатия. После сборки сердечника его обертывают ленточкой косо закроенной оберточной ткани. Все операции выполняют на одном станке (обычно в большей степени автоматизированном) либо на двух станках с разделением операций сборки и обертки.

При *групповом* способе осуществляют аналогичным образом сборку кольцевого викаля шириной 500—1100 мм, который затем разрезают на прямоугольные либо скошенные до трапецевидной формы сердечники. Прямоугольные сердечники скашивают на отдельном станке, после чего они поступают на станки для обертки. Последовательность операций при изготовлении заготовок групповым способом схематично представлена на рис. 88.

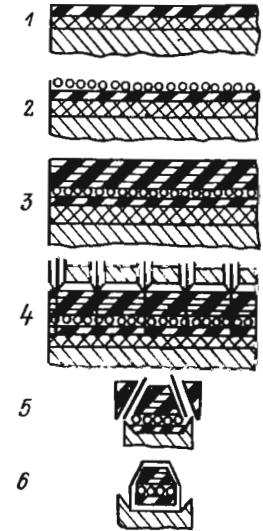
Сопоставление известных способов групповой и индивидуальной сборки и оборудования для их осуществления показывает, что индивидуальная сборка менее производительна и требует более сложного и дорогостоящего оборудования в связи с необходимостью осуществления на одном станке множества различных операций. Для обеспечения одинаковой производительности участок с использованием станков индивидуальной сборки требует примерно в 3 раза больше производственной площади, чем комплект оборудования для групповой сборки.

Следует отметить, что сердечники после индивидуальной сборки более стабильны по размерам благодаря большей степени автоматизации станка. Групповая сборка требует более тщательного межоперационного контроля размеров и массы сердечников.

До последнего времени в отечественной промышленности сердечники ремней собирали на сборочных станках типа СКР, которые не отвечают повышенным требованиям технологического

Рис. 88. Последовательность операций при изготовлении заготовок ремней:

1 — наложение слоя растяжения; 2 — навивка кордшнура; 3 — наложение слоя сжатия по слоям; 4 — резка викаля на прямоугольные сердечники; 5 — скашивание сердечников; 6 — обертка сердечников



процесса изготовления кордшнуровых ремней, так как имеют следующие недостатки: несовершенство системы натяжения кордшнура, приводящее к тому, что колебания натяжения кордшнура при навивке составляют $\pm 60\%$ номинала; отсутствие надежных питателей, что вынуждает заводы применять раскаточные стойки, которые не создают постоянного натяжения резиновых смесей, стабильности их калибра и приводит часто к увеличению колебания высоты сердечников, усадке смеси после снятия сердечников с барабана, деформации и скручиванию их перед скашиванием; резка викаля одиночным ножом, которая не обеспечивает регламентных допусков на ширину сердечника; применение складных сборочных барабанов затрудняет съем сердечников после резки викаля.

Новые станки для групповой сборки ремней длиной до 4500 мм в значительной мере устраняют названные недостатки станков типа СКР. Выпускают две модификации станков для сборки ремней: длиной до 2,65 м (индекс 331.041) и до 4,5 м (индекс 331.071). В станках применена автоматическая система поддержания натяжения кордшнура с точностью $\pm 4\%$ номинала. Питатели к сборочным станкам снабжены устройством для поддержания необходимого натяжения резинового полотна. Автоматическая резка блоками ножей обеспечивает регламентные допуски на ширину сердечников в пределах $\pm 0,8$ мм и значительно сокращает общее время резки. Конструкция раздвижных сборочных барабанов в комплекте с вулканизированными резинотканевыми рубашками облегчает съем сердечников после резки, повышает точность настройки на необходимую длину викаля. Для обеспечения сборки ремней длиной от 1 до 4,5 м применяют 15 раздвижных бара-

банов с интервалом изменения длины каждого барабана от 100 до 300 мм. При работе на старых станках на тот же интервал длины требуется около 30 складных сборочных барабанов.

Для обеспечения сборки кордшнуровых ремней длиной более 4,5 м разработано специальное приспособление к двухбарабанному сборочному станку СКР-2. Станок дополнительно комплектуется кареткой для укладки кордшнура, механизмом стабилизации осевого положения викаля и обеспечивает сборку кордшнуровых ремней длиной более 2,7 м в соответствии с раздвижением приводного и выносного барабанов. На базе этого станка ВНИИРТМАШем разработан станок для сборки кордшнуровых ремней длиной до 8,0 м (индекс 331.081).

При некотором снижении производительности сборки кордшнуровых ремней по сравнению с тканевыми (на $\approx 20\text{—}30\%$) качество сборки сердечников с применением перечисленного оборудования соответствует уровню современной технологии.

Перед сборкой сердечников на конфекционный барабан накладывают резинотканевую рубашку толщиной 7—12 мм, которая предохраняет нож при резке викаля на заготовки от соприкосновения с металлом барабана, и служит для удобства сборки викаля. Меняя толщину рубашки, на одном и том же барабане можно получить при сборке ремни разной длины. Рубашка состоит из нескольких слоев резиновой смеси, получаемой из отходов, и одного слоя ткани.

При сборке кордшнуровых ремней кордшнур промазывают клеем или пастой для того, чтобы предотвратить расслоение сердечника при дальнейших операциях. Промазка производится одновременно с навивкой при прохождении кордшнура через бачок с клеем концентрацией от 1:0,8 до 1:2. Бачок устанавливается между навивочным устройством и направляющими роликами. Излишки клея отжимаются фильерой. При использовании быстросохнущих клеев сушка кордшнура практически не требуется.

Операцию скашивания сердечника с целью приближения его формы к форме готового ремня проводят на сборочном станке (угол скашивания 65°) при резке викаля или на отдельном станке. Выделение операции скашивания на отдельный станок позволяет без затруднений осуществить скашивание под углом 40° (для вентиляторных и приводных ремней). Кроме того, облегчается процесс межоперационного контроля размеров и массы прямоугольных сердечников после сборки и корректировки параметров сердечника.

Для скашивания сердечников применяют специальные станки инд. 131.161 с модернизированным узлом скашивания для ремней длиной до 2650 мм и инд. 131.281 — для ремней длиной 4500 мм. В настоящее время готовят к выпуску две модификации модернизированных станков для скашивания сердечников длиной до

12 м. Скашивание ремней длиной до 18 м возможно также на оберточных станках ОКР-2, оснащенных узлом скашивания сердечников.

Обертка сердечников завершает изготовление заготовок клиновых ремней. Основной задачей этой операции является равномерная обкладка сечения сердечника одним или несколькими слоями оберточной ленточки. В оберточных станках старой конструкции (ОКР-1, ОКР-2 и др.) параметры обертки, ширина ленточки во многом определяются клейкостью промазочной резиновой смеси и соответственно усилиями, необходимыми для разделения слоев обертки при размотке ее из ролика.

В настоящее время промышленность оснащается новыми полуавтоматическими станками для обертки приводных и вентиляторных ремней. Станки обеспечивают производительную обертку ремней всех сечений длиной до 2,65 м (инд. 573-9) и до 9 м (инд. 573-10). Помимо этого для обертки кордшнуровых ремней узких сечений разработаны станки серии СОКР. В этих станках применены усовершенствованные узлы обжима сердечника, обеспечена устойчивость сердечников при обертке ремней узких сечений, усовершенствована электронная схема управления автоматикой. Для стабилизации натяжения и размеров ленточки при размотке с ролика применяют полиэтиленовую прокладку. При работе станка ленточки подают группой тянущих роликов, скорость которых синхронна скорости роликов механизма отбора полиэтиленовой прокладки. Число слоев ленточки отсчитывается автоматически с помощью фотоэлектрического датчика, который срабатывает от метки, нанесенной на ленточку специальным устройством. Конструкция и технические характеристики зарубежных оберточных станков принципиально не отличаются от описанных выше моделей отечественных станков.

3.3.6. Вулканизация и контроль качества ремней

Вулканизация завершает процесс изготовления ремней. Цель ее — окончательное оформление сечения ремня, обеспечение необходимых свойств элементов конструкции (в первую очередь, резины) и опрессовка для достижения высокой прочности связи между ними.

Известные способы вулканизации сводятся в основном к формированию и нагреву массива заготовки по всей ее длине (автоклавная и диафрагменная вулканизация ремней длиной до 4,5 м), или отдельными участками (челюстная вулканизация), или непрерывной вулканизации в зоне, при перемещении заготовки по длине (ротационная вулканизация). Главное их отличие — в разном давлении формования, в значительной степени определяющем конечное качество получаемых ремней.

Одним из главных условий качественного оформления сечения, его монолитности и прочности связи между элементами сечения является обеспечение достаточного давления формования. Это давление должно быть выше парциального давления газообразных продуктов вулканизации, чтобы избежать порообразования в резине. Кроме того, важно создать условия, обеспечивающие заполнение вулканизационной формы разогретой невулканизированной резиновой смесью до начала ее структурирования. При котловой вулканизации давление ограничено прочностью материалов корпуса и обычно не превышает 0,4—0,5 МПа.

При *ротационной* вулканизации давление определяется сопротивлением разогретой резиновой смеси в зоне вулканизации при растекании ее по канавке вулканизационной формы. Для больших ротационных прессов производства ЧСФР при диаметре барабана 500 мм давление не превышает 0,3—0,4 МПа. Помимо этого, возможность натяжения заготовок ремней на ротационных прессах для снижения тепловой усадки несущего слоя ограничена опасностью смещения кордшнура.

Преимуществом ротационных вулканизаторов является возможность изготовления ремней разной длины в одном и том же аппарате, а также вулканизация ремней, изогнутых под определенным радиусом. Однако из-за того, что ремни вулканизуют по частям, образуются перевулканизованные участки. Кроме того, из-за консольного расположения вулканизационных барабанов на некоторых вулканизаторах не обеспечивается необходимая вытяжка. К недостаткам вулканизаторов относится также неравномерность обогрева ремней по длине и ширине барабана.

Наиболее благоприятные условия для качественного оформления сечения и достижения оптимальных характеристик готового ремня создаются при *диафрагменном* и *челюстном* способе вулканизации. Формование сечения в диафрагменном прессе осуществляется давлением резиновой диафрагмы на кольцевые сердечники, помещенные в канавки вулканизационных форм. Обычно давление греющего пара, подающегося внутрь формы на 0,4—0,6 МПа меньше, чем давление на диафрагму (рис. 89), что обеспечивает качественное формование сечения. В отечественной промышленности для вулканизации кордшнуровых ремней длиной до 4,5 м разработано три модификации диафрагменных прессов для ремней длиной 400—2000, 1800—3200 и 2500—4500 мм. Вулканизаторы работают в комплекте со складными четырехсекционными формами.

На челюстных прессах давление формования создается за счет усилия смыкания плит пресса, достигающего 2000 кН и более. Для создания условий, позволяющих заготовке воспринять усилие формования, ее делают несколько большего размера (на $\approx 1\%$), чем это требуется для заполнения формы, а концы плит пресса охлаждают.

Для вулканизации ремней длиной более 3500—4500 мм рекомендуют использовать также челюстные прессы ВП-200. Применение специальных вставок увеличивает длину вулканизуемых ремней до 5600 мм. Вулканизация более длинных ремней возможна на том же прессе с вариантами растяжных устройств либо при использовании спаренных прессов.

Вулканизация ремней в прямолинейном состоянии на челюстных прессах обеспечивает возможность изготовления ремней больших длин при достаточно высоком давлении прессования. Однако этому способу вулканизации присущ ряд недостатков: нестабильность ремня по сечению и длине, неравномерная вытяжка участков ремня, наличие перевулканизованных участков, значительное искажение сечения ремня при изгибе его вокруг шкива.

При вулканизации ремней на барабанных пресс-формах обеспечивается максимальная стабильность ремней по размерам сечений и длинам, а форма сечения ремня при изгибе вокруг шкива искажается незначительно, поскольку ремень был предварительно изогнут. Кроме того, не образуются участки двойной вулканизации, отрицательно влияющие на долговечность ремня.

Однако необходимость иметь индивидуальную пресс-форму для каждого типоразмера ремня является недостатком этого способа вулканизации. Кроме того, с увеличением длины ремней операция вулканизации становится более трудоемкой, а аппаратное оформление более сложным. Было установлено, что на барабанных пресс-формах целесообразно вулканизовать ремни длиной не более 4,5 м. Ремни большей длины, а также небольшие партии ремней, для которых невыгодно изготовление специальных барабанных пресс-форм, вулканизуют в челюстных прессах или в ротационных вулканизаторах.

Для стабилизации длины ремней после их вулканизации необходимо охладить их до 50—70 °С при натяжении. При использовании диафрагменных вулканизаторов барабан с ремнями охлаждают воздухом на специальных вентилируемых столах либо помещают формы с ремнями в емкость с проточной водой. Стабилизацию длины ремней после вулканизации на челюстных прессах осуществляют при прокручивании фронта ремней на растяжных роликах с обдувом воздухом.

Контроль качества готовых ремней проводят измерением их длины с одновременной проверкой размеров сечения, а также испытывая их на стендах.

Для измерения длины и контроля размеров сечения ремень устанавливают на два шкива, и после приложения растягивающей нагрузки и прокручивания ремня оценивают его длину по межцентровому расстоянию между шкивами. Обычно с промером ремня совмещают операцию обрезки резиновых заусенцев. Маркируют ремни на отдельных станках либо совмещают эту опера-

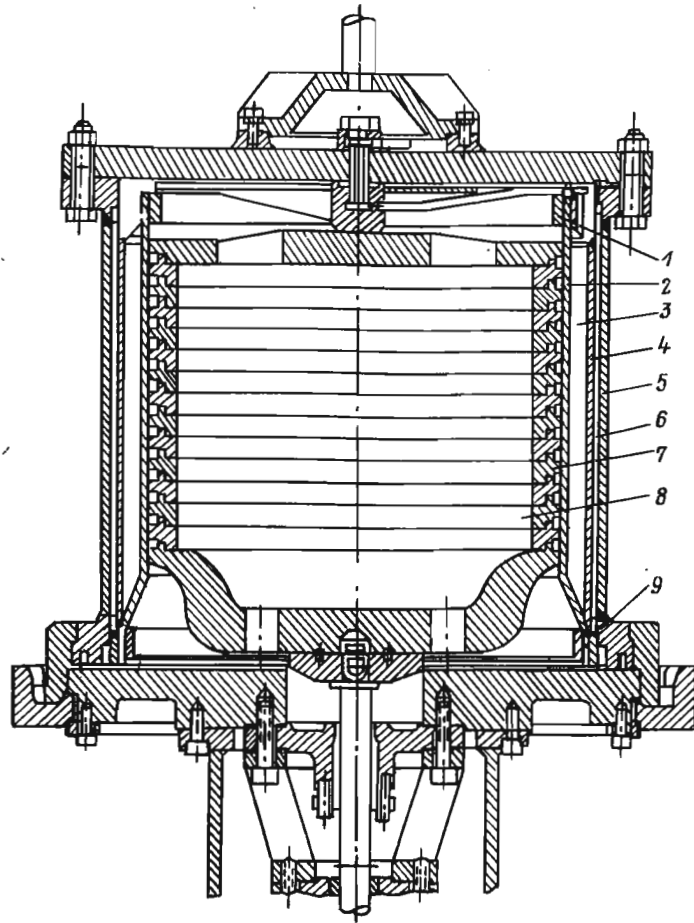


Рис. 89. Схема диафрагменного вулканизатора:

1 — сегмент для крепления диафрагмы; 2 — резиновая диафрагма; 3 — полость для подачи воздуха с избыточным давлением 1,5 МПа и создания вакуума; 4 — металлический колокол; 5 — обогревательная рубашка; 6, 8 — полость для подачи пара с избыточным давлением 0,6 МПа; 7 — барабанная пресс-форма; 9 — сегмент

цию с промером ремней или с вулканизацией, подкладывая между заготовкой и формирующим элементом синтетическую пленку или металлизированную фольгу с нанесенной на них маркировкой. Последний способ может быть применен только при обеспечении стабильной длины ремней (допуск не более $\pm 0,2\%$ номинала), не требующей последующей комплектации по длине.

Для промера ремней всех профилей с одновременной обрезкой резиновых выпрессовок и маркировкой в отечественном производстве разработано три модификации станков: инд. 753-031 для

ремней длиной 750—2500 мм; инд. 753-041 для ремней длиной 2500—7100 мм и инд. 753-051 для ремней длиной 4500—18000 мм.

Отклонения от требований технической документации по внешнему виду проверяют осмотром ремней и сравнением с эталонным образцом.

Для ускоренной оценки работоспособности и долговечности ремней применяют стенды, на которых ремни испытывают в условиях, приближающихся к реальным при эксплуатации. Результаты испытаний оценивают временем до разрушения ремня и удлинением за время испытаний. В зарубежной и отечественной практике используют стенды как с передачей мощности, так и без передачи нагрузки для оценки изгибоустойчивости ремней.

Оперативное и методически правильно спланированное проведение контрольных испытаний готовых ремней совместно с организацией межоперационного контроля по переходам производства обеспечивает стабильность технологии и качество клиновых ремней.

3.3.7. Основные пути повышения долговечности приводных ремней

Наиболее важными направлениями увеличения ресурса работоспособности приводных ремней являются повышение динамических характеристик материалов, снижение коэффициента старения резин, повышение модуля несущего слоя, его адгезионных свойств и оптимизация технологических свойств материалов.

Конструкция кордшнуровых ремней нового типа без обертки рабочих поверхностей с формованным зубчатым слоем сжатия обеспечивает существенное повышение эксплуатационных характеристик ремней. Для изготовления этих ремней рекомендована новая технология, позволяющая выпускать ремни для особо нагруженных передач с применением новых материалов — резины с вязким волокнистым наполнителем на основе полихлоропрена и сверхвысокомодульного кордшнура.

Для повышения качества и технологичности изготовления приводных ремней следует ускорить работы в следующих направлениях:

- разработка и освоение промышленного выпуска адгезионных кордшнуров на основе арамидных волокон;

- разработка ингредиентов для пропитки полиэфирных кордшнуров типа блокированных изоцианатов;

- разработка полуэластичной оберточной ткани на основе анидного волокна с удлинением при разрыве по утку не менее 100 %;

- усовершенствование оборудования для изготовления полуфабрикатов, сборки, обертки и вулканизации сердечников ремней.

В первую очередь это касается каландрового оборудования с автоматическим регулированием калибров резиновых смесей,

пропиточного оборудования, обеспечивающего возможность пропитки и термообработки полиэфирных и арамидных шнуров, диагонально-резательной машины с максимальной автоматизацией процесса раскроя и увеличенной точностью резки полотна на ленточки, сборочного и оберточного оборудования с повышенной надежностью работы, оборудования для челюстной вулканизации, предусматривающего автоматизацию цикла вулканизации и перезарядки пресса.

3.4. РУКАВНЫЕ ИЗДЕЛИЯ

3.4.1. Назначение и основные требования к рукавам

Рукава предназначены для транспортировки жидких, газообразных или сыпучих материалов и характеризуются достаточно высокой гибкостью (что выгодно отличает их от металлических и других жестких труб) в сочетании со способностью выдерживать значительные давления или разрежения (в отличие от резиновой трубки). Рукава применяются в качестве гибких соединительных трубопроводов гидравлических, пневматических, топливных, смазочных систем самых разнообразных машин и механизмов, для транспортировки широкого ассортимента нефтепродуктов, воды, растворов, эмульсий, суспензий, газов, пара, песка и т. д.

Рукава, работающие под избыточным внутренним давлением, называют *напорными*, а применяемые в условиях разрежения — *всасывающими*. Некоторые типы рукавов могут эксплуатироваться и в тех, и в других условиях (*напорно-всасывающие*). В общем производстве рукавов наибольший удельный вес приходится на напорные. В связи с повышением рабочих давлений и скоростей производственных процессов потребность в рукавах высокого давления (свыше 10 МПа) растет более высокими темпами, чем потребность в рукавах других типов.

Технология изготовления рукавов, по сравнению с производствами других видов РТИ, достаточно сложна и многообразна, так как включает в различных вариантах почти все характерные для резиновой промышленности процессы. Поэтому рукавные изделия сравнительно дороги, но тем не менее спрос на них непрерывно возрастает. К рукавам предъявляются высокие и разнообразные требования:

высокая прочность и долговечность при минимальной массе, гибкость, вибро-, износо- и изгибостойкость;

работоспособность в широком интервале температур, стойкость к действию тепла, света, атмосферных факторов;

стабильность геометрических размеров и относительно гладкая внутренняя поверхность;

стойкость к действию перекачиваемых продуктов и отсутствие влияния на их качество*.

Удовлетворение этим требованиям достигается использованием соответствующих материалов, разработкой оптимальных конструкций рукавов, необходимым технологическим и аппаратным оформлением процессов их изготовления.

В зависимости от природы рабочей среды рукава подразделяют на следующие типы:

Б — для бензина, керосина, нефтепродуктов, минеральных масел;

В — для воды и слабых растворов неорганических кислот и щелочей (концентрация не выше 20 %);

ВГ — для горячей воды с температурой до 100 °С;

Г — для воздуха, азота, кислорода, ацетилена, диоксида углерода, инертных газов;

П — для пищевых продуктов;

Ш (напорные) — для водных суспензий при штукатурных работах и песка от пескоструйных аппаратов;

КЩ (всасывающие) — для слабых растворов неорганических кислот и щелочей (до 20 %).

При перекачивании неполярных жидкостей (в частности, нефтепродуктов) возникает опасность накопления статического электричества, для отвода которого в конструкцию рукава включают токопроводники, чаще всего медную стренгу. Однако малая деформируемость этих элементов приводит к их разрывам, что уменьшает долговечность рукавов. Целесообразнее использовать электропроводящую резину (полное электрическое сопротивление рукава не должно превышать 10^7 Ом), что не только позволяет отводить заряды, но и способствует уменьшению электризации материалов.

3.4.2. Применяемые материалы

Резиновые смеси должны обладать хорошей шприцуемостью (экструдиремостью или каландруемостью), и их каучуковая основа определяется назначением рукава, той рабочей средой, с которой контактирует резина в процессе эксплуатации.

Для рукавов, предназначенных для транспортировки воды, водных растворов, газов, применяют смеси на основе каучуков общего назначения (чаще всего бутадиенстирольных или их комбинаций с СКИ-3 или СКД). В рукавах типа Б используют смеси на основе полярных каучуков — различных марок наирита и бутадиеннитрильных или их комбинаций в различных соотноше-

* Например, при контакте с нефтепродуктами из резин могут вымываться отдельные ингредиенты, что ухудшает качество топлив, однако, это отмечается только в начальный период эксплуатации новых рукавов.

Таблица 33. Характеристика некоторых типов нитей

Тип волокна	Структура нити	Диаметр, мм	Разрывная нагрузка, Н	Удлинение при разрыве, %
Хлопчатобумажное	27 текс × 4	0,38	18,4	10
	50 текс × 2 × 3	0,60	45,9	6
	27 текс × 4 × 3	0,67	76,5	10
Капроновое	93,5 текс × 5 × 3	1,6	765	—
Анидное	93,5 текс × 8 × 4	2,7	1530	—
Полиэфирное	111 текс × 3	—	222	13
	111 текс × 6	—	450	15

ниях. При этом для наружного слоя, контакт которого с нефтепродуктами возможен, но не постоянен, нашли применение смеси наирита с каучуками общего назначения (при соотношениях от 95:5 до 50:50). Для повышения каркасности и твердости резин возможно введение в состав смесей термопластичных полимеризационных пластмасс, таких как полиэтилен низкой плотности [до 20 ч. на 100 ч (по массе) каучуков]. Перспективны марки бутадиеннитрильных каучуков, наполненных на стадии получения поливинилхлоридом, например СКН-26ПВХ-30. Благодаря этому удается уменьшить толщину резиновых слоев и снизить материалоемкость изделий.

Применение в составе резин значительных дозировок пластификаторов и мягчителей позволяет повысить количество вводимых наполнителей до 100 и более ч. на 100 ч. (по массе) каучуков. Использование в таких количествах обычных марок технического углерода (П234 и т. п.) приводит к получению резин с удовлетворительной электрической проводимостью, а для специальных

Таблица 34. Характеристика некоторых тканей, применяемых в производстве рукавов

Тип волокна	Ткань	Плотность ткани, нитей на 10 см		Структура пряжи	
		по основе	по утку	основа	уток
Льняное	Полотно ЛЛ	158	114	91 текс × 1	91 текс × 1
	Полотно ОР	108	114	200 текс × 1	200 текс × 1
Хлопчатобумажное	Рукавная Р-1	196	130	27 текс × 2	50 текс × 2
	Рукавная Р-2-20	104	104	50 текс × 3	50 текс × 3
	Рукавная Р-2-40	104	104	25 текс × 6	25 текс × 6
	Рукавная Р-3	90	95	84 текс × 3	84 текс × 3
	Автопнев	84	88	50 текс × 6	50 текс × 6
	Кордпнев	90	84	27 текс × 13	27 текс × 13
Полиамидное	Рукавная КНК (КНА)				
	Кордпнев КНК (КНА)				

антистатических резин применяют технический углерод с более высокой электропроводимостью (А327-Э).

Применяемые для промазки клеи и пасты получают растворением в смеси бензин: этилацетат (1:2 по массе) резиновых смесей на основе наирита и хлорнаирита. Такие смеси обычно не содержат наполнителей, а оксид цинка вводят на стадии растворения смеси.

Для армирования рукавов в ограниченном количестве применяют хлопчатобумажные нити и пряжу (чаще всего для вспомогательных слоев под металлооплетку или навивку), а для силовых каркасов используют синтетические (в основном, лавсановые) нити. Структура и свойства некоторых типов нитей представлены в табл. 33.

Ткани для армирования рукавов могут быть хлопчатобумажными, льняными, полиамидными, чаще всего полотняного переплетения с одинаковыми нитями по основе и утку и близкими значениями плотности в продольном и поперечном направлениях (табл. 34).

В последние годы все шире применяют ткань рукавную капроновую ТРК-МА, характеризующуюся малой усадкой и хорошими адгезионными свойствами.

3.4.3. Конструкции рукавов и способы сборки силового каркаса

В большинстве случаев рукав состоит из трех основных элементов конструкции: внутреннего резинового слоя, или *камеры*, усиливающего слоя, или *силового каркаса*, и наружного резинового слоя, или *защитного покрытия*. Камера обеспечивает герметичность рукава, его сопротивление химическому и физическому

Разрывная нагрузка полоски 50 × 200 мм, кН		Удлинение при разрыве, %		Толщина ткани, мм	Масса 1 м ² ткани, г
по основе	по утку	по основе	по утку		
0,88	0,88	12	12	0,4—0,5	280
1,16	1,24	10—15	7—12	0,6—0,8	455
0,67	0,78	25	12	0,70	260
0,83	0,93	24	14	0,95	350
0,83	0,93	24	14	0,95	350
1,23	1,37	28	14	1,15	515
1,57	1,86	32	16	1,25	590
2,11	2,35	36	16	1,30	710
2,65	2,85	27	24	1,15	480
3,19	3,43	29	25	1,15	500

воздействию рабочей среды. Силовой каркас предназначен для восприятия механических напряжений от внутреннего или внешнего давления, веса транспортируемого материала. Наружный резиновый слой защищает рукав от воздействия внешних факторов (истирание и другие механические напряжения, атмосферные факторы и т. д.).

Для обеспечения высокого качества рукавов необходимо, чтобы связь между отдельными элементами конструкции была достаточно прочной (в том числе и при многократных деформациях рукава), что требует определенной опрессовки рукавов в процессах их сборки и вулканизации. При изготовлении многослойного силового каркаса между отдельными слоями армирующего материала помещают резиновые прослойки (или промазывают пастой), что повышает монолитность рукава и уменьшает трение между слоями.

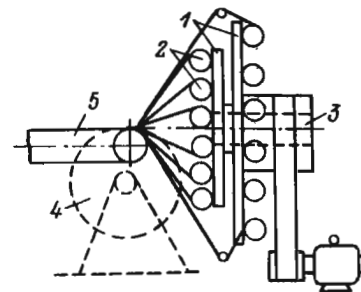
Формирование внутреннего, промежуточных и наружного резиновых слоев осуществляется обычными приемами технологии резинового производства (профилирование, наложение каландрованной ленты резиновой смеси).

При сборке силового каркаса важно, чтобы несущие нагрузки нити (или проволока) располагались в «равновесном» направлении, т. е. под таким углом к оси рукава, когда внутреннее давление не вызывает искажения геометрических размеров изделия (при отсутствии растяжения материала). Расчет показывает, что таким равновесным является угол $54^{\circ}44'$. При наложении нитей с меньшими углами рукав при повышении давления увеличивается по диаметру и уменьшается по длине, в результате чего угол приближается к равновесному; при наложении нитей с большими углами наблюдается обратная картина.

В зависимости от способа сборки силового каркаса рукава разделяются на несколько видов. В рукавах *прокладочной* конструкции силовой каркас собирают обертыванием камеры в несколько слоев полосой обрешиненной ткани, раскроенной под углом 45° (меньше равновесного), поэтому под действием внутреннего давления происходит некоторое увеличение диаметра и уменьшение длины рукава. Применяемые ткани (рукавные, кордпнев, автопнев и др.) должны быть равнопрочными и иметь одинаковые удлинения по основе и утку, в противном случае под действием избыточного внутреннего давления может происходить перекручивание рукава.

С увеличением числа прокладок повышается жесткость конструкции, и при 7—8 прокладках рукав утрачивает необходимую гибкость. Поэтому в рукавах диаметром более 50 мм, предназначенных для работы при повышенных давлениях, тканевый каркас усиливают проволоочной спиралью, располагающейся в промежуточном резиновом слое. Рукава прокладочной конструкции выпускают с внутренним диаметром от 4 до 200 мм, длиной до 20 м

Рис. 90. Схема шпульной оплеточной машины:
1 — передний и задний диски; 2 — катушки с нитями оплетки; 3 — центральный направляющий стакан; 4 — отборочный барабан; 5 — отборочный транспортер



и с рабочим давлением до 2,5 МПа. Недостатком прокладочной конструкции является существенное отклонение направления нитей в каркасе от равновесного, значительные затраты ручного труда при сборке рукавов, невозможность выпуска изделий большой длины.

Более совершенна оплеточная конструкция каркаса, получаемого путем *оплетки* камеры отдельными нитями. По сравнению с рукавами прокладочной конструкции рукава с плетеным каркасом более гибки, при равной прочности на их изготовление расходуется на 30 % меньше армирующих материалов, кроме того, использование оплеточных машин позволяет выпускать достаточно длинномерные рукава.

В отечественной промышленности применяются в основном быстросходные шпульные оплеточные машины с горизонтальным прохождением рукава. Шпули устанавливаются на дисках, вращающихся в противоположном направлении (рис. 90). Потoki нитей со шпуль заднего диска с помощью механических нитеводителей попеременно направляются то выше, то ниже нитей, сходящих со шпуль переднего диска. В результате образуется переплетение потоков по типу саржи «две через две» (рис. 91). В зависимости от диаметра выпускаемого рукава применяют 24-, 32-, 36-, 48- и 64-шпульные машины.

Нити в каждом потоке (от 1 до 6) должны ложиться точно одна к другой без пересечения, поэтому важной подготовитель-



Рис. 91. Напорный рукав с каркасом оплеточной конструкции:
а — общий вид; б — структура оплетки;
1 — внутренняя камера; 2, 4 — прокладки каркаса; 3 — промежуточный резиновый слой;
5 — резиновая обкладка

ной операцией является перемотка нитей на шпули в виде потока (трощение).

Процесс наложения плетеного каркаса характеризуется несколькими основными показателями. Под плотностью оплетения понимают отношение площади, непосредственно занятой нитями, к общей площади оплетенной поверхности. При слишком высокой плотности оплетения снижается гибкость рукава и затрудняется затекание резиновой смеси между отдельными нитями оплетки в процессе вулканизации, что снижает прочность связи между элементами конструкции. При редкой оплетке существенно снижаются прочностные характеристики рукавов (под действием внутреннего давления возможно образование свищей). Поэтому для каждого типоразмера рукавов подбирается своя оптимальная плотность оплетения.

Шаг оплетения — это расстояние между двумя последовательными витками одной и той же нити (или величина продвижения рукава за время полного оборота дисков оплеточной машины). Угол оплетения (желательно равновесный) определяется соотношением частоты вращения дисков оплеточной машины и скорости протягивания рукава. Поскольку оплеточные машины работают с постоянной частотой вращения, угол оплетения задается скоростью оплетения на основе соотношения:

$$v = nt = n\pi d \operatorname{ctg} \alpha,$$

где v — скорость оплетения, м/мин; n — частота вращения дисков оплеточной машины, мин^{-1} ; t — шаг оплетения, м; d — диаметр накладываемого слоя оплетки, м; α — угол оплетения.

Число слоев оплетки в каркасе зависит от требований, предъявляемых к прочности рукава. Минимальное число слоев требуется в рукавах малого диаметра, работающих при небольших внутренних давлениях, однако для повышения надежности и в этих случаях обычно предусматривают двухслойный каркас. С увеличением диаметра рукава и рабочего давления число оплеток возрастает, что снижает гибкость рукавов, увеличивает число операций при их сборке, уменьшает эффективность использования армирующего материала. Поэтому рукава высокого давления армируются металлооплеткой с использованием стальной (лучше латунированной) проволоки диаметром 0,3—0,6 мм. Во избежание повреждения проволокой внутреннего и наружного резиновых слоев между ними и металлооплеткой обычно размещают слои нитяной оплетки. Вместо оплетки хлопчатобумажными нитями рекомендуется использовать обмотку лентой из лавсанового или капронового сетчатого полотна (толщиной 0,3—0,35 мм с размером ячеек от 1,1×1,1 до 1,4×1,4 мм).

Для работы в условиях пульсирующего давления рукав должен быть как можно более монолитным, чтобы свести к минимуму относительные перемещения отдельных элементов конст-

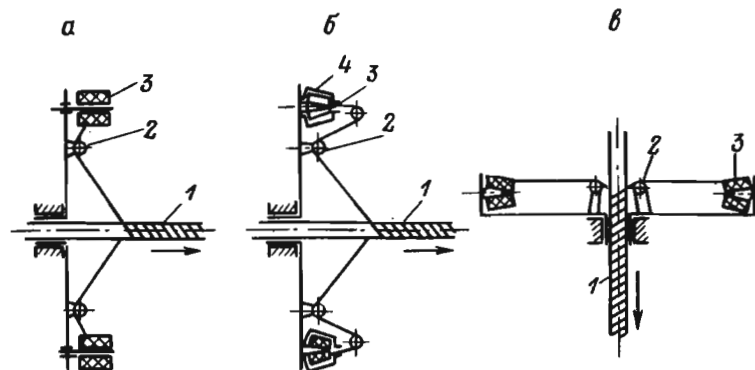


рис. 92. Варианты устройства навивочных станков:
1 — рукав; 2 — тормозное устройство; 3 — катушка; 4 — защитный кожух

рукции. Это достигается созданием равномерного и по возможности высокого натяжения нитей или проволоки при оплетении и уменьшением числа пересечений потоков. Поэтому более прочными оказываются рукава, оплетенные на машинах с меньшим числом шпудлей, но с большим числом нитей в потоке.

Уменьшение числа пересечений потоков в пределе приводит к рукавам навивочной конструкции, в которых силовой каркас создается навивкой потока нитей (или проволоки) под углом, близким к равновесному (52—57°). В паре соседних слоев каркаса нити навиваются в противоположных направлениях, поэтому число слоев навивки всегда оказывается четным.

авивочные машины по сравнению с оплеточными намного проще по конструкции, компактнее, производительнее и бесшумнее в работе. Бобины с нитями (до 64 шт.) устанавливаются на патроны по периметру планшайб, вращающихся вокруг протягиваемого через центр рукава (рис. 92). Перемотку нитей на бобины осуществляют с помощью серийных перемоточных машин, однако наиболее желательны конструкции навивочных машин, позволяющие использовать нити без перемотки, непосредственно с тех паковок, в которых они поступают на заводы.

Важным условием получения однородного, высококачественного о каркаса является равномерность натяжения нитей при навивке. В тихоходных навивочных машинах могут использоваться цилиндрические бобины, вращающиеся вокруг оси при сматывании нити (см. рис. 92, а).

В быстроходных машинах подобная конструкция неприемлема, так как возникающие при вращении бобин центробежные силы приводят к неравномерности натяжения нитей.

В таких машинах применяют конусные бобины, часто помещаемые в специальные контейнеры (см. рис. 92, б), что предохраняет нить от действия ветровых нагрузок и стабилизирует ее по-

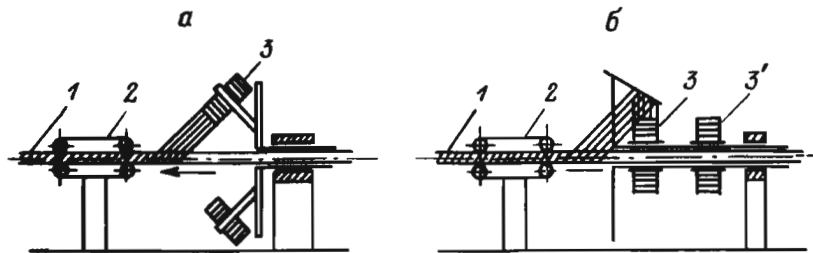


Рис. 93. Варианты устройства обмоточных станков с выносными (а) и центральной (б) катушками:

1 — рукав; 2 — протягивающее устройство; 3, 3' — катушки

ложение при сматывании с бобины. При навивке на вертикально проходящую заготовку нити находятся в одинаковых условиях (см. рис. 92, в).

При изготовлении навивочных рукавов высокого давления используют латунированную проволоку диаметром 0,3—0,6 мм. При этом резиновая смесь камеры должна обладать повышенной когезионной прочностью и твердостью, для чего в ее состав может вводиться до 20 ч. (по массе) полиэтилена; кроме того, камера защищается от продавливания слоем нитей или сетчатого полотна. По сравнению с металлооплеткой сборка рукавов с навивкой проволоки несколько сложнее, так как для получения высококачественных изделий при навивке необходимо очень тщательное соблюдение технологических параметров процесса.

Навивка каркаса из одиночных нитей может вызывать ряд затруднений, особенно при использовании толстых нитей и изготовлении рукавов большого диаметра (трудность заполнения резиной промежутков между нитями, значительное число и объем бобин, возможность случайного искажения плотности навивки и т. д.). Поэтому в последние годы получили распространение рукава *обмоточной* конструкции, в которых силовой каркас создается обматыванием внутренней камеры полосами из заранее фиксированных относительно друг друга нитей. Это может быть ткань, обрезиненная на каландре и разрезанная на ленты. Наиболее целесообразно использование безуточных тканей, но широко применяются и слабоуточные ткани типа корда для шинной промышленности. Вместо обрезинивания на каландре ленту из нитей можно пропитывать латексным составом, при этом уменьшается толщина ленты, упрощается используемое оборудование.

Так же, как в рукавах навивочной конструкции, каркас обязательно имеет четное число слоев, и нити основы в соседних слоях расположены в противоположном направлении под углом, близким к равному. Катушки с лентой могут быть выносными (рис. 93, а) или центральными (рис. 93, б). При втором варианте во время сборки рукава на резервную катушку наматывается

лента (с помощью специального приспособления), что сводит к минимуму простои станка на перезарядку.

Сравнительно мало распространены рукава (в основном, пожарные) с *круглотканым* бесшовным каркасом, непрерывно накладываемым на внутреннюю камеру при протягивании ее через вертикальный круглоткацкий станок. В таком каркасе нити основы расположены вдоль оси рукава, а переплетающие их нити утка — спирально. В пожарных рукавах наружного резинового слоя нет, и для увеличения прочности связи камеры и круглотканого каркаса, а также защиты его от различных видов старения желательна пропитка чехла специальными смолами.

Всасывающие рукава работают при внутренних давлениях ниже атмосферного, поэтому нет необходимости создавать многослойные текстильные каркасы. Но во избежание сплющивания рукава внешним давлением в его конструкции предусмотрена армирующая *спираль* из высокомодульного материала, чаще всего из оцинкованной стальной проволоки или достаточно прочной пластмассы (например, поливинилхлорида). Аналогичные спирали имеются и в конструкциях напорно-всасывающих рукавов. Число спиралей и их местоположение зависит от назначения рукава и предъявляемых к нему требований. Всасывающие рукава обычно выполняются с закрытой спиралью и имеют следующее строение: внутренняя резиновая камера, одна или несколько тканевых прокладок, проволоочная спираль, промежуточный резиновый слой, одна или несколько наружных тканевых прокладок. В ряде случаев, например в рукавах типа КЩ, накладывается дополнительно наружный резиновый слой.

Напорно-всасывающие рукава, чаще всего применяемые для перекачки топлив и масел, изготавливаются, как правило, с двумя открытыми спиралями, и имеют следующую конструкцию: внутренняя спираль, тканевая прокладка, резиновый слой, одна или несколько тканевых прокладок, резиновый слой, наружная прокладка из прорезиненной ткани, наружная спираль. Возможны и различные другие варианты: рукава с одной спиралью, рукава с закрытой наружной спиралью и т. д. Для облегчения присоединения рукавов к арматуре на концах рукавов оставляют мягкие манжеты (без навивки спирали).

Для различных частных случаев использования рукавных изделий возможно включение дополнительных слоев, выполняющих определенные функции. Так, плавучие рукава (диаметром до 914 мм), применяемые для перекачки нефтепродуктов из хранилищ в танкеры и наоборот, для беспричальной заправки судов и т. п., имеют слой из микропористой резины с закрытыми порами и наружный защитный слой из полиуретана.

При практическом применении рукавов на их концах должна монтироваться арматура для присоединения к емкостям, аппаратам, насосам, узлам агрегатов и т. д. В случае напорных рукавов

низкого и среднего давления, всасывающих и напорно-всасывающих рукавов арматуру, как правило, монтируют на готовые рукава на месте их применения. Некоторые типы напорных рукавов высокого давления (в частности, буровые) оснащают арматурой в процессе их производства. Концевая арматура может быть съёмной (многоразового применения) или несъёмной. Если в конструкции рукава имеются токопроводники, они должны быть присоединены (сваркой, пайкой и т. п.) к арматуре после сборки ее на конце рукава.

3.4.4. Способы изготовления рукавов

Несмотря на разнообразие конструкций и размеров рукавов, существует четыре основных способа их изготовления: дорновый, полудорновый, бездорновый и на гибких дорнах.

При изготовлении рукавов *дорновым* способом все процессы сборки и вулканизации проводят на дорне — металлической трубе или прутке из легкого сплава определенного диаметра. Дорновым способом можно собирать рукава всех конструкций и размеров, но длина получаемых изделий ограничивается длиной дорнов и обычно не превышает 20 м (очень редко до 40 м). Поверхность дорна должна быть чистой и гладкой, без вмятин и зазубрин, поэтому необходимы чистка и правка дорнов.

Для облегчения надевания камеры на дорн и снятия готового рукава в процессе профилирования камерной заготовки ее внутреннюю поверхность опрыскивают эмульсией полисилоксановой жидкости (ПМС-200А) или опудривают тальком. После выдержки, достаточной для усадки профилированной заготовки, камеры надевают на дорн, при этом важно точно соотнести внутренний диаметр заготовки с размерами дорна, чтобы камера плотно облегла дорн. При использовании червячных прессов с Т-образной головкой экструдирование камеры может осуществляться непосредственно на дорны. Это упрощает технологическую схему процесса и повышает производительность оборудования, но последующая усадка заготовки может вызывать уменьшение ее длины и плотности облепания дорна. Затем на камеру последовательно наносят слои силового каркаса, промежуточные прослойки резиновой смеси (или пасты), наружный резиновый слой.

Собранные таким образом рукава забинтовывают с натяжением мокрой тканевой лентой (или шнуром) и на тележках подают в автоклав для вулканизации острым паром. При температурах вулканизации происходят усадка мокрой ленты и термическое расширение дорна и материалов рукава, что приводит к эффективной опрессовке многослойной конструкции. Таким образом, дорн и бинтолента в данном случае выполняют функцию пресс-формы, и в результате вулканизации под давлением получают изделия высокого качества.

После вулканизации и охлаждения рукавов осуществляют их разбинтовку, обрезку концов и снятие с дорнов. Бинтоленту и дорны возвращают в процесс для повторного использования. Достоинствами дорнового способа являются универсальность и высокое качество получаемых рукавов: гладкая внутренняя поверхность, точность размеров по диаметру и толщине стенки, высокая прочность связи между отдельными слоями конструкции. Однако у него есть и существенные недостатки: ограниченность длины рукавов, относительно большие затраты ручного труда, связанные прежде всего с наличием дорнового хозяйства; повышенный расход материалов (вследствие потерь на стыках между дорнами при непрерывных способах наложения силового каркаса и двухсторонней обрезки каждого рукава); невозможность оформления процесса по непрерывной схеме.

При *полудорновом* способе изготовления рукавов после формирования силового каркаса заготовки снимают с дорнов, и на них накладывают наружный резиновый слой. Вулканизацию рукавов обычно проводят в ваннах, заполненных водой, при этом во внутреннюю полость рукавов подается вода под давлением 0,5—1,0 МПа, чем достигается некоторая опрессовка изделий. Достоинством полудорнового способа по сравнению с дорновым является некоторое упрощение дорнового хозяйства, сокращение цикла дорнооборота, исключение операций забинтовки и разбинтовки рукавов. Однако вследствие отсутствия дорна и бинта на стадии вулканизации опрессовка происходит слабее, что приводит к снижению качества рукавов. Полудорновым способом можно изготавливать рукава сравнительно небольших диаметров, для тех областей использования, где к рукавам не предъявляются жесткие требования в отношении допусков по размерам.

Главным достоинством *бездорнового* способа является возможность изготовления рукавов значительной длины, вплоть до оформления процесса по непрерывной схеме. При получении длинномерных рукавов профилируемая заготовка принимается на вращающиеся стойки-стеллажи и после вылежки подается на наложение силового каркаса. Для повышения жесткости камеры возможны ее подвулканизация, или охлаждение, или поддувка воздухом. Силовой каркас накладывают одним из непрерывных способов (оплетка, навивка, обмотка) с промазкой заготовки клеем перед наложением каждого слоя каркаса. Наружный резиновый слой формируют чаще всего в червячном прессе с Т-образной головкой.

Собранный рукав поддувают воздухом (давление 0,2—0,3 МПа) и подают в специальный пресс (плунжерный или червячный) для наложения свинцовой оболочки толщиной 1,5—2,5 мм, после чего сматывают на барабан. Рукав заполняют водой с давлением 0,8—1,0 МПа, концы рукава заглушают, и барабан на тележке подают на вулканизацию в автоклав. В процессе вулка-

низации происходит достаточно хорошая опрессовка собранной конструкции, что способствует получению качественных изделий. По окончании вулканизации и охлаждения рукава свинцовую оболочку снимают на специальном свинцеобдирочном станке, удаляют воду из внутренней полости рукава, обрезают его концы, и готовые изделия сматывают в бухты или на барабаны. Свинец направляют в плавильную ванну прессы для повторного использования.

Применяя вулканизацию в поле токов СВЧ или в расплаве солей, бездорновый процесс изготовления рукавов можно оформить как непрерывный. При этом профилированная заготовка после подвулканизации поступает непосредственно на наложение силового каркаса и наружного резинового слоя и далее в вулканизатор непрерывного действия. Основная трудность при использовании вулканизации без избыточного давления состоит в обеспечении достаточной прочности связи между элементами конструкции. Прочность связи между каркасом и внутренней камерой повышается при наложении на подвулканизованную камеру тонкого слоя (0,8—1,0 мм) свежей резиновой смеси. При наложении наружного резинового слоя хорошо зарекомендовало себя использование Т-образной головки специальной конструкции, позволяющей создать разрежение (до 50 кПа) в полости между заготовкой рукава и шприцуемой резиновой смесью. По выходе рукава из такой головки происходит опрессовка атмосферным давлением.

Достоинства бездорновых способов изготовления рукавов: возможность получения изделий практически любой длины, высокая производительность, отсутствие дорнового хозяйства, возможность осуществления непрерывных процессов вулканизации, более высокая степень механизации и автоматизации, что позволяет более точно выдерживать заданные технологические параметры процесса. Однако качество рукавов оказывается несколько хуже, чем при изготовлении на дорнах. Кроме того, применение достаточно дефицитного и токсичного свинца для обкладки рукавов при вулканизации усложняет ведение процесса. Попытки замены свинца термопластичными полимерными материалами с высокими температурами размягчения пока не дали положительных результатов.

Высокое качество рукавов, собираемых на дорнах, и технологические преимущества бездорнового способа сочетаются при изготовлении рукавов *на гибких дорнах*. Этот прогрессивный способ используют для выпуска напорных рукавов оплеточной и навивочной конструкций внутренним диаметром до 32 мм с применением для силового каркаса проволоки или высокопрочных нитей.

Гибкий дорн разматывается с барабана и проходит через Т-образную головку червячного прессы, где на него экструдируется

внутренний резиновый слой. На охлажденную камеру обычными приемами накладывают силовой каркас и наружный резиновый слой, и после освинцевания рукав вулканизуют. Наиболее сложной операцией, ограничивающей длину выпускаемых изделий, является снятие рукава с дорна. Обычно применяют выталкивание дорнов водой под давлением. Для этого рукав с дорном перематывают на специальный барабан, обеспечивающий свободный доступ к обоим концам рукава. Один конец рукава помещают в приемную емкость для дорнов, а другой — закрепляют в зажимном патроне гидравлической установки так, чтобы дорн оставался незакрепленным. При постепенном повышении давления воды в гидравлической системе начинается выдвижение дорна из рукава, и по мере его выхода давление постепенно снижают. При увеличении длины дорна возрастает необходимое давление в системе, и современное оборудование позволяет вынимать дорны из рукавов длиной до 500 м.

Гибкие дорны должны удовлетворять ряду требований: иметь гладкую глянцевую поверхность без механических дефектов, в свободном состоянии иметь минимальные отклонения от оптимальных размеров, обладать достаточной прочностью, твердостью и высокой гибкостью, выдерживать многократное воздействие высоких температур. Кроме того, материал дорна должен быть инертным по отношению к резиновым смесям, иметь низкую плотность и хорошую теплопроводность, коэффициент его термического расширения должен быть выше такового для материалов, из которых изготавливается рукав. Последнее требование играет весьма существенную роль. Действительно, сборка рукава на гибком дорне осуществляется при комнатной температуре, поэтому создается значительное давление на стенки рукава, заключенного в свинцовую оболочку. После вулканизации и охлаждения дорн сокращается до исходного диаметра, а рукав практически не меняет своих размеров, что приводит к нарушению контакта между рукавом и дорном и облегчает выемку дорна.

В наибольшей мере этим требованиям отвечают полимерные материалы: резина, полипропилен, полиамиды, другие термопластичные композиции. Материал дорна определяет его конструкцию и некоторые особенности технологии изготовления рукавов. Например, резиновые дорны должны иметь сердечник из стального латунированного троса и на концах муфты для стыковки отдельных отрезков (обычно длиной около 75 м) в дорн произвольной длины. Перед экструдированием камеры на такой дорн его поверхность необходимо покрывать антифрикционной смазкой. По окончании процесса рукава разрезают в местах стыков отрезков дорна, извлекают их и перед повторным использованием вновь стыкуют. Более удобны в эксплуатации термопластичные композиции, что позволяет изготавливать дорны методами экстру-

зии, соединять их отрезки путем сварки встык. Дорны из полиамидных композиций выполняются либо сплошными (до диаметра 16 мм), либо трубчатыми. Более совершенны гибкие дорны с сердечником из эластичного материала (монолитная или губчатая резина из бутилкаучука) и оболочкой из более жесткого термопласта (полиамид, полифениленоксид, полипропилен и др.). Хорошим материалом является полипропилен, особенно наполненный тальком, что придает ему лучшую перерабатываемость, увеличивает теплостойкость и теплопроводность, повышает твердость поверхности.

Освоение и совершенствование технологии изготовления рукавов на гибких дорнах является основным путем повышения объема производства рукавов высокого давления, интенсификации технологических процессов. Возможность осуществления вулканизации по непрерывной схеме создает предпосылки для разработки автоматизированных поточных линий производства напорных рукавов высокого качества.

3.4.5. Технология производства отдельных типов рукавов

Разнообразие размеров, конструкций и способов производства рукавов, большое число заводов, выпускающих рукавные изделия, привели к промышленной реализации большого количества конкретных технологических схем, различающихся применяемым оборудованием, набором операций, технологическими параметрами и т. д. Поэтому ниже рассмотрены только наиболее типичные процессы, позволяющие охватить большинство конструкций и способов изготовления рукавов.

Напорные рукава прокладочной конструкции

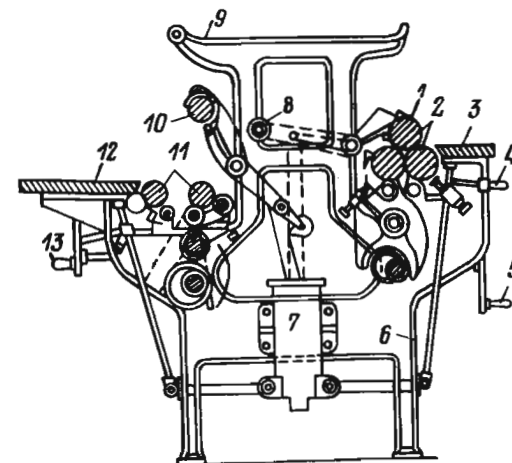
Рукава с тканевыми прокладками в силовом каркасе изготавливают преимущественно дорновым (реже — полудорновым) способом.

После охлаждения на стеллажах профилированную камеру нарезают на заготовки, соответствующие длине дорнов. Надевание заготовок на дорны осуществляют на приспособлении, называемом транспортер-самотаска. Дорн укладывают на специальные вилки, укрепленные на транспортной ленте шириной 20 см. На дорн с входной стороны транспортера надевают конец камеры, и с другого ее конца подают внутрь сжатый воздух. При включении транспортера камера натягивается на дорн, удерживаемый от движения специальным упором на выходном конце транспортера. Для фиксации камеры на дорне ее концы могут плотно обертываться ленточкой промазанной ткани.

Далее дорн с камерой проходит по транспортеру через промазочное устройство, где поверхность камеры освежается растворителем (бензин или его смесь с этилацетатом — в зависимости

Рис. 94. Схема комбинат-машины:

1 — верхний валок сборочной стороны; 2 — нижние валки сборочной стороны; 3, 12 — столы; 4 — рукоятка для подачи и выпуска воздуха в пневмоцилиндр; 5, 13 — рукоятки для установки зазора между нижними валками; 6 — станина; 7 — пневмоцилиндр; 8 — противовес; 9 — стеллаж; 10 — верхний валок биновочной стороны; 11 — нижние валки биновочной стороны



от типа применяемых каучуков) и промазывается клеем. Кроме камер на дорнах на сборку рукавов подаются полосы прорезиненной и раскроенной под углом 45° ткани и полосы каландрованной резины. Длина полос соответствует длине собираемого рукава, а ширина зависит от диаметра рукава и числа тканевых прокладок в каркасе.

Рукава диаметром 9—75 мм собирают на комбинат-машинах, диаметром 100—150 мм — на столах с закаточной головкой. Комбинат-машина (рис. 94) имеет две рабочие стороны: сборочную, или клеечную и биновочную. Вдоль каждой стороны машины расположены рабочие столы и системы из трех валков, длина которых равна длине обрабатываемых дорнов. Нижние пары валков приводятся во вращение от электродвигателя, и расстояние между валками может изменяться в зависимости от диаметра собираемого рукава. Верхние (прикаточные) валки вращаются свободно и могут опускаться в рабочее положение и подниматься.

Дорн с промазанной клеем камерой укладывают на нижние валки сборочной стороны комбинат-машины. На рабочий стол той же стороны помещают ленту прорезиненной ткани и одним краем накладывают ее на камеру по всей длине дорна. Другой край ленты дублируют с краем полосы резиновой смеси. Плавно опускают верхний валок, который прижимает прорезиненную ткань к камере, и включением привода нижних валков (вращающихся с частотой 60 мин^{-1}) осуществляют накатку тканевых прокладок и наружного резинового слоя на дорн. Для лучшей прикатки и опрессовки слоев собранный рукав вращают между валками еще несколько секунд, после чего привод отключают и прикаточный валок поднимают. Собранный рукав на дорне перекадывают на стеллаж комбинат-машины, а оттуда — на ее биновочную сторону.

Катушку с увлажненной бинтолентой из миткаля или синтетических (полиэфирных) волокон устанавливают в патрон каретки, способной перемещаться вдоль комбинат-машины.

С помощью направляющих валиков и поджимного винта создают необходимое сопротивление сматыванию бинта с катушки, чем достигается требуемое натяжение ленты при бинтовке. Дорн с рукавом помещают на нижние валки бинтовочной стороны, конец бинтоленты обертывают вокруг дорна (на конце перед торцом рукава), опускают верхний валок и приводят в движение одновременно валки и каретку. Бинтовка лентой шириной 80—100 мм проводится под углом 30—45° при вращении валков с частотой 120—200 мин⁻¹.

Вулканизацию рукавов осуществляют в автоклавах диаметром около 1 м и длиной 23—24 м. Забинтованные рукава укладывают на тележки в 4—5 рядов так, чтобы рукава меньшего диаметра были в верхних рядах, и закатывают в автоклав. Для более равномерного обогрева напуск пара в автоклав проводится одновременно в четырех местах. Общее время цикла, включающего продувку автоклава паром, напуск пара, собственно вулканизацию, стравливание давления, продувку воздухом и перезарядку автоклава, составляет 1—2 ч в зависимости от размера рукавов, рецептуры резины, температурных параметров процесса. Для повышения производительности процесса важно сократить до минимума время перезарядки, что достигается применением автоклавов проходного типа, устройством обходных рельсовых путей для маневра тележек и т. д.

Разбинтовку рукавов осуществляют с помощью специальных станков, при этом целесообразно сматываемую с рукава бинтоленту сразу пропускать через ванну с водой и наматывать на катушку для повторного использования. Снятие готовых рукавов с дорнов проводят с помощью сжатого воздуха, после чего рукава разбраковывают и свертывают в бухты.

Напорные рукава оплеточной конструкции (дорновый способ)

Напорные рукава оплеточной конструкции выпускают в широком диапазоне размеров и рабочих давлений. При сравнительно невысоких давлениях и диаметрах обычно бывает достаточно одной — трех нитяных оплеток в каркасе, и такие рукава можно изготавливать бездорновым способом. Но уже для давления 10 МПа и диаметров более 10 мм необходимо использовать металлооплетку. Рукава высокого давления выпускают диаметром от 4,0 мм (для давлений до 70 МПа) до 50 мм (для давлений до 8 МПа). К рукавам высокого давления с металлооплеткой в каркасе можно отнести буровые, применяемые в нефтяной промышленности для подвода в буровые скважины воды, глинистых и цементных

растворов под давлением до 20 МПа при температурах от —45 до +45 °С.

Рукава с металлооплеткой, в частности буровые, изготавливают только дорновым способом. Процесс складывается из ряда подготовительных, вспомогательных и основных операций. Учитывая возможность контакта рукавов с нефтью и нефтепродуктами, внутренний и наружный слои буровых рукавов выполняют из резиновых смесей на основе маслобензостойких каучуков (СКН + наирит). Резиновую смесь для наружного слоя листуют на 5—6-валковом каландре в виде полосы толщиной 2,0—2,5 мм и шириной 200—400 мм и закатывают в рулон с миткалевой прокладкой.

Применяемая для металлооплетки стальная латунированная проволока не требует дополнительной обработки. Но в производстве рукавов широко используют нелатунированную (светлую) проволоку, которую промывают бензином (в четырех последовательных ваннах) или лабomidом. Для повышения прочности связи светлой проволоки с резиной желательно обрабатывать проволоку 2—3 мин раствором (5—7 %) щавелевой кислоты, являющейся ингибитором коррозии. После обработки проволоку перематывают с бухт на катушки, а затем осуществляют трощение ее на шпули потоками по 12 проволок диаметром 0,3 мм (для рукавов диаметром 38 и 50 мм) или по 5—12 проволок диаметром 0,6 мм (для рукавов диаметром от 50 до 100 мм). Трощение нитей для текстильной оплетки проводят на тростильных станках, при этом число нитей в потоке составляет от 4 до 6.

Вспомогательными операциями являются намотка влажной бинтоленты на катушки, очистка дорнов от загрязнений и их правка (при необходимости), приготовление эмульсии полисилоксановой жидкости ПМС-200А.

Экструзию внутреннего резинового слоя и надевание камеры на дорн осуществляют описанными выше приемами. Перед наложением нитяной оплетки камеру пропускают через устройство для промазки пастой, установленное в потоке с оплеточной машиной (48-шпульной). Перед началом оплетения необходимо проверить прочность крепления шпуль, число нитей в потоке, натяжение потоков (20—30 Н), установить соответствующую равновесному углу скорость оплетения. В случае обрыва потока или израсходования нитей на одной из шпуль оплеточная машина автоматически останавливается. Для продвижения дорнов через оплеточную машину служит протаскивающее устройство гусеничного типа.

Перед оплетением проволокой рукав промазывают клеем. При использовании латунированной проволоки прочность связи с резиной достаточно высока. Для получения такой же прочности связи со светлой проволокой кроме ее обработки необходимо использовать модифицированные клеи на основе каучука СКН-26М,

хлорнаирита и фенолоформальдегидной смолы, содержащие промоторы адгезии (например, этиленбисизопротилксантогенат)

Рукава оплетают проволокой на 48- или 64-шпульной машине при натяжении потоков 60—80 Н (для проволоки диаметром 0,3 мм) и 180—200 Н (для диаметра 0,6 мм). При нанесении нескольких слоев металлооплетки операции промазки клеем и оплетения проводят последовательно несколько раз. Поверх последнего слоя металлооплетки наносят еще одну нитяную оплетку, и рукав промазывают клеем. После каждой промазки рукава некоторое время выдерживают на столах для испарения растворителя.

Для наложения наружного резинового слоя используют закаточную головку; полосу каландрованной резины раскатывают из рулона на вспомогательном столе, промазывают клеем и после подсушивания до исчезновения липкости накладывают на рукав внахлест.

Забинтовывают рукава также на столе с закаточной головкой. Синтетическая лента шириной 65—80 мм накладывается в один слой с нахлестом, хлопчатобумажная (доместик) шириной 80—100 мм — в три слоя. Вулканизуют рукава в автоклавах, но на тележки их укладывают в один ряд на деревянные колодки с мягкой прокладкой. Напуск пара в котел до заданного давления длится 25—30 мин, затем 30—60 мин идет собственно вулканизация при температуре 143—151 °С, после чего давление медленно стравливают и начинают новый цикл. При перерыве в работе автоклава его перед загрузкой разогревают до температуры 135—140 °С.

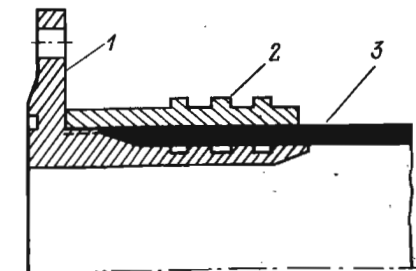
По окончании вулканизации рукава разбинтовывают и концы обрезают с помощью дискового ножа; при этом рукав на дорне закрепляют в патроне станка, приводят во вращение и осторожно, чтобы не повредить дорн и обеспечить перпендикулярность среза, производят резку. Для извлечения дорна в него с одной стороны ввинчивают металлическую оправку с крючком для закрепления троса, и на специальном станке вынимают дорн.

Для армирования буровых рукавов используют оцинкованные штуцеры, состоящие из двух частей: ниппеля, вставляемого внутрь рукава, и наружной муфты. На наружной поверхности ниппеля имеется ряд кольцеобразных канавок, а на наружной поверхности муфты — соответствующее число выступов, расположенных так, чтобы при сборке деталей штуцера резьбовым соединением они располагались друг против друга (рис. 95).

Конец рукава и внутреннюю поверхность муфты смазывают клеем и надевают муфту на рукав до упора ее резьбовой части в торец рукава. Затем внутреннюю камеру подрезают по окружности на конус и смазывают поверхности среза клеем. После вставления ниппеля в рукав свинчивают детали штуцера и производят обжатие муфты в прессе со специальными металличе-

Рис. 95. Положение деталей штуцера на рукаве перед обжатием:

1 — ниппель; 2 — муфта; 3 — стенка рукава



ми оправами (при давлении 18—22 МПа). Обжатие проводят в три приема с последовательным уменьшением диаметра оправ; при этом выступы с поверхности муфты вдавливаются в рукав, а рукава — в канавки ниппеля, чем обеспечивается надежное крепление штуцера. Если при гидравлическом испытании рукава в креплении штуцера обнаруживается неплотность, штуцер обжимают вторично или отрезают его дисковым ножом и монтируют новый.

Рукава навивочной конструкции

В производстве рукавов навивочной конструкции наиболее широкое распространение нашли бездорновые способы. Процессы могут быть оформлены с горизонтальным и вертикальным прохождением рукава. Для рукавов диаметром более 16 мм рекомендуется применять вертикальные агрегаты, для меньших размеров — горизонтальные. Агрегаты горизонтального типа проще в обслуживании оборудования, требуют меньшего количества подъемно-транспортных средств, но вертикальные агрегаты компактнее, занимают значительно меньше производственных площадей, позволяя достичь более высокого качества сборки. Это обусловлено рядом факторов: все элементы рукава изготавливают последовательно в одном агрегате, что исключает нежелательную деформацию заготовок при их транспортировке и других промежуточных операциях; при вертикальном прохождении камеры ее собственный вес действует вдоль оси, не вызывая изменений конфигурации заготовки; исключается необходимость подвулканизации камеры, и наложение нитей на свежие слои резины обуславливает более высокую прочность связи; все нити при навивке находятся в одинаковых условиях, поэтому достигается их равномерное натяжение; строгая синхронизация скоростей движения камеры в зоне сборки и вращения планшайб обеспечивает постоянство шага и угла навивки нитей.

Навивочные вертикальные агрегаты типа НВАНР (рис. 96) имеют следующие основные характеристики:

	НВАНР-2	НВАНР-3
Число шпуйл на планшайбах	24×2	48×2
Диаметр собираемых рукавов, мм	9—18	25—38
Частота вращения планшайб, мин ⁻¹	450	250
Скорость сборки, м/мин	До 24	До 24

Внутренний резиновый слой формуют на червячном прессе 1, установленном на верхнем этаже установки, и после прохождения через охлаждающее устройство 2 и обдува воздухом подают в навивочный станок 3 для наложения первого слоя нитей. Затем на червячном прессе с Т-образной головкой 4 накладывают промежуточный резиновый слой и на станке 5 навивают второй слой нитей (в противоположном направлении). После наложения наружного резинового слоя в червячном прессе 6 рукав проходит охлаждающую ванну и наматывается на приемный барабан 7. Применение отсоса межслойного воздуха при экструзии резиновых слоев позволяет получать монолитную заготовку. Вулканизацию рукавов проводят в свинцовой оболочке.

Эффективны процессы изготовления рукавов навивочной конструкции на гибких дорнах. По сравнению с дорновым способом уменьшается необходимая производственная площадь и существенно увеличивается производительность агрегатов. Разработанная в СССР технология изготовления рукавов диаметром 6—25 мм с использованием 32-шпуйльной машины по основным характеристикам не уступает зарубежной.

При изготовлении многослойных рукавов навивочной конструкции процессы сборки и вулканизации осуществляют на дорнах. В принципе технология сборки не отличается от таковой при выпуске рукавов оплеточной конструкции, только вместо

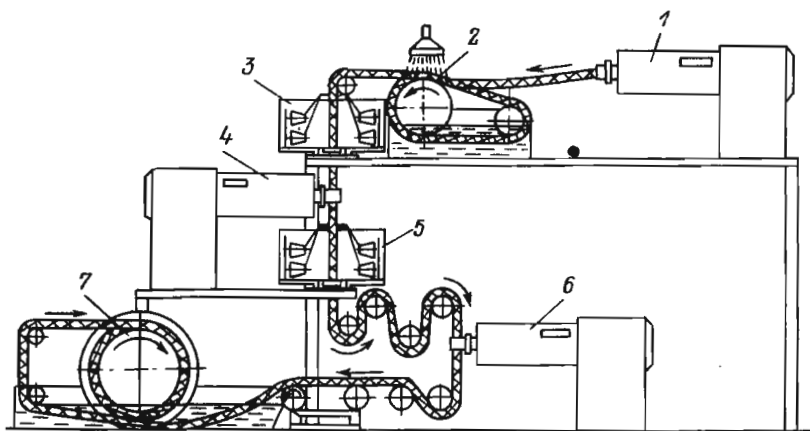


Рис. 96. Схема линии НВАНР для сборки рукавов навивочной конструкции бездорновым способом:

1, 4, 6 — червячные прессы; 2 — охлаждающее устройство; 3, 5 — навивочные станки; 7 — приемный барабан

оплеточных машин используются навивочные, различающиеся числом устанавливаемых на планшайбах шпуйл. Ниже приведены основные характеристики агрегатов по изготовлению рукавов навивочной конструкции:

	АН-24	АН-32	АН-48	АН-64
Число шпуйл на планшайбах	24	32	48	64
Диаметр собираемых рукавов, мм	6—20	8—38	До 38	До 50
Частота вращения планшайб, мин ⁻¹	560	450	250	180
Скорость сборки, м/мин	До 24	До 24	До 24	До 24

Узлы агрегатов унифицированы, что позволяет использовать различные комбинации навивочных машин: узлов наложения промежуточного и наружного резиновых слоев, протягивающих устройств и т. д.

Рукава высокого давления с металлонавивкой, превосходящие оплеточные по надежности при динамических нагрузках, выпускают диаметрами от 16 до 32 мм на рабочие давления до 30 МПа. Отсутствие перегибов проволоки в каркасе, собираемом путем навивки, позволяет применять проволоку из более прочной и хрупкой стали и изготавливать рукава, рассчитанные на большие статические напряжения. Однако рукава с металлонавивкой характеризуются большими показателями жесткости и радиуса изгиба, так как при изгибе в зоне растяжения увеличиваются расстояния между проволоками навивки, что может привести к разрушению наружного резинового слоя. По этим причинам рукава навивочной конструкции составляют примерно 1/6 общего выпуска рукавов высокого давления.

Для достижения необходимой однородности силового каркаса необходимо, чтобы внутренняя камера плотно облегла дорн, так как в противном случае в процессе навивки происходит растяжение камеры, меняется шаг навивки и нарушается равномерность распределения проволок. Поэтому желательно камеру экструдировать непосредственно на дорн с использованием Т-образной головки. Кроме того, важно обеспечить высокое качество намотки проволоки на катушки, равномерное натяжение всех проволок во всех потоках, одинаковое натяжение при наложении всех слоев. Для уменьшения упругих свойств проволоки непосредственно перед навивкой на рукав ее деформируют, обычно пропуская через пару роликов.

Для изготовления рукавов с металлонавивкой в отечественной промышленности используют агрегаты типа НВАМР:

	НВАМР-1	НВАМР-2
Диаметр собираемых рукавов, мм	12—32	4—50
Диаметр применяемой проволоки, мм	0,3—0,5	0,3—0,6
Число навивочных станков	4	4
Частота вращения планшайб, мин ⁻¹	До 150	До 225
Число катушек в одной планшайбе	144	12
Число проволок в одной катушке	1	До 12

В комплекте с этими агрегатами работают станки для перематки проволоки на катушки НВНС-1 и НВНС-2; последний может наматывать на катушку до 12 проволок. Предварительная сборка проволоки в потоки способствует более равномерному их натяжению при навивке, поэтому рукава, собранные на агрегате НВАМР-2, характеризуются более высоким качеством. Кроме того, большие скорости вращения планшайб позволяют достичь увеличения производительности агрегата в 1,5—2,0 раза.

Монтаж концевой арматуры на рукавах навивочной конструкции вызывает определенные трудности, поэтому иногда изготавливают рукава комбинированной конструкции с металлоплеточным наружным слоем каркаса.

Всасывающие и напорно-всасывающие рукава

Рукава, армированные жесткой спиралью, диаметром от 20 до 325 мм, как правило, изготавливают дорновым способом. В зависимости от конструкции рукава последовательность проводимых операций может быть различной. Например, для рукавов с одной спиралью на камеру (на дорне) с помощью закаточной головки накладывают несколько слоев прорезиненной ткани и прикатывают. Затем на полученной заготовке полоской прорезиненной ткани (в 2—3 оборота) закрепляют конец проволоки (толщиной до 6 мм), и с помощью специальной каретки наводят проволочную спираль с определенным шагом (10—25 мм) и натяжением. Для упрощения монтажа арматуры спираль наводят не по всей длине, а на концах рукавов оставляют мягкие манжеты (длиной 75—200 мм в зависимости от диаметра рукава). Второй конец проволоки также закрепляют полоской прорезиненной ткани, и для облегчения последующего снятия рукава с дорна спираль ослабляют путем проворачивания рукава на дорне. Затем накладывают промежуточный резиновый слой и несколько наружных слоев прорезиненной ткани.

Перед вулканизацией рукава бинтуют мокрым бинтом шириной от 60 до 120 мм в один слой под углом 40—60° с нахлестом (рукава с наружной тканевой обкладкой можно не бинтовать). В связи с неровной внешней поверхностью рукава поверх бинта шнуруют по шагу спирали шнуром диаметром 4—8 мм, а на концевые манжеты шнур накладывают сплошным слоем, т. е. виток к витку.

При сборке рукавов с открытой внутренней спиралью последнюю навивают на отдельном станке, затем надевают на дорн, накладывают слой прорезиненной ткани и внутреннюю резиновую камеру.

Более производительны поточные линии сборки всасывающих и напорно-всасывающих рукавов с текстильным каркасом опле-

точной или обмоточной конструкции. Эти процессы значительно более механизированы; кроме того, наложение текстильных слоев из отдельных нитей или полос слабоуточенной ткани приводит к заметному повышению прочности связи между элементами конструкции. В напорно-всасывающих рукавах обмоточной конструкции для изготовления спирали можно использовать более тонкую проволоку, что делает рукав более гладким и изгибостойким.

Значительный интерес представляет полунепрерывный способ изготовления напорно-всасывающих рукавов, реализованный в ряде стран. На неподвижный дорн с помощью планшайбы непрерывно навивается спираль из проволоки или способной свариваться пластмассы. Продвигаясь по дорну, спираль проходит Т-образную головку червячного пресса, где покрывается резиновой смесью. Такая армированная камера может после вулканизации использоваться в качестве напорно-всасывающего рукава (для небольших давлений или разрежений). Для расширения интервала рабочих давлений на армированную камеру можно наложить силовые слои из текстильных материалов и промежуточные резиновые слои. При выполнении этих операций жесткая металлическая арматура выступает в роли дорна.

При использовании червячных прессов с вакуум-отсосом для обрезинивания спирали появляется возможность непрерывной вулканизации армированной камеры без давления. Осуществление многих стадий процесса по непрерывной схеме позволяет полностью механизировать и в значительной мере автоматизировать производство.

В ряде областей применения вместо резинотканевых рукавов могут использоваться пластмассовые (полиэтилен, поливинилхлорид и др.) трубы, достоинствами которых являются простота изготовления, малая масса, дешевизна, низкое гидравлическое сопротивление и т. п., но они значительно менее гибки и работоспособны в сравнительно узком интервале давлений и температур.

3.4.6. Испытания рукавов

Основным способом проверки качества рукавов является испытание гидравлическим давлением (чаще всего водой). При этом различают *испытательное* давление, при котором в течение 10 мин не должно наблюдаться пропускания воды на поверхность даже в виде мельчайших капель, и *разрушающее* давление, при котором нарушается целостность рукава. В зависимости от условий эксплуатации для напорных рукавов установлены значения испытательного давления и запаса прочности (отношения разрушающего давления к рабочему):

Условия работы рукава	Отношение испытательного давления к рабочему	Запас прочности
Легкие	1,25	2,5
Стандартные	1,6	3,15
Тяжелые (ударные нагрузки)	2—2,5	4—5
Транспортирование газов и веществ, которые при изменении рабочего давления превращаются в газ	3,15	6,3
Транспортирование пара	4	10

Экономичны в работе универсальные гидравлические стенды, в которых первоначально систему заполняют водой до давления 0,3—0,4 МПа, а дальнейшее повышение давления (вплоть до 30 МПа) осуществляют с помощью масляной гидравлической установки. Давление от масла к воде передается через два цилиндра с поршнями, штоки которых соединены муфтой.

Проверку герметичности рукавов пневматическим давлением проводят также в течение 10 мин при погружении в ванну с водой. Испытывают рукава обычно выборочно, в пределах 0,1—2,0 % от партии, но в ряде случаев, например в производстве буровых рукавов с концевой арматурой, проверяют на герметичность гидравлическим давлением каждый рукав.

Для оценки поведения рукавов в условиях резких перепадов давления проводят их испытания на динамическом стенде при частоте пульсации давления (до 13 МПа) 15—150 мин⁻¹.

Для большей части рукавов важным показателем качества является прочность связи между резиной (внутреннего или наружного слоя) с текстильными слоями каркаса, и этот показатель определяется обычными методами. Кроме того, возможны некоторые специальные испытания, например определение маслостойкости резин, истираемости наружного резинового слоя, сминаемости внешним давлением (для всасывающих и напорно-всасывающих рукавов) и т. д.

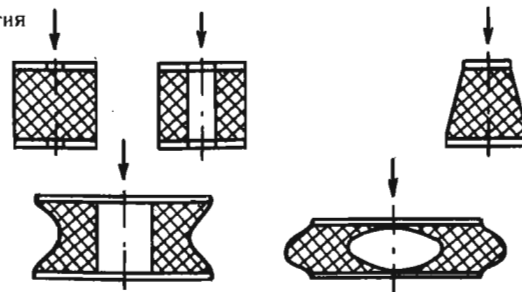
3.5. КОМПЛЕКТУЮЩИЕ РЕЗИНОВЫЕ И РЕЗИНОМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ДЕТАЛИ

3.5.1. Классификация комплектующих деталей

Производство РТИ включает большой ассортимент разнообразных по виду и назначению деталей для машин промышленного и бытового назначения. Большой объем производства, многообразие конфигураций, областей применения, технологических приемов изготовления и рецептуры резиновых смесей определяют особое место комплектующих деталей в производстве РТИ.

Многочисленные попытки классифицировать комплектующие РТИ не удалось из-за перечисленных выше причин. Наиболее удобна классификация, в которой комплектующие детали машин

Рис. 97. Виброизоляторы сжатия



и механизмов распределяются в зависимости от назначения. Эта классификация содержит девять основных групп изделий: уплотнительные резиновые и резиноармированные детали, силовые резиновые и резинометаллические детали, резиновые и резинометаллические виброизоляторы (амортизаторы), защитные резиновые изделия, опоры скольжения, фрикционные детали и инструменты, противоизносные детали, вспомогательные детали, практически не передающие нагрузку, декоративные детали.

Приведенная классификация исходит из функционального назначения изделий с учетом характера и механизма действия, типа применяемых материалов, конструкции, применяемых сред. Однако она не учитывает технологию и все тонкости изготовления и применения комплектующих изделий.

По способу изготовления комплектующие резиновые детали подразделяются на *формовые* и *неформовые*. Формовыми называют изделия, вулканизацию которых проводят в замкнутых пресс-формах под давлением, т. е. при их изготовлении процессы формования и вулканизации совмещены. Вследствие вулканизации под давлением такие изделия характеризуются высокой плотностью и монолитностью, а использование правильно рассчитанных пресс-форм с тщательно обработанными внутренними стенками придает изделиям точные размеры и гладкую внешнюю поверхность. При получении неформовых изделий их формование осуществляется методами экструзии, каландрования и т. п., а при вулканизации пресс-формы не применяют.

Среди комплектующих резиновых и резинометаллических деталей наиболее ответственными являются виброизоляторы (амортизаторы), уплотнительные манжеты и кольца различных сечений, резиновые и резинотканевые диафрагмы и прочие детали.

Резиновые и резинометаллические виброизоляторы (рис. 97) используют для смягчения ударов, поглощения шума и вибрации при движении узлов машин. В процессе работы виброизоляторы испытывают различные виды деформации: растяжение, сжатие, сдвиг, кручение, а также одновременно несколько видов деформаций — сжатие со сдвигом, сжатие с кручением и т. д. В зависимости от условий работы следует различать виброизоляторы,

испытывающие эпизодические или нестационарные нагрузки (виброизоляторы кузнечно-прессового оборудования, автомобилей, вагонов и др.), и виброизоляторы, находящиеся под действием постоянных по величине знакопеременных нагрузок вибрационного типа (виброизоляторы стационарных двигателей, генераторов, турбин и других машин). Наиболее распространены виброизоляторы, работающие на деформацию сжатия.

Гистерезисные потери, свойственные резине, определяют способность к быстрому затуханию собственных колебаний, т. е. способность резинового виброизолятора проявлять самоторможение. Высокоэластичные низко модульные резины обладают большими гистерезисными потерями и, как следствие, значительным теплообразованием, поэтому виброизоляторы из таких резин используют для глушения периодических колебаний поршневых и роторных машин, приборных панелей. Высокомодульные малоэластичные резины применяют в виброизоляторах для поглощения ударного возбуждения. Стойкость виброизоляторов при эксплуатации зависит не только от состава резины, но и от условий нагружения, правильного выбора конфигурации и особенностей конструкции детали.

Уплотнения применяют для обеспечения герметичности соединений, т. е. для устранения или уменьшения утечек жидкостей, паров и газов, которые вследствие избыточного наружного или внутреннего давления могут проникать через зазоры между отдельными деталями. В качестве деталей, постоянно прижатых к уплотняемым поверхностям соединений, широко применяют различные прокладки, манжеты, кольца из резины. Преимущество применения резиновых уплотнителей заключается в том, что благодаря относительной мягкости и в то же время объемной несжимаемости резина легко заполняет все неровности соединяемых частей. Кроме того, для резиновых прокладок не нужны такие большие усилия сжатия, как, например, для металлических или асбестовых.

Самыми распространенными уплотнителями являются резиновые уплотнительные кольца для гидравлических и пневматических устройств (рис. 98). По условиям работы они относятся к тя-

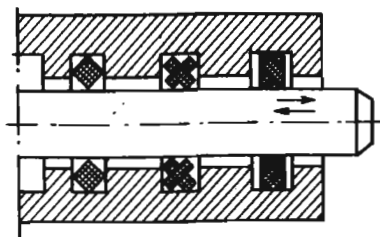


Рис. 98. Резиновые уплотнительные кольца

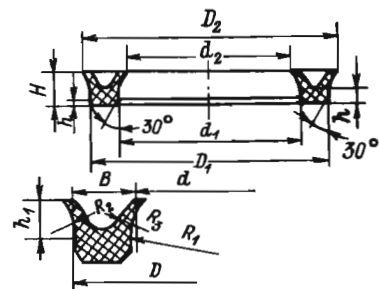


Рис. 99. V-образная резиновая манжета и ее характерные размеры

желонагруженным ответственным деталям и предназначены для обеспечения герметичности гидравлических систем при давлении до 0,15 МПа и подвижных соединений пневмосистем — до 0,1 МПа и температуре от —50 до 200 °С.

Манжета — уплотнение, герметизирующее место соприкосновения подвижной и неподвижной частей машины (рис. 99). Манжеты предназначены для предотвращения протекания смазки из одного пространства в другое, вытекания смазки из механизмов, для защиты механизмов от проникновения в них пыли и грязи извне в местах выхода наружу валов и осей. Манжеты резиновые армированные, например для валов в автомобилях, эксплуатируются в среде воды и масел, вызывающих повышенное набухание резины. Температура при эксплуатации манжет в среде масел лежит в пределах от —30 до 100 °С, в воде — от 4 до 100 °С.

Для уплотнения агрегатов вращательного действия используют резиновые подшипники, ниппели, манжеты (сальники) и пр. Резиновые подшипники представляют собой металлические гильзы-вкладыши, обложенные внутри слоем резины (рис. 100). Их применяют на гребных валах судов, на землечерпалках, в гидротурбинах, в турбинах бурильных машин и других агрегатах. В целях смазки и охлаждения на внутренней поверхности резинового подшипника имеются канавки. Толщина резиновой обкладки подшипника зависит от диаметра и степени балансировки вала, частоты вращения вала, сечения канавок и составляет 8 мм и больше. Резиновые подшипники особенно пригодны для быстроходных валов не только вследствие низкого коэффициента трения, но также и потому, что резиновая обкладка поглощает вибрации вала и агрегата в целом.

Неформовые комплектующие резиновые изделия выполняют из профилированных (уплотнители стекол и окон зданий, автомобилей, тракторов и других машин, уплотнители дверей, бытовых

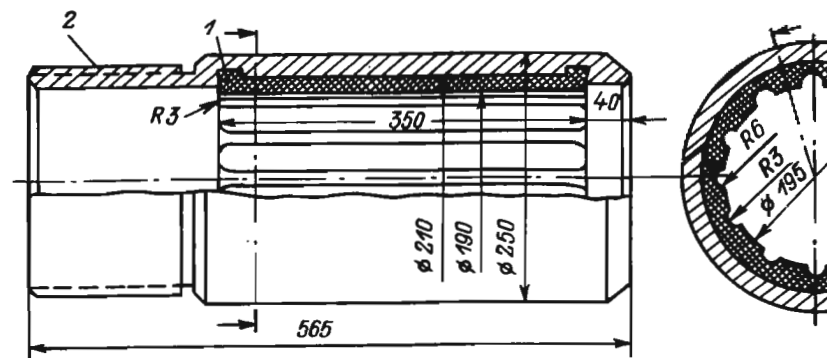


Рис. 100. Радиальная опора турбобура:
1 — резина; 2 — арматура

машин и пр.) и каландрованных (пластины, маты, коврики, покрытия для полов и пр.) заготовок.

Профилированные на червячных прессах заготовки могут иметь разные сечения (рис. 101). В целях лучшей изоляции от пыли и атмосферных осадков на некоторые уплотнители наносят ворсовое покрытие. Кольца уплотнительные обычно имеют прямоугольное и реже круглое или фасонное сечения. Крупнейшим потребителем уплотнительных колец является консервная промышленность. Резиновые кольца-уплотнители для этих целей должны отвечать требованиям, предъявляемым к резинам, контактирующим с пищевыми продуктами.

Техническая пластина применяется для вырубki различных деталей в качестве уплотняющего и виброизолирующего прокладочного материала: из нее делают различные прокладки, клапаны, фланцы и пр. Техническая пластина изготавливается толщиной 0,5—50 мм и шириной 200—1750 мм.

Релин (резиновый линолеум) используется в качестве покрытия полов в общественных, торговых, коммунальных, медицинских учреждениях, школах и промышленных сооружениях. Релин состоит из двух слоев: верхнего, который придает материалу стойкость и декоративную отделку, и нижнего, который крепится к полу. Нижний слой готовят из менее ответственной резиновой смеси, содержащей регенерат, крошку из отходов резины, отходы волокон. Релин обладает шумопоглощающими и диэлектрическими

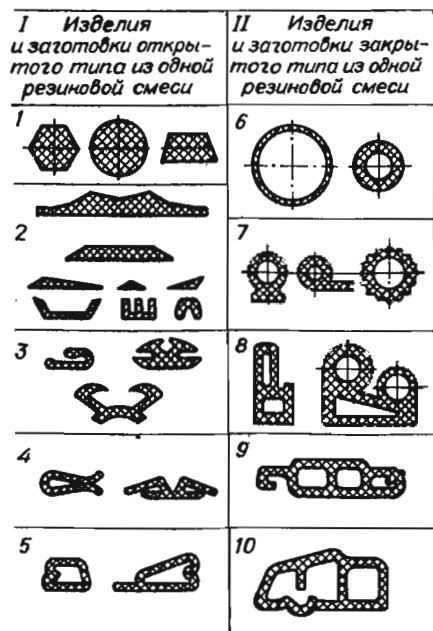


Рис. 101. Типы профилированных заготовок и изделий:

1 — массивные; 2 — сложной формы без поднутрений; 3 — с поднутрениями; 4 — с касанием образующих полость стенок; 5 — с замком, запирающим полость; 6 — кольцевого сечения; 7 — не кольцевого сечения; 8 — с двумя или более полостями; 9, 10 — смешанного типа

свойствами, непроницаем для ртути, стоек к действию химических реагентов.

Диэлектрические маты применяют для настила перед распределительными щитами силовых станций. Для увеличения прочности и уменьшения скольжения матов изнаночную сторону их покрывают грубой тканью редкого переплетения.

3.5.2. Особенности рецептур резиновых смесей

Широкие области применения комплектованных РТИ предполагают использование большого ассортимента резиновых смесей, характеризующихся разнообразием технологических и технических свойств. Для обеспечения этих свойств важен правильный выбор каучуковой основы. Ниже приведены основные типы каучуков, применяемых в рецептурах резин, для изготовления изделий различных групп:

Изделия	Тип каучука
Уплотнительные	СКН, наирит, бутилкаучук, СКФ, БСК, СКИ-3, СКЭП, СКЭПТ, силоксановые и акрилатные
Силовые	СКИ-3, СКД, БСК
Виброизоляторы	СКИ-3, СКД, НК
Защитные	Наирит, СКН, БСК, СКИ-3, СКЭПТ, СКЭП, силоксановые
Опоры скольжения	СКИ-3, СКД, НК, БСК, СКН, уретановые
Фрикционные	СКИ-3, СКД, НК, СКН, СКФ, БСК, уретановые
Противозносные	СКИ-3, СКД, НК, БСК, СКФ, наирит, СКН, акрилатные
Вспомогательные	Наирит, СКИ-3, БСК
Декоративные	Наирит, БСК, СКИ-3, СКЭПТ, СКЭП

Часто для достижения оптимальных технологических свойств смесей и эксплуатационных характеристик резин применяют комбинации каучуков.

Интенсификация производства комплектованных изделий достигается преимущественно путем использования быстродействующих вулканизующих систем, повышения температуры вулканизации. При разработке рецептуры, содержащей быстродействующие вулканизующие системы, особые требования предъявляют к выбору ускорителей вулканизации. Обычно применяют два и более ускорителей вулканизации, образующих систему, обладающую необходимым действием. Наиболее приемлема вулканизирующая система, состоящая из ускорителя с большим индукционным периодом вулканизации (сульфенамиды Ц и М) и ускорителя, способного резко увеличить скорость вулканизации без ухудшения технологических свойств резиновых смесей (тиурам Д). В последнее время нашли практическое применение дитиодиморфоллин и гексахлор-*n*-ксиллол.

Использование высоких температур вулканизации (165—230 °С) требует тщательной разработки состава вулканизирующей группы, применения в качестве основного ускорителя вулканизации главным образом сульфенамидов. При высокотемпературной вулканизации важное значение имеет способность пластификаторов резиновых смесей взаимодействовать с вулканизирующими агентами. При температурах 170—230 °С сравнительно большое количество серы (15—25 %) вступает во взаимодействие с пластификаторами, что может отрицательно влиять на технические свойства изделий.

Разные способы формования РТИ предъявляют различные требования к реологии резиновых смесей и соответственно к составу вулканизирующей группы. При компрессионном формовании для получения качественных изделий необходима относительно низкая скорость вулканизации, что обеспечивает лучшее заполнение гнезда пресс-формы. При переработке резиновых смесей методом литья под давлением они подвергаются гораздо более интенсивным деформационным и тепловым воздействиям, поэтому резиновая смесь должна обладать хорошей текучестью, большей стойкостью к преждевременной вулканизации, большим индукционным периодом и скоростью вулканизации. Это достигается комплексом рецептурных приемов, включая применение каучуков с меньшей вязкостью (например, СКН холодной полимеризации), введение более высокомолекулярных пластификаторов — низкомолекулярного полиэтилена, использование менее летучих пластификаторов — хлорпарафина ХП-333, олигоэфиракрилатов, различных добавок (эмульфина К и др.).

Наиболее эффективно в рецептурах резин для комплекующих РТИ применять комбинации активного и малоактивного, а также низко- и высокоструктурных типов технического углерода. Широко распространено применение небольших добавок минеральных наполнителей — мела, каолина и др. Все эти приемы способствуют уменьшению тепловыделения при переработке резиновых смесей. Для регулирования свойств резиновых смесей перспективна модификация поверхности технического углерода. При этом наиболее полно реализуются свойства ингредиентов, их влияние на вулканизацию, пластическая эластичность, распределение при смешении, обрабатываемость, конфекционные свойства и др. Представляет интерес возможность химической модификации техуглерода реагентами, являющимися органическими ускорителями вулканизации резиновых смесей (ДФГ и др.).

При изготовлении неформовых изделий методом непрерывной вулканизации в рецептуре резиновых смесей учитывают ряд специфических особенностей высокотемпературной вулканизации. Преимущественно используют каучуки, не изменяющие своих свойств при воздействии высоких температур и обладающие высокой свето-, озоностойкостью: наирит, СКЭП, СКЭПТ. Возможно

применение и других каучуков (БСК, СКИ-3, СКД) при условии, что вулканизация при высоких температурах (свыше 180 °С) длится не более 2,5 мин. Вулканизирующую группу подбирают таким образом, чтобы оптимум вулканизации достигался за короткое время и плато вулканизации было широким. Поскольку вулканизация осуществляется без давления, содержание компонентов, способных разлагаться или реагировать друг с другом с выделением паров или газов, должно быть минимальным.

3.5.3. Изготовление формовых изделий

В промышленности формовые изделия изготавливают компрессионным методом, *литьем под давлением, комбинированным* методом, заключающимся в формовании и предварительной вулканизации изделий в пресс-формах с последующей окончательной довулканизацией в вулканизаторах, и способом штамповки с дальнейшей вулканизацией в термостате, причем каждый из перечисленных методов имеет много разновидностей.

Независимо от способа изготовления в производстве формовых изделий существует ряд общих операций, таких, как подготовка и чистка пресс-форм, обработка металлической арматуры при изготовлении резинометаллических деталей. Загрязнение внутренней поверхности форм может приводить к браку, поэтому периодически формы очищают механическим, химическим, электрохимическим

Таблица 35. Сравнительная характеристика способов очистки вулканизационных пресс-форм

Способ очистки	Применяемые материалы	Достоинства	Недостатки
Механический	Металлические щетки, наждачное полотно, стеклянные шарики (специальная дробеструйная установка)	Простота процесса	Высокая трудоемкость, невозможность очистки литевых форм, к качеству поверхности которых предъявляются повышенные требования
Химический	15 % раствор щелочи, вода для промывки	То же	Повышенная трудоемкость
Электрохимический	Щелочь, разбавленная соляная кислота для нейтрализации, вода для промывки	То же	Невозможность применения для чистки хромированных форм вследствие удаления с поверхности хрома
Применение ультразвука и химически активных моющих средств	Щелочной раствор с добавкой поверхностно-активных веществ для размягчения нагара, вода для промывки	Повышение срока службы пресс-форм в 3 раза, что особенно важно для дорогих литевых форм	Сравнительно высокая стоимость процесса

ческим способами, ультразвуковой обработкой и др. В табл. 35 дана сравнительная оценка способов очистки пресс-форм.

Основными операциями при подготовке металлической арматуры являются очистка и обезжиривание ее поверхности. Наиболее совершенными для проведения этих операций считаются установки фирмы «Пирелли», используемые на некоторых отечественных заводах. Принципиальная схема агрегата для обезжиривания арматуры (СБМ/ЗФ/М) представлена на рис. 102. Два контейнера с сетчатыми стенками и дном, загруженные арматурой, устанавливаются подъемным устройством на рольганг перед загрузочным люком рабочей камеры. Пневматические цилиндры по команде с пульта управления поднимают крышки люков (загрузочного, сушильной камеры и разгрузочного). Перед открытием крышек включается насос системы, предотвращающий утечку паров растворителя (трихлорэтилена) через открытые люки в цех. Включается привод штанги, при помощи захватов контейнеры с необработанной арматурой по рольгангу подаются в рабочую камеру, контейнеры с обезжиренной арматурой — в сушильную камеру, а контейнеры с сухой арматурой выгружаются из агрегата. После завершения операции перемещения контейнеров штанга возвращается в исходное положение, крышки люков закрываются и отключается привод насоса. Контейнеры с арматурой подъемным устройством по направляющим опускаются в рабочую зону камеры, в которой осуществляется обезжиривание арматуры.

Обработка арматуры совершается в три стадии по 2—3 мин каждая: обезжиривание разогретыми парами трихлорэтилена, обезжиривание очищенным жидким трихлорэтиленом и сушка.

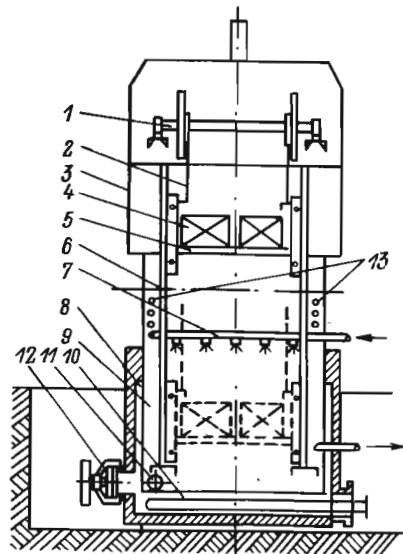


Рис. 102. Схема агрегата для обезжиривания арматуры:

1 — подъемное устройство; 2 — трос; 3 — рабочая камера; 4 — контейнеры; 5 — площадка; 6 — направляющие; 7 — система опрыскивания; 8 — масляная рубашка; 9 — ванна; 10 — змеевик; 11 — фильтр; 12 — крышка; 13 — змеевик холодильника

Сушка арматуры протекает одновременно с обезжириванием, поэтому на продолжительность цикла не влияет. Для конденсации паров в средней части рабочей камеры предусмотрен холодильник в виде змеевика, по которому циркулирует холодная вода. Установка обеспечивает работу в автоматическом режиме и укомплектована системой рекуперации трихлорэтилена и резервной емкостью для него.

В ряде случаев проводят абразивную обработку арматуры с целью удаления с нее следов коррозии, оксидных пленок и увеличения поверхности крепления резины к металлу.

Область применения латунирования и фосфатирования при производстве резинометаллических формовых РТИ ограничена изготовлением небольших по размерам деталей, и существует тенденция дальнейшего ее сокращения в связи с широким внедрением крепления резины к металлической арматуре посредством клеев (типа хемосила). В зависимости от назначения металлической арматуры применяют клеи различного состава.

При изготовлении формовых резинометаллических изделий применяют следующие способы нанесения клея на арматуру: pulverизация, погружение, нанесение клея кистями и использование электростатического поля. Метод погружения применяется в тех случаях, когда арматура покрывается клеевым слоем со всех сторон. Созданы компактные автоматические установки для нанесения клея на арматуру методом погружения, отличающиеся высокой производительностью. К недостаткам следует отнести неравномерное качество клеевого слоя из-за разрывов и сдвигов пленки, образования натеков и утолщений покрытий на отдельных участках арматуры.

В тех случаях, когда требуется промазка клеем отдельных участков поверхности арматуры, применяют методы промазки кистью или pulverизации. В ПО «Балаковорезинотехника» работает агрегат, состоящий из камеры тоннельного типа, внутри которой находится транспортер с приспособлениями для укладки или навески арматуры. Агрегат оборудован системой, отсасывающей пары растворителя, и устройством, включающим в работу pulverизатор при входе в зону действия его факела очередной подвески с арматурой. Достоинством метода является равномерность толщины наносимого клеевого слоя, недостатком — большой расход клея.

Компрессионный метод. Изготовление формовых РТИ этим методом предполагает формирование резиновой смеси из заранее изготовленных заготовок и вулканизацию. Оба процесса проводятся в одних и тех же пресс-формах и вулканизационных прессах, которые могут различаться конструкцией, производительностью, способом обогрева и т. д. В пресс-формы закладывают заготовки, по массе несколько превышающие готовое изделие, поэтому неизбежны потери резины в виде выпрессовок (облоя). При этом

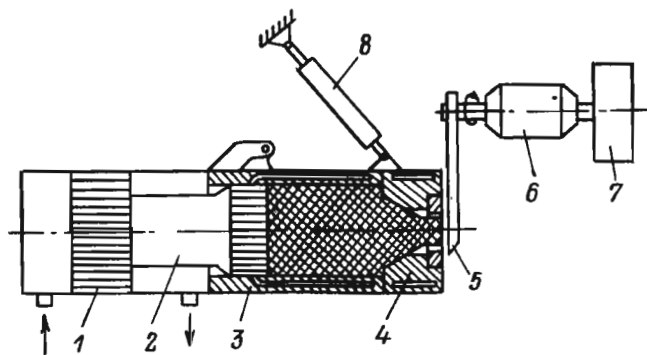


Рис. 103. Схема предформователя заготовок типа «Барвелл»:

1 — гидроцилиндр; 2 — плунжер; 3 — материальный цилиндр; 4 — головка; 5 — нож; 6 — привод ножа; 7 — маховик; 8 — цилиндр поворота головки

чем меньше масса детали и сложнее ее конфигурация, тем больше относительный расход резиновой смеси.

Основным направлением интенсификации производства формовых РТИ компрессионным методом являются механизация и автоматизация технологических процессов: совершенствование методов изготовления заготовок, оснащение прессов подъемными столами, механизмами для выдвигания полуформ и перезарядчиками.

Изготовление заготовок для формового прессования — важная стадия процесса. От качества заготовки — ее соответствия нормам по массе, размерам и однородности — в значительной мере зависит качество изделий и эффективность процесса в целом (количество вулканизационных отходов и брака). Из методов изготовления заготовок наиболее перспективны профилирование в предформователях и на червячных машинах холодного питания, снабженных автоматами для резки профиля, а также прессование измельченных резиновых смесей.

Применение предформователей типа «Барвелл» — высокопроизводительных экструзионных машин плунжерного типа — обеспечивает получение заготовок необходимой массы и размеров. Линия для изготовления заготовок с использованием предформователя (рис. 103) включает: плунжерный гидравлический экструдер с регулируемой подачей материала со сменными головками, оснащенный режущим устройством в виде ротационного ножа с приводом от четырехскоростного электродвигателя. Агрегат оснащен объемным регулятором расхода рабочей жидкости, который позволяет с высокой точностью экструдировать резиновую смесь, что является его основным преимуществом. Перед экструзией смесь вакуумируется в камере, что обеспечивает выпуск заготовок без пор.

Высокопроизводительным способом изготовления заготовок мелких формовых изделий является штамповка (например, по технологии английской фирмы «Ангус»). По этому способу полоса резиновой смеси, срезанная с каландра, подается на установку, на которой в автоматическом режиме вырубает заготовки, укладывают их в гнезда формы, формируют и предварительно вулканизируют в течение 8—16 с при высокой температуре. Для предотвращения прилипания изделий к поверхности формы каландрованное полотно покрывают специальным жидким антиадгезивом. Оформленное изделие направляют на довулканизацию в термостат. Точность деталей, изготавливаемых таким способом, достигается подбором нужных свойств резиновой смеси по твердости, вязкости, подвулканизации и высокой стабильности, а также высокой точностью заготовок за счет поддержания заданной толщины каландрованной полосы и правильного подбора штанцев.

Перспективен, особенно при получении заготовок из резиновых смесей повышенной жесткости, способ их формования из измельченных резиновых смесей (на автоматах таблетирования). Применение данного способа позволяет улучшить качество изделий, повысить их стойкость к физическим агрессивным средам, интенсифицировать процесс производства, поскольку можно применять активные вулканизирующие группы без опасности подвулканизации смесей на стадии изготовления заготовок. Экономичность данного процесса заключается в обеспечении большей точности массы и размеров заготовок, а также в возможности получения комбинированных заготовок из измельченных резиновых смесей различного состава, например на основе СКН и СКФ.

Формовые РТИ, выпускаемые заводами небольшими партиями, изготавливаются, как правило, компрессионным способом с использованием съемных форм. Для облегчения обслуживания пресса в этом случае используют подъемные столы. Последние применяются также при производстве РТИ с длительным циклом вулканизации. Однако такое приспособление частично облегчает физический труд и незначительно уменьшает время перезарядки.

Более эффективно применение кассетных пресс-форм, позволяющих более рационально использовать площадь плит пресса. В этом случае верхнюю и нижнюю плиты пресс-формы стационарно устанавливают на нагревательных плитах пресса, имеющего устройства для принудительного раскрытия.

Применение механизированных перезарядчиков двух- и трехплитных кассетных форм позволяет устранить физические усилия при перемещении и раскрытии пресс-форм и резко сократить время перезарядки. Прессы марки 250-600-Э2 с перезарядчиками для кассетных двух- и трехплитных форм приведены на рис. 104. По окончании вулканизации пресс размыкается, кассета опускается вместе с нагревательной плитой. Механизм перемещения кассеты со своим захватом выдвигает нижнюю плиту из пресса на пере-

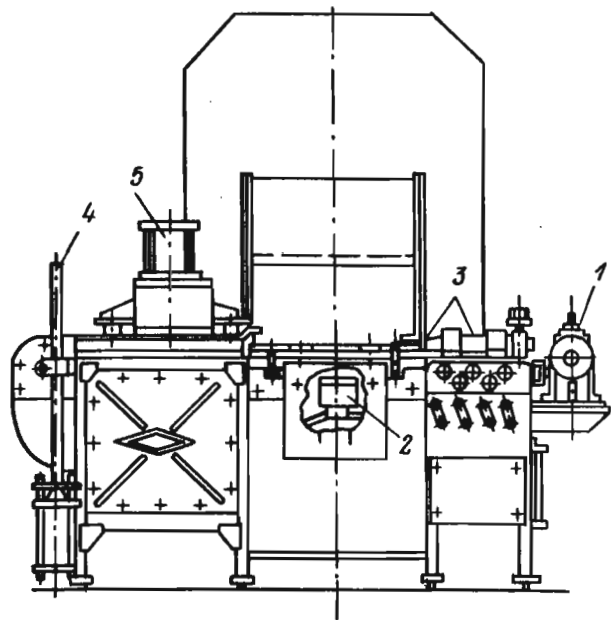


Рис. 104. Схема вулканизационного пресса 250-600-Э2 с перезарядчиком типа 13-12:

1 — привод выдвижения формы; 2 — цилиндр разъема форм; 3 — привод подъема верхней плиты; 4 — пневмопривод выдвижения средней плиты; 5 — выталкиватель изделий

зарядчик. Крышка кассеты входит в захват механизма поворота, а отверстия средней плиты кассеты останавливаются под захватом механизма перемещения средней плиты. С помощью механизма разъема, штанги которого перемещаются вверх и нажимают штырями на выступы крышки кассеты, крышка кассеты отделяется от средней плиты. Затем планка разъёмника своими уступами воздействует на среднюю плиту, которая отрывается от нижней, а захват механизма перемещения средней плиты входит в ее отверстие. Крышка кассеты механизмом поворота поворачивается на угол 70° , а средняя плита с помощью механизма перемещения подводится под выталкиватель, где производится выгрузка изделий. После этого выталкиватель поднимается, и кассеты перемещаются на разъёмник. Средняя плита опускается на нижнюю, в нее загружаются заготовки, крышка кассеты опускается, кассета задвигается в пресс, и цикл повторяется.

Метод литья под давлением. Литьевого способ изготовления формовых РТИ благодаря значительно сокращению длительности технологического процесса, увеличению точности геометрических размеров деталей, повышению культуры производства является более прогрессивным и высокопроизводительным по сравнению с компрессионным формованием.

Сущность метода заключается в том, что разогретая резиновая смесь под большим давлением впрыскивается в замкнутую горячую пресс-форму, где и происходит ее быстрая вулканизация. При прессовом производстве формовых деталей остаточные напряжения, накапливаемые в заготовке до формования, в большинстве случаев превышают остаточные напряжения в резиновой смеси, впрыскиваемой в форму при литье под давлением. Кроме того, деформирование резиновой заготовки при прессовании осуществляется, как правило, при более низких температурах, чем при литье под давлением. Осуществление литьевого формования при более высоких температурах способствует более полной релаксации напряжений в резиновой смеси. Это делает литьевой способ производства формовых изделий более перспективным с позиций получения более высокой точности и стабильности размеров. Наибольшую эффективность этот метод дает в условиях крупносерийного производства при годовом объеме выпуска изделий 100—200 тыс. штук. Однако распыленность производства формовых изделий на многих предприятиях отрасли уменьшает эффективность применения метода литья под давлением. Для укрупнения размеров партий необходимо провести специализацию формового производства.

Машины для литья под давлением резиновых смесей классифицируют по объему отливки, по принципу действия инжекционного механизма (плунжерные, червячно-плунжерные, червячные с предварительной пластикацией и без нее), по компоновке инжекционной и прессовой части (горизонтальные, вертикальные, угловые), по числу прессовых узлов (одно- и многопозиционные) и по другим признакам.

Современные плунжерные (трансферные) литьевые прессы изготавливают с нижним расположением литьевого гидроцилиндра, они развивают давление литья до 130 МПа. Плунжерные прессы применяют преимущественно для изготовления малых партий некоторых массивных изделий, а также массовых изделий несложной конфигурации.

С созданием производительного оборудования для изготовления точно дозированных заготовок (предформователей типа «Барвелл») появилась возможность более широкого использования оборудования этого класса. Типичный представитель — однопозиционная плунжерная литьевая вертикальная машина «Пирелли-450», формование на которой может осуществляться как компрессионным, так и литьевым способами. Широкое распространение вертикальных литьевых прессов объясняется тремя причинами: повышенной универсальностью, т. е. возможностью изготовления резиновых и резинометаллических деталей, малыми производственными площадями, занимаемыми прессами, и возможностью использования рабочими навыков, приобретенных при работе на компрессионных прессах. Питание современных прессов

«Пирелли» (тип 600×50-400-71) осуществляется встроенными червячными питателями, которые пластицируют резиновую смесь, позволяют исключить операции предварительного формования заготовок и их загрузки, сократить продолжительность цикла вулканизации в 1,5—2 раза.

Червячные литьевые машины вследствие ряда присущих им недостатков (существенное повышение температуры смеси, особенно на конечных стадиях заполнения, и возможная подвулканизация смеси, сложность осуществления точного дозирования, большая мощность привода червяка и др.) не нашли широкого применения и используются лишь для изготовления массивных изделий простой конфигурации из смесей с вязкостью по Муни до 60 усл. ед., причем гидравлическое сопротивление формы должно быть низким, так как практически давление литья не превышает 120 МПа.

Червячно-плунжерные узлы могут монтироваться как горизонтально, так и вертикально. Наиболее широко применяются червячно-плунжерные машины типа ЦСИ (ЧСФР), КуАСИ (Германия). Рациональнее использовать червячно-плунжерные литьевые машины для изготовления неармированных деталей с коротким временем вулканизации из смесей средней вязкости с длительным индукционным периодом. В настоящее время тенденция в конструировании литьевого оборудования сводится к изысканию новых червячно-плунжерных прессов с раздельной пластикацией.

Для изготовления массовых РТИ с коротким временем перезарядки форм и временем вулканизации около 3 мин применяют многопозиционные машины «Десма-903», «Десма-931» (Герма-

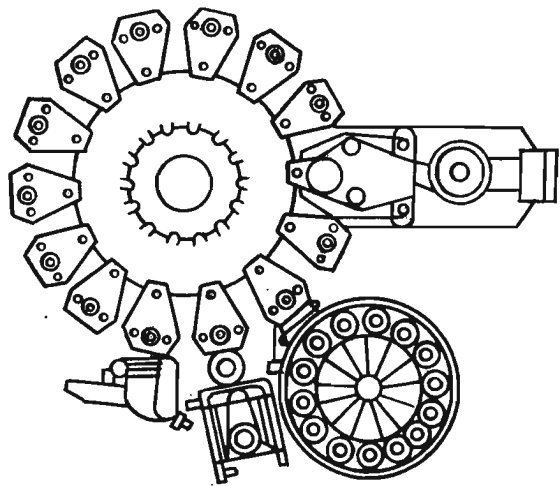


Рис. 105. Схема 14-позиционной литьевой машины карусельного типа «Десма-931/14»

ния), ЛКВ-100 (ЧСФР). При массовом производстве изделий многопозиционные литьевые машины оснащаются приспособлениями для их извлечения, и работа агрегата полностью автоматизируется (например, литьевая машина «Десма 931/14» — рис. 105).

3.5.4. Обработка изделий после вулканизации

В процессе формования изделий неизбежно образование *выпрессовок (облоя)*, количество которых зависит от способа изготовления, конструкции пресс-формы, вязкости резиновой смеси. Облоя с изделий удаляют обрезкой и шлифовкой при обычных температурах (вручную или с использованием универсальных приспособлений) или групповым методом при низких температурах. На заводах РТИ около 30 % изделий обрабатывается при низких температурах, 25 % — на станках и автоматах, 25 % подвергается комплексной обработке (ручная обрезка, обрыв с последующей обработкой на станках) и 20 % — с применением ручного труда (обработка изделий сложной конфигурации неправильной геометрической формы).

Многоассортиментность, разнообразие конфигураций и специфические свойства резиновых изделий обуславливают большую трудоемкость их обработки (на эти операции приходится от 30 до 70 % общей трудоемкости изготовления изделий). Поэтому для повышения эффективности отделочных операций требуется создание специализированных технологических потоков и укрупнение партий обрабатываемых деталей.

Механический способ удаления облоя с формовых РТИ применяется в тех случаях, когда к изделию предъявляются повышенные требования по чистоте поверхности и точности размеров. На тримминг-машинах обрезка выпрессовок производится с помощью двух круглых ножей, вращающихся навстречу друг другу; оси вращения расположены при этом под прямым углом. При удалении облоя шлифованием обрабатываемую деталь закрепляют на вращающихся оправках и воздействуют на нее вращающимся абразивным кругом. Наиболее совершенным является метод группового штанцевания формовых изделий, который заключается в том, что при проектировании формы заранее планируется получение в плоскости разъема облоя 0,3—1,0 мм. Этим облоем изделия многогнездовой формы соединены друг с другом и в виде «коврика» снимаются с пресса. Далее этот «коврик» закладывается в групповой штанец, где каждое изделие попадает в свое гнездо. Вырубка изделий с одновременным удалением облоя осуществляется на механическом прессе.

Наиболее перспективным способом удаления облоя с формовых РТИ является обработка при низких температурах. Перспективность этого метода заключается прежде всего в его универсальности и высокой производительности. При температурах от — 60

Таблица 36. Сравнительная характеристика оборудования для удаления облоя с формовых РТИ методом замораживания

Применяемое оборудование	Принцип действия	Достоинства и недостатки
Галтовочный барабан	Удаление облоя происходит в результате ударов деталей о стенки барабана и друг о друга. Энергия удара зависит от массы деталей, толщины слоя обрабатываемых деталей и скорости их перемещения. Отношение объема загруженных деталей к полному объему барабана составляет 0,3--0,5. Оптимальная частота вращения 20—60 мин ⁻¹ . Продолжительность обработки 15—60 мин, производительность 25—200 кг/ч	Достоинства: простота конструкции, возможность изготовления на заводах РТИ, автоматическое поддержание температуры. Недостатки: полная обработка изделий ограниченного ассортимента (трудность удаления облоя с внутренних поверхностей)
Щеточные машины и установки типа НВУК-3, НВУК-4	Облой удаляется с помощью вращающихся щеток, выполненных из морозостойкого эластичного материала (найлона, фторопласта, тефлона и др.). Используются три режима работы щеток: 1) щетки вращаются в противоположных направлениях с большой частотой; изделия захватываются щетками и ударяются о внутренние стенки камеры; 2) щетки вращаются в противоположных направлениях с небольшой частотой; изделия удерживаются в верхней части барабана и осторожно зачищаются; 3) в центре барабана изделия подвергаются действию сил противоположного направления, образующих пару вращения, в результате чего облой удаляется быстрее. Продолжительность обработки 5—20 мин, производительность 50—200 кг/ч	Достоинства: простота конструкции, возможность удаления облоя с внутренних поверхностей
Инерционные машины	Удаление облоя происходит в результате соударения деталей друг с другом и о стенки камеры при ее вращении. Детали с обломом, наполнитель и хладагент («сухой» лед) загружаются в объемный теплоизолированный контейнер на 3/4 его объема. В результате вращения водила детали в контейнере располагаются на максимальном удалении от центра вращения, и внутри слоя под действием центробежных сил возникает большое давление. Продолжительность обработки 3—5 мин, интенсивность процесса обработки возрастает в 12—15 раз (по сравнению с галтовкой)	Достоинства: высокая производительность, высокое качество обработки изделий, простота конструкций. Недостатки: необходимость применения наполнителя и использование в качестве хладагента дорогого «сухого» льда, малоэффективного при обработке деталей из морозостойкой резины

Применяемое оборудование	Принцип действия	Достоинства и недостатки
Дробеструйные установки типа НВУД-1, НВУД-2	Удаление облоя осуществляется в результате ударов дроби о детали. Кинетическая энергия сообщается дроби специальными механическими устройствами — дробеметами. Детали с обломом подаются на ленточный транспортер. Ленточный барабан непрерывно перемешивает детали в период стрела их дробию, затем проводится отделение облоя и дроби от деталей. Облой и дробь попадают на вибросито, после чего дробь направляется в заборную часть элеватора, а облой собирается в специальном бункере. Продолжительность обработки 5—15 мин	Достоинства: механизация процесса, высокая производительность, возможность обработки изделий сложной конфигурации. Недостатки: сложность конструкции установки

до —130 °С (в зависимости от температуры стеклования каучука) резина теряет свои упругие свойства и становится хрупкой. Резиновый облой, толщина которого составляет 0,05—0,8 мм, при механическом воздействии на него легко отламывается. При этом процесс ведут таким образом, чтобы само изделие «промерзло» на глубину, соизмеримую с толщиной облоя. Полное «промерзание» изделия нежелательно, так как в результате полной потери упругих свойств обрабатываемого изделия механическое воздействие на облой может привести к частичному повреждению наружной поверхности изделий и, кроме того, увеличивается расход хладагента. В качестве хладагента используется жидкий азот и поток охлажденного (до $-90 \div -130$ °С) воздуха, подаваемого от турбохолодильной машины. В табл. 36 приведена сравнительная характеристика агрегатов для удаления облоя с формовых РТИ методом замораживания.

Контроль готовых изделий на заводах РТИ, как правило, осуществляется вручную с помощью шаблонов, измерительного инструмента и несложных приспособлений. Все изделия подвергаются визуальному контролю. Ряд изделий проходят контроль на стендах, имитирующих рабочие условия. Разработаны контрольные приборы и автоматы для массовых видов деталей. Так, для измерения колец внутренним диаметром 100—350 мм и сечением 2—8 мм разработан полуавтоматический прибор, принцип работы которого основан на методе обкатки мерным роликом. Диаметр определяется по показанию счетчика. Точность измерения $\pm 0,5$ % от измеряемой величины. Значительно большей точностью и производительностью обладает телевизионный прибор для колец внутренним диаметром 10—120 мм и сечением 1,9—5,0 мм. Он позволяет в автоматическом режиме определить внутренний диаметр и диаметр сечения кольца в горизонтальной плоскости с точностью

± 50 мкм. В конце цикла измерения оператор по показанию цифрового табло определяет отклонения диаметров кольца от их номинальных значений и принимает решение о годности изделия.

3.5.5. Безоблойные методы производства формовых изделий

Задача получения формовых РТИ без облоя в настоящее время весьма актуальна, так как она включает не только вопросы снижения материалоемкости и трудозатрат в производстве наиболее массовых изделий — формовых РТИ, но и совершенствования технологии и оборудования производства РТИ, изготовления пресс-форм, выбора материала пресс-форм, их стоимости и многое другое.

При компрессионном формовании РТИ образование облоя происходит на первых стадиях процесса, когда резиновая смесь находится еще в вязкотекучем состоянии и ей может быть придана требуемая конфигурация будущего изделия. Для создания давления в полости формы заготовка, как правило, имеет объем на 3—8 % больше объема получаемой детали. Большое значение имеет конфигурация заготовки: чем ближе она к размерам и форме детали, тем меньше расход резиновой смеси. В момент смыкания плит давление в полости формы благодаря избытку резиновой смеси может достигнуть 60—70 МПа. Под таким давлением резиновая смесь заполняет все полости формы, а избыток резиновой смеси вытекает по плоскости разъема. Резиновая смесь под действием давления может затечь в зазоры, которые имеются в пресс-форме (посадочные места вставок, сердечников и другие вставные элементы формы). Затекание резиновой смеси при давлении свыше 40 МПа начинается в зазоре, превышающем 0,025 мм.

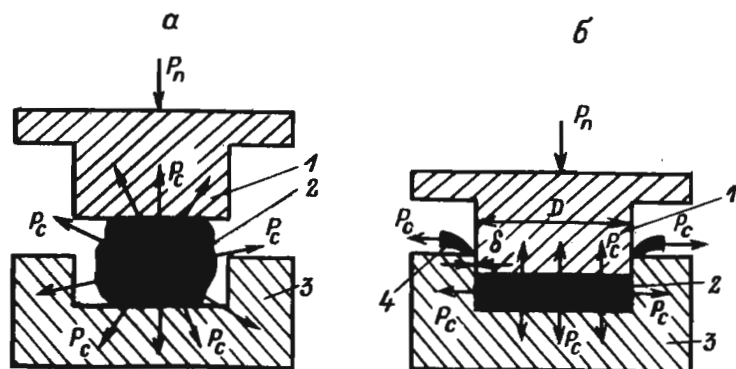


Рис. 106. Схема прессования в плунжерной форме и образования облоя до (а) и после (б) смыкания полуформ:

1 — верхняя полуформа; 2 — изделие; 3 — нижняя полуформа; 4 — облой. P_n — давление пресса; P_c — давление, создаваемое усилием пресса; δ — зазор пресс-формы; D — диаметр гнезда пресс-формы

В период вулканизации изделия давление в форме повышается из-за термического расширения резиновой смеси, и смесь вытекает из полости формы в виде облоя или в плоскость разъема полуформ, тем самым приоткрывая их, или в зазоры, имеющиеся в форме (рис. 106).

В отличие от прессового формования, при литье под давлением забирают пустую форму, затем в плотно закрытую форму под давлением плунжера или червяка подают резиновую смесь. Характер изменения давления в форме представлен на рис. 107. Участок кривой 1—2 характеризует начало впрыска и заполнение оформляющей полости изделия резиновой смесью; 2—3 — формование изделия, причем в это время давление в форме достигает 100—150 МПа. При отводе литьевой головки, т. е. когда нет подпора давления внутри формы, давление в форме падает (участок 3—4). В то же время резиновая смесь нагревается до температуры вулканизации (участок 4—5—6) и теряет свои вязкотекучие свойства.

В этот период давление внутри формы повышается за счет термического расширения резиновой смеси. В момент максимального давления (точка 5) возможно раскрытие формы и выброс излишка резиновой смеси, который образовался в результате увеличения объема при термическом расширении, в результате чего давление в форме падает (участок 5—5¹). Вулканизация на участках 5—6; 5¹—6¹; 5²—6² сопровождается увеличением плотности резиновой смеси и снижением давления.

Итак, источники образования облоя при формовании РТИ следующие: зазоры в форме, которые необходимы для обеспечения сборки и разборки формы; зазоры, возникающие от деформации деталей формы в момент ее закрытия под действием усилия пресса; зазоры, появляющиеся от тепловых деформаций элементов формы; действие внутреннего давления при тепловом расширении смеси; зазоры, возникающие между полуформами в момент, когда усилия пресса недостаточны для удержания формы в закрытом состоянии.

Размеры зазоров и точность сборки пресс-форм зависят от класса чистоты обработки деталей и класса точности посадок. Максимально допустимый зазор между деталями пресс-форм, обрамляющими изделия, не должен превышать 0,010 мм, а это

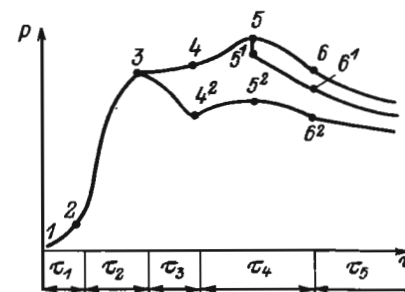


Рис. 107. Характер изменения давления резиновой смеси в процессе литья

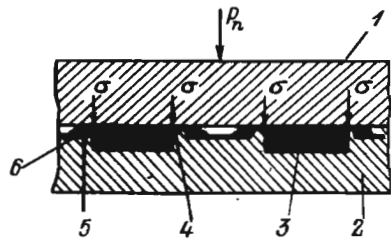


Рис. 108. Схема пресс-формы с режущей кромкой:

1, 2 — полуформы; 3 — изделие; 4 — режущая кромка; 5 — облой; 6 — облойная канавка

соответствует седьмому классу чистоты и выше. Для исключения затекания смеси в посадочных местах сердечников, вставок и т. д. (т. е. образования облоя) для размеров более 30 мм необходима обработка деталей пресс-форм по первому классу точности.

Герметичность прессовых и литьевых форм создается применением гибких полуформ и вставок из упругих элементов, нанесением эластичных покрытий на плоскости разъема формы, центрированием плит относительно друг друга. Одним из способов устранения образовавшегося облоя является использование режущих кромок. При этом способе при смыкании плит пресс-формы облой, находящийся в плоскости смыкания (рис. 108), выдавливается в облойную канавку. После заполнения полости пресс-формы резиновой смесью полуформы и вставки сопрягаются. На режущей кромке в зависимости от ее площади и приложенного усилия создается напряжение 100—150 МПа. Под действием такого давления резиновая смесь вытекает из плоскости смыкания, т. е. с поверхности режущей кромки.

Получение формовых РТИ с минимальным облоем и без него возможно лишь при определенном сочетании герметичности гнезда пресс-формы и точности заготовки при прессовании или дозы впрыска при литье. Предпочтительными способами изготовления заготовок для формовых РТИ с минимальным облоем и без него являются штанцевание каландрованного листа, получаемого стабильно с точностью $\pm 0,1$ мм по толщине на каландре с автоматическим управляемым зазором, и их формование на установках типа «Барвелл» (точность изготавливаемых заготовок 1,5—2,5 %).

Точность набора дозы в литьевых машинах определяется давлением пластикации, точностью контрольно-измерительной аппаратуры для установки дозы впрыска, конструкцией узла впрыска. Внедрение управления дозированием с помощью электронных устройств (с высокой точностью отключающих привод вращения червяка и управляющих золотником на сопле) позволяет прецизионно проводить эту операцию и оформлять гнезда форм с малой погрешностью (0,5—1,0 % по объему).

Важным направлением работ по сокращению отходов является использование инжекционно-компрессионного способа формования (в литьевых прессах 4520-113, «РЕП» и др.). При этом способе производства в форме имеется автономная литниковая

система, которая соединена с инжекционным цилиндром и с гнездами одной части формы. После соединения формующего инструмента с инжекционным цилиндром резиновая смесь впрыскивается в полость формы, при этом происходят процессы формования и дозирования заготовки в гнезда формы. После окончания формования заготовок форма расстыковывается, литниковая система выводится из пресса, а ее место занимает вторая полуформа. После чего под давлением пресса осуществляется окончательное формование и вулканизация.

Перспективны безотходные процессы производства с использованием порошковой технологии, жидкого формования. Для заготовок используют порошкообразную или мелкогранулированную резиновую смесь с добавлением измельченных отходов — выпрессовки. Заготовки формуют как таблетки, а при изготовлении резиноармированных манжет в них запрессовывают металлическую арматуру. Сформованные заготовки можно применять на прессах-полуавтоматах, оснащенных перезарядчиками.

Жидкое формование позволяет исключить процессы резиносмешения и изготовления заготовок, характеризуется почти полным отсутствием отходов, резким сокращением трудовых затрат. В настоящее время методом жидкого формования изготавливают изделия преимущественно из полиуретанов на литьевых машинах «Десма», а также на оборудовании, разработанном ВНИИРТАШем. С учетом вязкости перерабатываемых материалов выпускаются машины низкого (до 2,5 МПа) и высокого (до 30 МПа) давления. На установках низкого давления эффективно изготовление крупногабаритных материалоемких изделий методом свободного литья. В этом случае резко снижаются масса пресс-форм и их стоимость.

Метод основан на поликонденсации жидких компонентов (олигоэфиров и диизоцианатов) непосредственно в формах с образованием полиуретанов сетчатого строения. Скорость процесса регулируется подбором соответствующих катализаторов. Компоненты подаются в литьевую головку из баков шестеренчатым насосом. Жидкие компоненты впрыскиваются в форму с помощью самоочищающегося червячного устройства, при этом вращающийся червяк предварительно перемешивает оба жидких компонента (в виде суспензий, содержащих ингредиенты-добавки).

3.5.6. Производство неформовых изделий

Основной тенденцией современного развития технологии производства неформовых комплектующих изделий является переход от периодических процессов к непрерывным. Современные процессы производства неформовых резиновых изделий разделяются на две самостоятельные группы:

1. Процессы и аппараты для непрерывного изготовления профильных изделий с вулканизацией *под давлением*, различающиеся по способу передачи теплоты заготовке: путем непосредственного контакта теплоносителя с заготовкой (непрерывные вулканизаторы барабанного типа, установки на базе червячной машины высокого давления с формующим и вулканизирующим инструментом) и передачей теплоты через разделяющую стенку (установки горизонтального, вертикального и спирального типов). Эти аппараты различаются между собой видом используемого теплоносителя (газ, жидкость, псевдооживленный слой, электрообогрев).

2. Процессы и аппараты с вулканизацией *без давления* с непосредственной передачей теплоты от греющей среды к изделию. В этих установках применяются следующие теплоносители: жидкость, газ, псевдооживленный слой, магнитооживленный слой; сюда же можно отнести установки с обогревом токами высокой и сверхвысокой частоты.

Среди аппаратов первой группы наибольшее распространение получили непрерывные вулканизаторы барабанного типа, используемые для вулканизации каландрованных неформовых РТИ (техническая пластина, релин и пр.). Обогрев барабанного вулканизатора (типа «Бузулук», «Берсторфф» и др.) осуществляется паром, электричеством. Принцип работы этих вулканизаторов основан на пропускании материала в виде ленты или полотна между вулканизационным барабаном и стальной лентой. При этом материал плотно прижимается лентой к поверхности барабана, формируется и, огибая барабан, нагревается и вулканизуется. Достоинства данных аппаратов — простота конструкции, хорошее качество получаемых изделий. С целью повышения производительности агрегатов заготовки предварительно нагревают или применяют двухленточные ротационные вулканизаторы. Для предварительного нагрева заготовок используют инфракрасные лампы, обогревающие заготовку со стороны ленты, установки с токами высокой и сверхвысокой частоты. На двухленточном барабанном вулканизаторе вулканизацию проводят сначала последовательно на первом и втором барабанах, а затем на прямом участке, где изделие зажимается между лентами специальными роликами и обогревается со стороны прессующих лент дополнительными нагревателями. Производительность барабанных вулканизаторов повышается на 50—60 % при дополнительном нагреве со стороны ленты и на 15—20 % при предварительном нагреве заготовок. Производительность двухленточных вулканизаторов превышает производительность эквивалентных одноленточных машин в 1,3—1,5 раза.

При изготовлении и вулканизации неформовых экструдированных профилей наиболее широко применяются установки с непрерывной вулканизацией *в расплавах солей, псевдооживленном слое* и с предварительным подогревом заготовок *в поле токов сверхвысокой частоты* (СВЧ). Одним из основных параметров при

выборе теплоносителя является коэффициент теплоотдачи от теплоносителя к изделию (α), значение которого меняется в широких пределах:

Теплоноситель	α , Вт/(м ² ·К)
Горячий воздух	20—80
Псевдооживленный слой	100—600
Расплавы солей и жидкие органические теплоносители	300—1000

Вследствие низкого коэффициента теплопроводности резины при вулканизации реальных профилей степень вулканизации поверхности изделия и его внутренних слоев может получиться различной. Следовательно, с одной стороны, применение теплоносителей с высоким коэффициентом теплоотдачи выгодно, с другой — нет, так как при этом возникает опасность получения различной степени вулканизации профиля по его сечению из-за неравномерности распределения температур по сечению заготовки. Применение в качестве теплоносителя горячего воздуха характеризуется наименьшими перепадами температур по сечению вулканизуемого профиля, однако в этом случае необходимо применять вулканизаторы длиной 30—50 м, что неприемлемо с точки зрения занимаемых производственных площадей. Псевдооживленный слой сыпучего материала, — по-видимому, наиболее пригодный тип теплоносителя, так как при его использовании легко может быть изменено значение коэффициента теплоотдачи в зависимости от требуемого размера РТИ. Наиболее полно этим условиям отвечают различные неорганические сыпучие материалы типа песков. Менее предпочтительным материалом являются стеклянные шарики, так как при прекращении подачи оживающего агента может произойти их размягчение и слипание в местах контакта с нагревательными элементами. В установках с псевдооживленным слоем можно вулканизовать сложные профили, в том числе пустотелые, без изменения их конфигурации, варьировать температуру вулканизации в пределах 140—250 °С. Этот метод имеет и недостатки: необходимость очистки поверхности свулканизованного профиля от частиц теплоносителя на выходе из вулканизатора и тщательного уплотнения всех движущихся частей установки во избежание попадания в них частиц теплоносителя.

При вулканизации профилей в ваннах с расплавом солей достигаются хорошая теплопередача от теплоносителя к изделию, большая скорость вулканизации (10—17 м/мин при длине вулканизатора 10 м), возможность регулирования температуры вулканизации в пределах 170—300 °С, исключается опасность окисления материала. Однако, кроме отмеченных выше преимуществ, вулканизация в расплавах солей имеет существенные недостатки: ограниченность размеров в сечении вулканизуемых профилей (монолитных — до 25 мм, пористых — до 15 мм), сплющивание и прогиб некоторых профилей сложного сечения выталкивающей

силой, действующей на погруженный в расплав профиль, вследствие значительного различия плотностей резины и расплава солей, значительный унос солей (60—150 кг в сутки на одну установку), необходимость строительства очистных сооружений для рекуперации солей, большая длительность нагрева теплоносителя в ванне.

Наиболее широко в качестве теплоносителя используется нитрит-нитратная смесь (сплав СС-4), представляющая собой эвтектическую смесь 40 % нитрита натрия, 53 % нитрата калия и 7 % нитрата натрия, и имеющая температуру плавления 142 °С и плотность расплава 1920 кг/м³. Рекомендуются эвтектическая смесь 70 % роданида калия и 30 % роданида натрия с температурой плавления 123 °С и температурой разложения свыше 500 °С. Низкая температура плавления позволяет проводить вулканизацию в расплаве смеси роданидов калия и натрия при 150—250 °С. При применении в качестве теплоносителя расплавов роданидов металлов в 2,5—3,0 раза снижаются потери теплоносителя, связанные с его механическим уносом, что объясняется худшей смачиваемостью поверхности резины расплавами роданидов и значительно меньшей вязкостью расплава. За счет более низкой плотности расплавов роданидов (1508 кг/м³) можно ожидать снижения деформации профиля вулканизуемых изделий. Для исключения деформации профиля разработаны аппараты с поливом. В этих аппаратах профиль передвигается в ванне по поверхности теплоносителя (изделие как бы плавает на ленте), а теплоноситель (расплав соли) падает на него в виде душа из емкости, находящейся над ванной.

Метод нагрева резины в поле токов СВЧ — единственный метод, при котором теплота генерируется внутри изделия и равномерно распределяется по всей его массе, что особенно важно при вулканизации изделий больших сечений и губчатых. Высокочастотный обогрев осуществляется магнетронами с частотой 896 и 2450 МГц, мощностью 1—50 кВт. Разогрев изделий происходит быстро (температура 180—200 °С достигается за 20—60 с), что способствует уменьшению общей продолжительности вулканизации.

На подготовку установки к пуску затрачивается также мало времени. Однако токами СВЧ могут эффективно нагреваться только смеси с большим содержанием полярного полимера (обычно более 40 %) или наполнителя. Кроме того, в процессе нагрева возможно окисление некоторых полимеров (например, СКИ-3, НК), и нельзя изготавливать изделия из резиновой смеси, в состав которой входят пероксиды. Тем не менее при вулканизации изделий с предварительным подогревом профилей в сверхвысокочастотном электрическом поле появилась возможность повысить качество продукции, сократить продолжительность вулканизации, а также улучшить условия труда.

Значителен объем производства губчатых уплотнителей (неформовых и формовых). Перспективно изготовление неформовых шприцованных губчатых изделий на непрерывных линиях вулканизации в расплавах солей. При этом необходимо учитывать, что скорости порообразования и вулканизации должны быть согласованы. Если скорость порообразования отстает от скорости вулканизации, изделие получается мелкопористым, с толстой наружной пленкой, с большой плотностью, жесткостью и остаточной деформацией. При отставании скорости вулканизации образуются неравномерные крупные поры в резинах, очень тонкая наружная пленка, появляются деформации («морщинистости») за счет втягивания пленки и частичной ее недовулканизации, а также увеличивается остаточная деформация. Поэтому желательно, чтобы порообразование происходило в начальный период вулканизации, а вулканизация заканчивалась после образования пор так быстро, чтобы стенки пор не успели осесть. Это достигается правильным выбором ускорителей вулканизации; при этом нужно учитывать, что некоторые из них увеличивают, а другие замедляют разложение порообразователей. Например,ДФГ, каптакс, сера ускоряют разложение порофора ЧХЗ-5, а оксид цинка — замедляет. В то же время оксид цинка ускоряет разложение порофора ЧХЗ-21. Необходимо учитывать также ускоряющее действие порофора ЧХЗ-21 при вулканизации БСК, БНК, а порофоров класса сульфазидов — при вулканизации этиленпропиленовых каучуков.

3.5.7. Основные направления повышения производительности труда и улучшения качества комплектующих деталей

Перед производством РТИ на период до 2000 года поставлена задача улучшения качества формовых и неформовых комплектующих деталей и увеличения объемов их производства за счет повышения производительности труда. Эта задача может быть выполнена только при условии технического перевооружения существующих производств с использованием комплексно-механизированных линий, автоматов для изготовления формовых изделий, роторных линий, роботов и манипуляторов, специализации производства. Существенное значение приобретают работы, направленные на увеличение производительности действующего оборудования, главным образом вулканизационного. Эти работы проводятся в следующих направлениях: увеличение этажности вулканизационных прессов и литьевых машин, увеличение гнездности прессформ, сокращение продолжительности перезарядки за счет механизации, интенсификация режимов вулканизации.

Так, применение двухэтажных трехплитных форм при производстве тонкостенных изделий, изготавливавшихся ранее в двухплитных формах, с использованием перезарядчиков позволит увеличить съём продукции примерно в 2 раза. Трансферные двух-

этажные формы для изготовления тонкостенных изделий, кроме повышения производительности и увеличения съема с поверхности плиты, позволят сократить отходы резиновой смеси в трансферной камере на 40 %.

Важнейшим направлением по повышению эффективности литейного оборудования являются механизация и автоматизация процесса перезарядки с сокращением вспомогательного времени на перезарядку, которое составляет 25—50 % от продолжительности вулканизации. Использование механизмов для чистки и смазки пресс-форм совместно с встроенными в литейные формы механизмами для извлечения изделий позволит сократить время на перезарядку до 80 %.

Применение роторных линий и машин для изготовления формовых РТИ — один из важнейших путей комплексной автоматизации процесса. В настоящее время в производстве РТИ работают автоматические роторные машины типа «Десма», ЛКВ-100. Эти машины относятся к роторным машинам циклического действия с остановкой на время перезарядки форм, причем съем изделий осуществляется автоматически с помощью роботов и манипуляторов. Предусматривается изготовление роторно-конвейерных линий для выпуска массовых формовых РТИ: манжет, уплотнителей подшипников, маслосъемных колец для автомобилей. Внедрение роторных линий позволит повысить производительность в 2—3 раза при полной автоматизации процесса.

Промышленные роботы являются одним из наиболее эффективных средств комплексной автоматизации и механизации производства. В производстве РТИ промышленные роботы и манипуляторы находят применение для механизации трудоемких операций и замены ручного труда на погрузочно-разгрузочных работах и на операциях по загрузке и снятию деталей при вулканизации на прессах и литейных автоматах. На автоматах «Десма-931» используется манипулятор для снятия изделий и чистки форм. При обработке виброизоляторов больших размеров после вулканизации используются роботы ПР-10И. С помощью робота деталь с лотка подается к кранцовочной щетке, поворачивается при шероховке и укладывается на приемный лоток. На этой трудоемкой и травмоопасной операции робот может заменить трех рабочих. Для загрузки автомата для шлифовки армированных манжет используется робот типа МП-9с, который берет детали из лотка вибробункера и устанавливает их на оправки карусельного стола-автомата. Манипуляторы с ручным управлением типа КШ-63, МП-100, ШБМ-150 используются для погрузки деталей и полуфабрикатов на конвейер и электрокары.

Перспективные безотходные процессы изготовления резиновых и резиноармированных уплотнителей с использованием порошковой технологии, жидкого формования, а также на основе термоэластопластов, позволяющие полностью автоматизировать про-

цесс изготовления комплектующих изделий, улучшить их качество.

Наиболее перспективным оборудованием для вулканизации неформовых комплектующих изделий являются вулканизаторы непрерывного действия, позволяющие повысить производительность труда в 2—3 раза по сравнению с периодическими процессами изготовления изделий.

Интенсификация процессов контроля качества комплектующих изделий должна осуществляться за счет внедрения специализированных автоматических станков и линий, особенно для таких массовых видов изделий, как кольца круглого сечения, армированные и неармированные манжеты.

3.6. РЕЗИНОВЫЕ ОБКЛАДКИ И ЗАЩИТНЫЕ ПОКРЫТИЯ

В машиностроении широко применяют различные резиноталлические детали и узлы агрегатов, в которых *резиновые покрытия (обкладки)* служат для создания эластичной поверхности на жесткой металлической базе (валы) и защиты аппаратов от агрессивных сред. Обрезиненные валы выполняют самые разнообразные функции и подразделяются на отжимные, тянущие, поддерживающие, наносящие, формующие и др. Обрезиненный вал (рис. 109) представляет собой резиноталлическую конструкцию, в которой к обточенной строго по цилиндру металлической арматуре прочно прикрепляется резиновое покрытие. Иногда резиновое покрытие наносят на торец вала и часть шейки цапфы. Металлическая арматура валов бывает монолитной и полый, последняя удобнее в работе из-за меньшей массы и возможности лучшего обогрева металла и резины во время вулканизации. Как правило, пустотелыми изготавливают валы диаметром более 100 мм.

В процессе эксплуатации отдельные участки или все резиновое покрытие вала контактируют с рабочим телом, на него воздействуют различные агрессивные среды и теплота, что ускоряет разрушение полимерного покрытия.

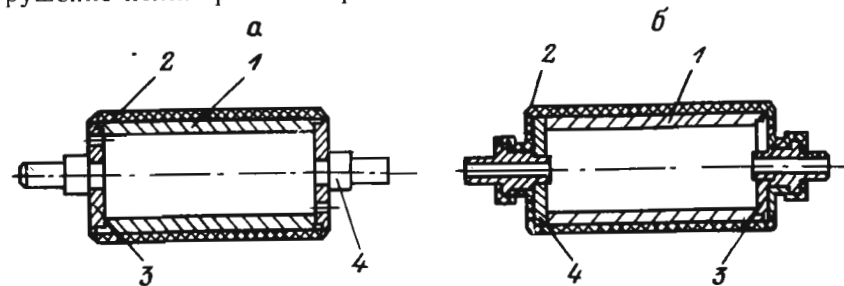


Рис. 109. Разрез полого вала с резиновым покрытием с отверстиями в торцах (а) и с центральным отверстием в шейке цапфы (б):

1 — металлической арматура; 2 — резиновое покрытие; 3 — торец вала; 4 — шейка цапфы

По характеру действия агрессивные среды разделяют на две группы: физически агрессивные среды, вызывающие обратимые изменения, и химически агрессивные среды, под действием которых происходят необратимые изменения полимеров. Отнесение сред к физически и химически агрессивным зависит от реакционной способности полимера. Так, вода, будучи физически агрессивной для полиэтилена, химически агрессивна для полиамида.

К жидким физически агрессивным средам относятся обычно химически инертные углеводороды и некоторые их производные, используемые в качестве растворителей, масел, топлив, гидротормозных жидкостей и др. Действие физически агрессивных сред в основном заключается в их способности проникать в полимер и определяется сорбционными и диффузионными процессами. В реальных условиях воздействие таких жидкостей часто сопровождается и необратимыми процессами, например вымыванием противостарителей, пластификаторов. Это ухудшает морозостойкость, физико-механические свойства резин.

К жидким химически агрессивным средам относятся растворы кислот, оснований и солей. Из них менее распространенными и менее активными являются соли. Действие кислот и основных солей можно в первом приближении рассматривать как действие слабых кислот и оснований. Некоторые кислоты и соли проявляют окислительное действие по отношению к полимерам. Мерой окислительной активности таких сред является окислительный электрохимический потенциал.

Действие химически агрессивных сред заключается в способности полимеров вступать с ними в химические реакции. Это определяется прежде всего не длиной макроцепей, а наличием активных центров (гидроксильных, карбоксильных, аминных и других групп, двойных и других связей, подверженных легким изменениям).

Наличие динамических деформаций изменяет противодействие резин агрессивным средам по сравнению со статическими условиями. Наибольшая специфичность динамических условий нагружения резины проявляется при интенсивном химическом взаимодействии резины со средой, в частности при воздействии на полимеры жидких окислительных сред. Образующаяся при этом пленка химически перерожденного материала при статическом взаимодействии препятствует дальнейшему взаимодействию резины со средой. При динамическом взаимодействии эта пленка разрушается, что ускоряет процесс и резко увеличивает скорость динамической ползучести по сравнению со статической. При многократных деформациях значительную роль в усталости полимеров играет большая неравномерность в распределении напряжений (по сравнению с действием статического напряжения), а при больших частотах — выделение теплоты и ускорение релаксационных процессов.

Отмеченные выше условия эксплуатации изделий с резиновыми обкладками и покрытиями определяют выбор соответствующих материалов.

3.6.1. Технология обкладки валов

Технологический процесс обрезинивания валов включает следующие основные этапы: подготовку поверхности металлического вала, нанесение клея (или другого подслоя) на поверхность вала, наложение резиновой смеси на поверхность, вулканизацию и механическую обработку.

Одним из основных факторов, определяющих работоспособность обрезиненных валов, является прочность крепления резинового покрытия к металлу и ее сохранение в эксплуатационных условиях. При этом подготовка поверхности подложки играет важную роль в обеспечении надежности готового изделия. Опыт эксплуатации резинометаллических изделий свидетельствует о необходимости тщательного удаления с поверхности металла масел, окалины и других загрязнений, придания поверхности шероховатости, активирования поверхности путем разрушения оксидной пленки или создания на ней промежуточного защитного слоя. Различные способы обработки поверхностей валов представлены в табл. 37.

Большой интерес представляет крепление резин к металлам с помощью химической модификации их поверхности путем нанесения гальванических покрытий или покрытий, химически взаимодействующих с подложкой. При модификации на поверхности

Таблица 37. Методы обработки поверхности металлических подложек

Металл	Механическая обработка *	Химическая обработка
Сталь с низким содержанием углерода	Обработка чистой остроугольной дробью из отбеленного чугуна, частицами оксида алюминия или песка	Фосфатирование
Нержавеющая сталь	То же	Травление кислотой
Латунь и медь	Обработка чистой остроугольной измельченной дробью оксида алюминия, песком или дробью из отбеленного чугуна	Травление персульфатом аммония
Алюминий и магний	То же	Обработка хроматом
Цинк и кадмий	»	Фосфатирование или обработка хромовой кислотой
Титан	»	Травление хлористоводородной кислотой

* Обезжиривание проводят до и после обработки.

металлов образуются слои, имеющие другой химический состав или микроструктуру и способствующие увеличению прочности адгезионного соединения. Наиболее распространенными методами повышения адгезионных свойств поверхности металла являются нанесение слоя электроосажденной латуни и фосфатирование.

Учитывая преимущества и недостатки различных методов и практические результаты, подготовку поверхности валов следует проводить в такой последовательности: очистка поверхности струей воды высокого давления или водяного пара; обработка поверхности остроугольной дробью из отбеленного чугуна или оксида алюминия (обработка сухим песком в настоящее время ограничена из-за вредного воздействия его на организм человека), очистка обработанной поверхности от твердых частиц сжатым воздухом; повторная очистка металла от следов жира и масла органическим растворителем.

Если на валу, поступившем для обрезинивания, имеются остатки старого резинового покрытия, то его сначала шлифуют на токарном станке до толщины 1—2 мм, а оставшийся слой удаляют с вала шлифовальной лентой. После этого вал подается на очистку.

Очистка поверхности вала струей воды высокого давления проводится на специальной установке (рис. 110), и после окончания процесса вал обдувают сжатым воздухом до полного удаления влаги и направляют на обработку дробью. Установка для обработки поверхности вала дробью во многом аналогична установке для обработки поверхности струей воды.

Качество обрабатываемой дробью поверхности определяется по матовости: поверхность не должна иметь блестящих участков при осмотре под различными углами. Для удаления дроби и металлической пыли с наружной поверхности вал после обработки тщательно обдувают сжатым воздухом. Затем вал необходимо незамедлительно (не позднее 30 мин после дробеструйной обработки) направить на участок клеепромазки для повторного обезжиривания его поверхности органическим растворителем и промазки клеем.

Для крепления резинового покрытия применяют различные эбониты, клеи. Через слой эбонита резину можно крепить к стали, чугуну, алюминию и дюралюминию. Применение *эбонитового* подслоя для крепления к металлам резин на основе каучуков общего назначения обеспечивает высокую прочность крепления при комнатной температуре. Однако использование эбонита для крепления ограничивается его существенными недостатками: значительная продолжительность вулканизации; хрупкость и вследствие этого повышенная чувствительность к ударам и вибрациям; низкая теплостойкость, в результате чего при повышении температуры до 70 °С прочность крепления снижается в несколько раз; высокий коэффициент расширения, который в 3—5 раз больше коэффициента расширения металла, поэтому при резких изменениях темпе-

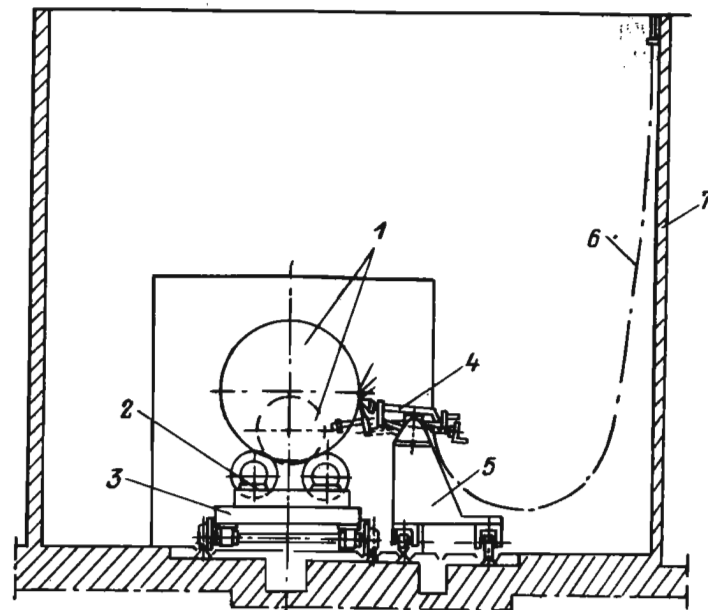


Рис. 110. Схема установки для очистки вала струей воды высокого давления: 1 — обрабатываемый вал; 2 — опорные ролики; 3 — тележка; 4 — форсунка; 5 — камера; 6 — гибкий шланг; 7 — камера

ратуры эбонит нередко отслаивается от металла, а при пониженных температурах растрескивается.

При выборе клеев для крепления резины к металлу необходимо стремиться к тому, чтобы клей обеспечивал низкую чувствительность к изменению параметров производства, смачивание и растекание по поверхности металла даже в изменяющихся условиях, достаточную когезионную прочность для сопротивления стеканию в невулканизованном состоянии, способность выдерживать различные режимы вулканизации в зависимости от типа резиновых смесей, способность сохранять требуемые свойства при всех условиях эксплуатации, а также целостность крепления во время химической или механической обработки после вулканизации.

Нанесение клея и формование клеевой пленки является одной из главных операций технологического процесса изготовления резинометаллических изделий. Метод нанесения клея безвоздушным распылением считается наиболее перспективным в производстве обрезиненных валов, поскольку позволяет получить клеевую пленку высшего качества, с равномерной толщиной и практически полным отсутствием пористости, механизировать и автоматизировать эту трудоемкую и наиболее вредную операцию. Для нанесения клея данным способом применяют струйные распылитель-

ные форсунки, в которых дробление клея до тонкой дисперсной массы происходит без участия сжатого воздуха под воздействием высокого гидравлического давления (до 25 МПа). Каждый слой нанесенного клея тщательно высушивают при вращении вала в течение 30—60 мин.

На просохшую клеевую пленку накладывают резиновую смесь одним из следующих способов: последовательным наложением каландрованных листов резиновой смеси с тщательной прикаткой каждого слоя или навивкой на вал профилированной на червячной машине резиновой смеси с тщательной прикаткой в горячем состоянии.

При эбонитовом методе крепления на подготовленную металлическую поверхность наносят эбонитовый клей. На просохшую клеевую пленку вдоль вала накладывают слабокрученную пряжу или шнуры на расстоянии 70—120 мм один от другого, прикатывая их к валу, и выводят концы на торцы вала, где их закрепляют. Шнуры обязательно следует помещать над теми местами, где имелись заделанные или закрытые пробками поры и раковины. По этим шнурам выходят газы, образующиеся в эбонитовом слое обкладки в период вулканизации. На просохшую клеевую эбонитовую пленку на вале и размещенную на ней пряжу или шнуры накладывают первый слой каландрованной эбонитовой смеси, тщательно прикатывают, добиваясь, чтобы были заполнены все канавки резьбы на поверхности вала. На первый слой эбонитовой смеси накладывают последующие слои до достижения общей толщины не более 100 мм, после чего переходят к накладке каландрованных листов покровной резиновой смеси. Иногда между эбонитом и резиной прокладывают блокирующий слой резиновой смеси, не содержащей серы.

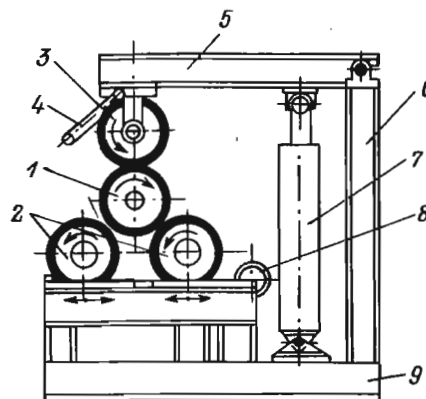
Наложение каландрованных листов резиновой смеси производят до получения заданного диаметра резинового покрытия (обкладки) с припуском на обточку по диаметру 6—8 мм. По краям вала на ширине 100—150 мм накладывают дополнительно 2—3 слоя смеси, утолщая здесь резиновое покрытие на 3—3,5 мм. Этим предупреждается возможность утончения обкладки валов при бинтовке.

Прикатку каландрованных листов проводят вручную или механически. При ручной прикатке часто не обеспечивается высокое качество резинового покрытия из-за неравномерности прикатки, метод является трудоемким, длительным и в настоящее время находит ограниченное применение. На ряде заводов внедрены трехвалковые станки для механической прикатки каландрованных листов резиновой смеси (рис. 111), обеспечивающие более равномерную прикатку.

Наложение резиновой смеси на поверхность вала путем прикатки каландрованных листов имеет ряд существенных недостатков: затруднено или невозможно использование резиновых смесей

Рис. 111. Схема трехвалкового прикаточного станка:

1 — обрабатываемый вал; 2 — опорные обрезиненные валы; 3 — прижимной обрезиненный вал; 4 — планка отключения; 5 — кронштейн; 6 — стойки; 7 — пневмоцилиндр; 8 — привод; 9 — опорная рама



повышенной вязкости и низкой конфекционной клейкости, велика трудоемкость процесса, не обеспечивается нужное качество обрезаживания.

Эти недостатки устраняются при наложении резиновых смесей на вал путем спиральной навивки и прикатки горячей резиновой ленты, полученной на червячной машине. Применение таких установок позволяет также исключить каландрование и ручной труд при раскатке каландрованного полотна, раскросе, освежении поверхности растворителем, заправке и стыковке полотна в процессе прикатки на станках.

Большую эффективность при эксплуатации показала установка для спирального наложения на поверхность вала профилированной ленты с прикаткой ее валиком (рис. 112). Обрабатываемый вал устанавливают одной шейкой в самоцентрирующий шпиндель, а другой — на люнет, который может перемещаться по длине вала. Вал приводят во вращение, включают электропривод червячной машины и начинают подачу резиновой смеси. Экструдированную ленту соответствующего профиля пропускают через направляющие ролики, предварительно ориентированные в направлении намотки, и накладывают на вал внахлест под углом, слегка прижимая. В это время тележка с червячной машиной медленно перемещается вдоль вала. При наложении ленты она прижимается прикаточным роликом к поверхности вала. После прохождения вала тележка останавливается.

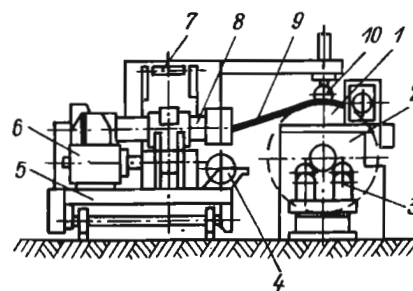


Рис. 112. Схема установки для спирального наложения шприцованной ленты на поверхность вала:

1 — обрабатываемый вал; 2 — шпиндель; 3 — подвижный люнет; 4 — приспособление для бинтовки; 5 — тележка; 6 — привод; 7 — бобина; 8 — червячная машина; 9 — лента резиновой смеси; 10 — прикаточный ролик

Наложение слоев резиновой смеси приводит к увеличению диаметра вала и его окружной скорости. Синхронизация скорости движения поверхности вала со скоростью профилирования производится с помощью специального двигателя. Каждый следующий слой резиновой смеси накладывают в противоположном направлении до получения покрытия необходимой толщины. Витки последующего слоя желателен накладывать с частичным нахлестом (10—15 мм). Во избежание излишней толщины покрытия в связи с нахлестом витков рекомендуется профилировать ленту с поперечным линзообразным сечением. Толщина ленты ≈ 2 мм.

По окончании операции наложения резиновой смеси валы опрессовывают бинтом из плотной и прочной ткани шириной 120—180 мм. Бинт накладывают в 2—4 слоя с натяжением, последовательно меняя шаг бинтовки от 25—30 до 100—105 мм. Бинтовку начинают от середины вала. Давление на обкладку, оказываемое бинтовкой, вытесняет пузыри воздуха к концам вала, обеспечивает прочное соединение листов резиновой смеси в обкладке, предупреждая отвисание обкладки и перевулканизацию наружных ее слоев.

Обложенные резиновой смесью и опрессованные бинтом валы направляются на вулканизацию. При вулканизации резиновое покрытие вала обогрывается с двух сторон: с наружной — от вулканизационной среды, с внутренней — от металлической стенки вала. Ввиду большой толщины резинового покрытия разогрев различных его слоев происходит неравномерно: быстрее всего нагреваются наружные слои, медленнее — внутренние. Так как скорость прогревания покрытия незначительно увеличивается с повышением температуры, а скорость вулканизации растет очень быстро, то для уменьшения неоднородности свойств при вулканизации резинового покрытия его следует вулканизировать при возможно более низкой температуре или проводить ступенчатый нагрев.

Наибольшее распространение получила вулканизация покрытия вала в автоклавах в среде насыщенного пара. В процессе вулканизации влажный бинт, покрывающий изделие, дает усадку, при этом натяжение бинта усиливается, создается значительное давление на резиновое покрытие, что обеспечивает дополнительную его опрессовку. Бинт в известной мере заменяет форму и защищает изделие от действия вулканизационной среды.

При использовании высоковязких резиновых смесей давление пара и бинта оказывается недостаточным, чтобы получить монолитное покрытие, поэтому проводят дополнительную опрессовку с использованием гибких форм. На токарном станке поверх бинта виток к витку навивают металлический трос, проволоку, ленту или веревку с определенным натяжением. С торцов резиновое покрытие закрывают шайбами; при этом образуется замкнутый объем, необходимого давления в котором развивается за счет

разности коэффициентов расширения резины и металла. Использование гибких форм позволяет получить высококачественные покрытия из жестких резиновых смесей при вулканизации их в обычных паровых котлах.

В настоящее время созданы установки для вулканизации валов в автоклавах в среде перегретой воды при давлении до 2 МПа, в которых усилие опрессовки приближается к оптимальному. Продолжительность вулканизации при 147 °С 8—16 ч.

Резиновые покрытия валов после вулканизации, как правило, подвергаются механической обработке, которая включает механическую проточку на токарном станке верхнего слоя покрытия специальными резцами и последующую шлифовку.

Шлифовку проводят на специальных станках или на тех же токарных с помощью шлифовальных устройств, укрепляемых в суппорте станка.

По окончании шлифования вал обдувают сжатым воздухом и направляют на участок контроля, где производят проверку размеров покрытия, твердости, монолитности и наличия поверхностных дефектов. Внешний вид контролируют визуально. Контроль линейных размеров осуществляется стандартными измерительными инструментами с погрешностью измерения в соответствии с ГОСТ 8.051—81.

Во ВНИКТИРПЕ разработан ультразвуковой дефектоскоп для контроля качества резинового покрытия. Частота ультразвуковых колебаний дефектоскопа составляет 200 кГц, угол наклона излучающего пьезопреобразователя 55°, приемных пьезопреобразователей — 50°.

Представляет интерес обрезаживание валов полиуретаном методом свободного литья. Для этого процесса требуются простые формы. Для маленьких валов изготавливают горизонтальные формы, для больших — вертикальные. Подготовленные к покрытию валы помещают в формы, заливают литьевым полиуретаном, который отверждается, образуя покрытие вала. Однако такие покрытия валов пока находят ограниченное применение.

3.6.2. Обкладка химической аппаратуры

Резиновые покрытия успешно применяются для обкладки химической аппаратуры с целью защиты поверхности металла от действия агрессивных веществ.

Обкладочные смеси изготавливаются из хлоропренового и бутадиеннитрильного каучуков, бутилкаучука, хлорсульфированного полиэтилена (ХСПЭ), НК и др.

Резины из полихлоропрена применяют в среде разбавленной серной и соляной кислот, в процессах обработки урановых, титановых и других руд горячей серной кислотой, для обработки жирных кислот и в среде других агрессивных материалов. Резины

из СКН более стойки к углеводородным маслам, в частности к маслам с высоким содержанием ароматических углеводородов. Резины из бутилкаучука стойки к 30 %-й азотной кислоте, животным жирам, растительным маслам. Эти резины характеризуются высокой газо- и водонепроницаемостью. Обкладки из ХСПЭ стойки к сильным окислителям (хромовая кислота и др.), озону и солнечной радиации. Внутреннюю поверхность ванн для хромирования также обкладывают резиной из этого эластомера. Эбонитовые обкладки на основе натурального и синтетических каучуков используют в транспортных средствах и емкостях, предназначенных для хранения жидкостей.

По конструкции резиновые обкладки бывают одно-, двух- и трехслойными.

Однослойная эбонитовая обкладка применяется в стационарной аппаратуре и в корпусах кранов, где имеются узкие проходы. Толщина однослойной обкладки не превышает 4 мм.

Двухслойная обкладка состоит из слоя мягкой резины, прикрепленной к металлу при помощи клея, и верхнего слоя эбонита. Толщина слоя из мягкой резины 1,5—2 мм, а слоя из эбонита — 3—5 мм. Благодаря виброизолирующей способности нижнего слоя из мягкой резины и высокой стойкости верхнего слоя из эбонита двухслойная обкладка хорошо противостоит ударам по наружной поверхности аппаратов и воздействию агрессивных сред и поэтому применяется в железнодорожных цистернах, центрифугах и других емкостях, в которых транспортируются или обрабатываются агрессивные жидкости.

Трехслойная обкладка (рис. 113) состоит из нижнего слоя мягкой резины толщиной 1,5—2 мм, прикрепленной к металлу при помощи клея, среднего слоя эбонита толщиной 3—4 мм и верхнего слоя из мягкой резины толщиной 1,5—2 мм. Для облегчения свободного расширения эбонитового слоя его разобщают в швах прослойкой мягкой резины. Трехслойная обкладка обеспечивает наиболее надежную и длительную работоспособность емкостей, используемых в условиях агрессивных сред, толчков, ударов и истирания.

Технологический процесс обкладки химической аппаратуры состоит из очистки обкладываемой поверхности аппарата, нанесения клея, накладки слоев обкладочной резиновой и эбонитовой смесей роликовыми прикатчиками, вулканизации и контроля качества.

Удаление следов масел и загрязнений с поверхности металла осуществляется острым паром. Очистку внутренних полостей в корпусах кранов, фасонных частей труб производят посредством



Рис. 113. Трехслойная обкладка:
1 — мягкая резина; 2 — эбонит; 3 — металл

стальных «ершей». После удаления ржавчины очищенную поверхность протирают сухой чистой тряпкой и передают на рабочее место для обкладки. Очищенную поверхность промазывают клеем, сначала жидким, а затем более густым, с тщательным просушиванием каждого слоя. Клей выбирают, исходя из вида обкладочной смеси и условий работы аппарата. Далее следуют накладка и прикатка обкладочных смесей. По аналогичной технологии обкладываются травильные ванны, центрифуги, закрытые аппараты большого объема.

Некоторые особенности имеет обкладка перфорированного барабана центрифуги, так как отверстия в стенках барабана также должны быть обложены резиной. На внутреннюю и наружную поверхность барабана накладывают листы обкладки и прикатывают роликом. В местах отверстий, которые становятся заметными после прикатки, листы прорезают и в отверстия на клею вставляют отрезки трубок из эбонитовой смеси с толщиной стенок 2—3 мм. Концы трубок соединяют с обкладкой, в отверстия вставляют шпильки соответствующего диаметра, и барабан подают на вулканизацию.

Вулканизация резиновой обкладки в зависимости от конструкции аппарата проводится различными способами. Большие емкости не могут быть помещены в вулканизационные автоклавы, поэтому резиновое покрытие в таких емкостях вулканизируют путем напуска в них пара давлением до 0,35 МПа.

Вулканизация при 100 °С в кипящей воде или паром может продолжаться до 72 ч и, следовательно, требует повышенного расхода энергии. При этом получаемые вулканизаты не обладают достаточной химической и теплостойкостью вследствие модификации структуры или увеличения сульфидности серных связей. Так, эбонитовые обкладки, вулканизированные при 100 °С, пригодны для эксплуатации при температурах не выше 60 °С, в то время как проведение вулканизации под давлением и при более высоких температурах обеспечивает длительную работу этих обкладок при 100—105 °С. Оптимальная температура вулканизации почти всех резиновых смесей для обкладки составляет 125—150 °С, так как именно в этом температурном интервале достигается наиболее стабильная структура межмолекулярных связей.

Вулканизацию центрифуг проводят в автоклавах за один или два цикла. В случае вулканизации за два цикла во время перерыва между циклами изделие вынимают из автоклава и осматривают. При наличии вздутий и других дефектных мест их вырезают и накладывают новый слой обкладки. Большая продолжительность вулканизации за два цикла оправдана, так как позволяет своевременно выявлять и устранять дефекты.

Открытые резервуары большого объема вулканизируют путем наполнения их раствором хлорида кальция и обогрева раствора через змеевик. Для полного погружения обкладки в раствор верх-

нюю часть резервуара окружают специальным съёмным кожухом. Проверка качества обкладки осуществляется визуально и по сопротивлению резинового слоя электрическому току. Если между полюсами датчика при испытании наблюдается падение напряжения, то в обкладке на данном участке имеется или отверстие, или углубление.

Небольшие отверстия ремонтируют наложением сырой резиновой смеси и последующей местной вулканизацией при помощи электронагрева.

3.7. ИЗДЕЛИЯ ИЗ ПРОРЕЗИНЕННЫХ ТКАНЕЙ ТЕХНИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Прорезиненные ткани практически не являются готовой продукцией, а используются для изготовления различных резинотканевых изделий. В прорезиненных тканях сочетается высокая механическая прочность текстильных материалов с комплексом таких ценных технических свойств, как низкая газо-, водо-, паропроницаемость, стойкость ко многим агрессивным средам, стойкость к старению и истиранию.

При производстве прорезиненных тканей резиновая смесь (или резиновый клей) наносится на одну сторону ткани или на обе стороны ткани, или посредством резинового слоя склеиваются два или несколько слоев ткани (рис. 114).

В зависимости от конструкции и предъявляемых требований прорезиненные ткани могут изготавливаться *промазкой клеем* или *промазкой и обкладкой* соответственно на клеепромазочных машинах (шпрединг-машинах) и на каландрах. Обработка легких (тонких) тканей на каландрах затруднена, так как такие ткани вследствие большой вытяжки теряют в значительной степени свою прочность, иногда рвутся. При промазке тканей резиновыми смесями на каландрах не всегда получается гладкая поверхность, проступает рисунок плетения ткани. Обкладка ткани резиновым слоем на каландре обеспечивает гладкую поверхность, но ткани получают тяжелыми, толщина обкладки недостаточно равномерна по

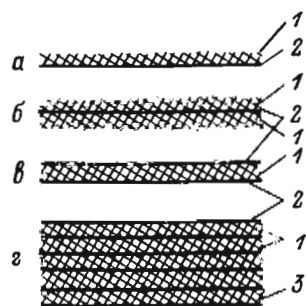


Рис. 114. Виды прорезиненных тканей:

а — однослойная односторонняя ткань; б — однослойная двусторонняя ткань (подкладочная клеенка); в — двухсторонняя ткань (дубле одежное); г — многослойная ткань (кошма войлочная); 1 — резина; 2 — ткань; 3 — войлок

всей поверхности. Эти недостатки устраняются при прорезинивании тканей резиновыми клеями.

При клеепромазке на ткань наносится несколько слоев клея, при этом нанесение первого слоя является наиболее ответственной операцией. Клей должен ровным слоем покрывать поверхность ткани и не пробиваться на лицевую сторону. Второй слой наносится более толстым для закрытия пор на поверхности ткани. Оптимальная скорость клеепромазки составляет 12—15 м/мин. При обкладке ткани резиновой смесью для повышения прочности связи иногда на ткань вначале наносят несколько слоев резинового клея, а затем осуществляют обкладку на каландре.

Использование в производстве прорезиненных тканей резиновых клеев связано с применением растворителей (чаще всего бензина), что требует их улавливания, рекуперации и строгого соблюдения противопожарных мер. Для рекуперации растворителей используют поглощение их твердыми адсорбентами (активный уголь, силикагель) с последующей десорбцией. Обычно используют три адсорбера: на первых двух просасывают воздух с парами растворителя, на третьем осуществляют десорбцию растворителя. Десорбцию производят путем продувки адсорбера острым паром.

Трение прорезиниваемой ткани о нож и другие части клеепромазочной машины вызывает образование зарядов статического электричества (10—15 кВ, а иногда до 30 кВ), разряды которого могут вызвать пожар вследствие скопления значительных количеств паров растворителя в этой зоне клеепромазочной машины. Для предотвращения накопления зарядов статического электричества на расстоянии нескольких сантиметров от заряженного тела устанавливают источники ионизирующего излучения, а металлические части клеепромазочных машин заземляют.

Вулканизацию прорезиненных тканей осуществляют в автоклавах, непрерывным способом на барабанных вулканизаторах. Перспективным является непрерывный процесс вулканизации прорезиненных тканей в псевдооживленном слое. После вулканизации слой резины обеспечивает газо- и влагонепроницаемость при относительно небольшой массе прорезиненной ткани.

Выпускаются прорезиненные ткани технического назначения и народного потребления. Прорезиненные ткани технического назначения используются для изготовления воздухоплавательных (оболочек аэростатов, дирижаблей, газгольдеров и пр.) и водоплавательных средств (понтон, плоты, надувные лодки и пр.), мягких резервуаров, пневматических конструкций.

Пневматические конструкции — новая, быстро развивающаяся разновидность строительных конструкций. Устойчивость и несущая способность таких конструкций обеспечивается за счет предварительного растяжения герметичной эластичной оболочки нагнетаемым в нее сжатым воздухом. Пневматические конструкции в сложенном виде легки и компактны; их можно перевозить любым

видом транспорта. Возводятся пневмоконструкции без каких-либо тяжелых вспомогательных приспособлений в течение нескольких часов. Благодаря указанным преимуществам пневматические конструкции находят широкое применение:

в строительстве — как утепленные помещения при строительных работах в зимних условиях, в качестве перекрытий для спортивных сооружений, а также для зданий передвижных выставок, палаток, летних театров и кафе и пр.;

в промышленности — как временные производственные помещения;

в горношахтном строительстве — как надувные шахтные крепи, позволяющие ускорить работы по укреплению кровли шахтных выработок, уменьшить трудозатраты на эти операции, высвободить значительное количество деловой древесины;

в сельском хозяйстве — в качестве теплиц, хранилищ, складов;

на флоте и в авиации — в виде надувных спасательных лодок, плотов, аварийных спасательных трапов и пневматических посадочных устройств, гибких ограждений амфибийных вездеходов и судов на воздушной подушке и пр.

Соединения, встречающиеся в пневматических конструкциях, делятся на заводские и монтажные, а по характеру соединяемых элементов — на соединения мягких полотнищ между собой и на соединения ткани и жестких конструктивных элементов.

В зависимости от типа мягких материалов соединение элементов пневматических конструкций может быть сварным, клеевым, прошитым и клее-прошитым. Сварной способ используется лишь для армированных и неармированных пленок. Сварка может быть тепловая, токами высокой частоты и ультразвуком. Клеевые соединения обеспечивают достаточную герметичность шва, а для малонапряженных конструкций, кроме того, и прочность, но тепло- и атмосферостойкость клеевых составов недостаточна. Прошитые швы нашли применение в производстве пневматических конструкций за рубежом вследствие высокой прочности, близкой к прочности сшиваемого материала, возможности быстрой прошивки и простоты. Недостатки — малая герметичность шва и повышенная подверженность старению.

В СССР в производстве пневматических конструкций применяют главным образом комбинированные клее-прошитые швы. Изделия склеивают перед прошивкой для повышения герметичности, прочности и удобства сшивания. Поскольку специальные машины для прошивки пневматических конструкций из прорезиненных тканей отсутствуют, используют швейные машины, применяемые в обувной и текстильной промышленности. Прошивку ведут одной или несколькими параллельными строчками.

При изготовлении воздухоплавательных средств, например аэростатов, прорезиненная ткань поступает на раскрой. Раскрою

предшествует разметка ткани с нанесением контуров деталей и с указанием мест их приклейки. К подготовленным полотнищам приклеивают детали, склеивают полотнища, прошивают продольные швы и накладывают на них усилительные ленточки. К веревочным петлям поясов оболочки крепят такелаж.

Один из удобных видов тары для перевозки сыпучих продуктов (пресс-порошков, минеральных удобрений, оксида цинка и пр.) — мягкие резинотканевые контейнеры. Они компактны, водонепроницаемы и позволяют хранить продукты на открытых площадках. В верхней части оболочки мягкого контейнера вмонтирован грузовой люк для загрузки сыпучих материалов и подъема загруженных контейнеров подъемными устройствами.

Мягкие контейнеры изготавливают из прорезиненной капроновой ткани методом послойной конфекционной сборки на металлической разборной форме. Склеенные оболочки контейнеров после вылежки (одни сутки) вулканизуют в воздушной среде при 135—145 °С. После вулканизации оболочки снимают с разборной формы.

В связи с ростом выпуска изделий из прорезиненных тканей необходима разработка специальной технологии с использованием поточных и автоматизированных линий.

3.8. ПЕРЕРАБОТКА ОТХОДОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ РТИ

На заводах РТИ неизбежно образование отходов производства. Это остатки сырья и материалов, продукция, не отвечающая требованиям технических условий или стандартов. Сырье и материалы, используемые для производства РТИ, дефицитны, их стоимость составляет 60—96 % стоимости получаемых изделий, поэтому отходы необходимо утилизировать, возвращая их в производственный цикл или изготавливая из них изделия. В последнем случае отходы становятся вторичным сырьем. Вторичными материальными ресурсами могут быть не только отходы производства, но и отходы потребления, например различные амортизированные изделия из резины.

При определении направления переработки отходов, рационального способа их использования необходимо классифицировать отходы по составу, физическому состоянию, степени вулканизации. Согласно этой классификации отходы делятся на:

резиновые (вулканизованные: выпрессовки от вулканизации формовых РТИ, отходы при выравнивании длины неформовых РТИ, а также при механической обработке изделий; невулканизованные: остатки резиновых смесей из подготовительного оборудования, подвулканизованные смеси, отходы, которые не могут быть использованы по прямому назначению);

резинотканевые (вулканизованные: отходы прорезиненных вулканизованных тканей, вулканизованные обрезки, образую-

щиеся при производстве рукавов; невулканизованные: отходы прорезиненных тканей, образующиеся при раскрое заготовок, — кромки, остатки и т. д.);

резинометаллические (обрезки рукавов с металлооплеткой или металлонавивкой, конвейерных лент с металлотросом);

текстильные (использованные прокладочные холсты и бинты, лоскуты от раскроя тканей, отходы ниток в производстве рукавов и т. д.);

эбонитовые (облой изделий, пыль от шероховки, шлифовки); *металлические* (путанка проволоки, гнутая арматура, негодная металлическая тара);

отходы *клеев* и *растворителей* (подвулканизованные клеи, клеи с истекшим сроком хранения).

Удельный объем использования отходов на заводах РТИ постоянно увеличивается. Особенно значителен рост утилизации резиновых и резиноканевых отходов. Вулканизованные резиновые, а также эбонитовые отходы перерабатывают в крошку несколькими способами: дроблением на вальцах и измельчением в мельницах; измельчением в мельницах грубого и мелкого помола; измельчением в мельницах грубого помола и доработкой в экструдерах.

Метод переработки резиноканевых отходов выбирают в зависимости от вида изделия. При изготовлении прорезиненной кровли (шифера) невулканизованные резиновые и резиноканевые отходы перерабатывают на дробильных вальцах, получая однородную резиноволокнистую массу. Затем на смесительных вальцах эту массу смешивают с разогретыми невулканизованными отходами. В полученную смесь вводят вулканизующие агенты и ускорители, после чего либо на вальцах, либо на каландре производится листование смеси, затем лист разрезают на заготовки нужных размеров и вулканизуют в гидравлических прессах. Резинокордные плиты для животноводческих помещений изготавливают тем же способом, что и шифер. При производстве резинокордно-битумных плит для полов животноводческих ферм крошку и битум загружают в обогреваемый смеситель, в котором происходит плавление битума, набухание и девулканизация крошки; затем вводят последовательно остальные ингредиенты (кордные отходы, асбест, парафин). Полученную резиновую смесь листуют на вальцах, добавляют вулканизующий агент, затем каландруют с одновременным раскроем. Плиты прессуют в вулканизационных прессах.

Из крошки прорезиненных тканей, отходов кордшнура, образующихся при резке клиновых ремней, изготавливают веревку для хозяйственных нужд; применяют их также в качестве упаковочной тесьмы, тесьмы для подвязывания виноградных лоз, в парниках. Резиновые отходы служат для изготовления различных изделий бытового назначения: вантузы, коврики, дорожки, лыжные наклад-

ки. В последние годы стали делать цветочные горшочки, применяя в качестве наполнителя для образования пористой структуры древесные опилки.

Наиболее перспективными из разработок последних лет являются работы ВНИИ ЭМИ, ВНИКТИРПА, Ярославского политехнического института по замене первичного сырья тонкодисперсной резиновой и резиноканевой крошкой размером до 0,3 мм из отходов производства РТИ. Установлено, что физико-механические показатели резин с массовой долей резиновой крошки 10—20 ч. улучшаются на 15—25%.

Одной из причин, сдерживающих использование отходов в отрасли, является то, что продукция, традиционно изготавливаемая из отходов, в последнее время пользуется ограниченным спросом, а разработка новых видов продукции ведется медленно и в небольшом объеме. Недостаточно изучен рынок сбыта промышленных отходов РТИ, узок ассортимент изготавливаемых из отходов изделий.

В последнее время появились новые направления использования отходов производства РТИ. По разработке ПО «Казаньрезинотехника» и Зеленодольского производственного фанерного объединения сборную резиновую крошку размером 1,0—2,0 мм можно применять для изготовления резинофанерного тарного и строительного материала, являющегося заменителем обычной фанеры и обладающего рядом ценных свойств, превосходящих свойства обычной фанеры. Такая резиновая фанера (резофан) не коробится при воздействии сырости и влаги, имеет значительную гибкость, обладает хорошими диэлектрическими свойствами. Срок службы резофановой тары значительно выше срока службы обычной деревянной тары.

Резофан изготавливают следующим образом: на мельницах крупного и мелкого помола вулканизованные резиновые отходы дробят в крошку размером 1,0—2,0 мм, затем эту крошку на вальцах или в резиносмесителе смешивают с невулканизованными резиновыми отходами или с некондиционными каучуками. Объемная доля резиновой крошки в смеси — до 60%. Затем смесь каландруют в ленту толщиной 1,5—2,0 мм и закатывают в рулон с прокладкой. Каландрованную смесь отправляют на фанерное предприятие, где ее используют в качестве промежуточных слоев при изготовлении фанеры. Технология прессования резофана на прессах фанерного производства аналогична технологии прессования обычной фанеры из шпона. Разработаны два типа резофана: шпон — каландрованная резина — шпон; шпон — каландрованная резина.

Отходы, состоящие из облоя, брака и резиновых обрезков, перерабатывают в различные изделия бытового назначения (тару для продуктов химии, контейнеры для антимольных препаратов, мебельные ручки и т. д.). Отходы измельчают на дробильных

вальцах. Полученную крупную резиновую крошку несколько раз пропускают через тонкий зазор рифайнер-вальцев. Температура переднего вала 40—50, заднего 50—60 °С. Меняя содержание серы, можно получать изделия различной жесткости.

Хорошие результаты получены при введении измельченных отходов обрешиненных кордов и измельченного корда из амортизированных изделий в резину на основе наирита для клиновых ремней. Способ переработки таких отходов разработан в ЯПИ. Он заключается в последовательном механическом измельчении отходов в измельчителе режущего действия с получением измельченных волокон определенной длины. При введении 5—10 ч. (по массе) такой резиноволокнистой композиции в резины для слоев сжатия ремней повышаются жесткость резиновых смесей и твердость вулканизатов.

Новый, наиболее перспективный способ использования вулканизированной резиновой крошки — обработка ее в смеси с алкилфенолоформальдегидными смолами. По этому способу резиновую крошку смешивают с небольшими количествами смолы и другими добавками, из смеси формируют и вулканизуют изделия.

Установлено, что из отходов ПВХ и отходов вулканизатов на основе наирита и бутадиеннитрильных каучуков можно изготавливать технические пластины для полов с хорошей поверхностью, отсутствием хрупкости, достаточной жесткостью и прочностью, а также изделия типа шифера.

Эластичные формовые изделия можно получать смешением резиновой крошки и отходов полиэтилена с последующим прессованием и вулканизацией.

4. ТОВАРЫ НАРОДНОГО ПОТРЕБЛЕНИЯ И ИЗДЕЛИЯ ИЗ ЛАТЕКСА

4.1. ТОВАРЫ НАРОДНОГО ПОТРЕБЛЕНИЯ

Ассортимент товаров народного потребления, выпускаемых резиновой промышленностью, разрабатывается под влиянием моды, спроса, достижений науки и техники в тесной связи с потребностями населения, запросами торговли. При разработке новых изделий широко используются современные материалы и технологические процессы. Выпускаемые товары народного потребления можно условно разделить на три группы:

спортивно-туристические (изделия для подводного плавания: гидрокостюмы, ласты, маски, купальные шапочки; резинометаллические изделия: гантели, штанги, диски; теннисные мячи, ракетки настольного тенниса, спортивные мячи, матрацы, резиновые лодки и др.);

изделия *культурно-бытового* назначения (игрушки, надувные изделия, стирательная резинка, туалетная губка и др.);

изделия *хозяйственного* обихода (крышки для консервирования, коврики, хозяйственные перчатки, линолеум и плитки для пола, вантузы, пробки и др.).

Для многих видов этих изделий характерно наличие пористости (туалетная губка, мебельный кант и пр.) или значительной полости в изделии (мячи, игрушки, баллонные медицинские изделия, грелки, купальные шапочки и пр.).

4.1.1. Полые резиновые изделия

Традиционным способом производства полых изделий (например, игрушек, детских мячей) является метод формования из листовой резиновой смеси: резиновые смеси каландруют, заготовки выполняют с замкнутой полостью (пустотелые), в которую помещают *газообразующие вещества* (вздуватели). Для вулканизации заготовки вкладывают в формы. В процессе вулканизации под действием давления, создаваемого в полости заготовки образующимся газом, происходит оформление полости изделия и его внешнего вида.

Изготовление детских мячей, резиновых баллонов для спринцовок, пульверизаторов, кровомолокоотсосных банок по традиционной технологии осуществляется методом вакуумного формования на лепестковых машинах. Рабочая часть машины имеет четыре подвижных стальных сегмента — лепестковых штанца. В раскрытые сегменты машины вкладывают квадратную пластину резиновой смеси и газообразователь. В средней части каждого сегмента есть отверстие, а против него с наружной стороны сегмента прикреплен патрубков, который соединен с вакуумом-насосом. Разрежение создается в течение всего цикла формования и обеспечивает плотное прилегание листа резиновой заготовки к внутренней стороне сегмента. Сегменты сближаются, кромки их сжимают лист заготовки и вытесняют в виде складок излишки смеси. Отходы резиновой смеси при формовании (до 200 % от массы заготовок) добавляют в свежеприготовленную резиновую смесь и используют повторно.

При выборе газообразователей следует учитывать температуру разложения, скорость газообразования в период вулканизации и создаваемое при этом давление. Давление газов во внутренней полости должно обеспечивать прессование изделий и не разрушать их в начальной стадии вулканизации. При вулканизации мячей в качестве газообразователей используют водные растворы нитрита натрия и хлорида аммония, резиновых игрушек, баллонов — воду. Вздувателем при вулканизации в автоклавах служит карбонат аммония.

Вулканизацию детских мячей проводят в стальных или алюминиевых формах на поточно-непрерывных линиях в трубчатых туннельных вулканизаторах, в которых циркулирует воздух, нагреваемый калориферами. Внутри туннеля движется замкнутая тяговая цепь с прикрепленными к ней формами. Вулканизуют мячи в два этапа: на первом этапе нагревают формы до 80—100 °С, на втором — до 135—140 °С. Такой режим вулканизации обеспечивает постепенное разложение смеси нитрита натрия и хлорида аммония, создание давления газов, необходимого для плотного прижатия изнутри заготовки к форме и протекания вулканизации на втором этапе. Перед съемом формы с изделиями охлаждают воздухом до 30—35 °С для того, чтобы давление горячих газов и паров в полости мяча не вызвало разрыва стенок при извлечении мяча из формы.

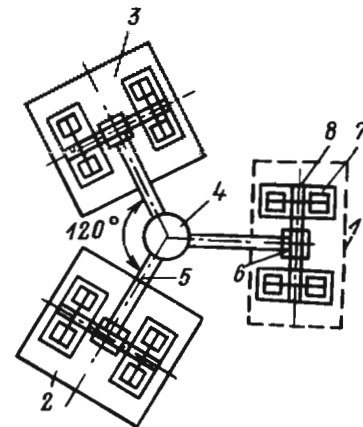
После вулканизации большую часть полых изделий подвергают отделке и окраске. Для удаления вулканизационных швов (выпрессовок), загрязнений с поверхности изделия шлифуют, полируют на станках-полуавтоматах с помощью наждачного полотна, матерчатых шайб. Далее изделия обмывают от наждачной пыли и обдувают нагретым воздухом. Для окраски применяют быстро-высыхающие краски на основе различных полимеров. Пленкообразующими веществами служат натуральные и синтетические каучуки, полимеризационные масла и др. Для улучшения внешнего вида мячи и другие изделия часто покрывают лаками на основе полиамидных, полиуретановых и других смол. Наносят такие покрытия путем погружения в ванну или пульверизацией. Раскрашивание многих изделий, в частности игрушек, производят обычно вручную, это наиболее трудоемкая операция (до 50 % общих затрат рабочего времени на изготовление игрушек).

Наиболее современной технологией изготовления полых изделий (игрушек, детских мячей, различных емкостей для воды и пищевых продуктов, лодок и др.) является ротационное формование, позволяющее в 2 раза уменьшить трудоемкость процесса. Этим методом перерабатывают жидкие пластизолы и почти все термопластичные порошкообразные материалы.

В установках ротационного формования (рис. 115) использован принцип вращения форм с полимером вокруг двух взаимно перпендикулярных осей. Сущность метода заключается в том, что равномерный слой пасты или порошка, нагреваясь на внутренней поверхности металлической формы, желатинируется, уплотняется и после охлаждения затвердевает, образуя эластичную пленку или оболочку в форме изделия. Установка имеет узел загрузки и выгрузки, камеры нагрева и охлаждения, карусель с выемками, в которые вмонтированы три шпинделя с пневмошинами. Камеры и узел загрузки и выгрузки расположены в горизонтальной плоскости под углом 120° друг к другу. Шпиндели, поворачиваясь после каждого цикла на 120° вокруг вертикальной оси, поочередно проходят от

Рис. 115. Схема установки ротационного формования:

1 — узел загрузки и выгрузки; 2 — камера нагрева; 3 — камера охлаждения; 4 — карусель; 5 — шпиндель; 6 — пневмошины; 7 — рама; 8 — ось



загрузки до выгрузки через обе камеры и возвращаются в первоначальное положение.

Вращение формы в двух взаимно перпендикулярных плоскостях достигается вращением в горизонтальной плоскости шпинделя и вращением формоносителя в виде рам вокруг своей оси. Вращение осуществляется с помощью тех же пневмошин, которые вращают формы через шкив наружного вала. Вращение внутреннего вала регулируют индивидуально, что позволяет формировать изделия с переменной частотой вращения и различными циклами нагрева. Термокамера обогревается газом или другими теплоносителями. Охлаждают ее, как правило, холодной проточной водой из форсунок, установленных на внутренних стенках камеры, и воздухом.

Продолжительность цикла *желатинизации* зависит от размеров деталей, состава и вязкости пасты, а также температуры нагрева. Так, в производстве пластизольных игрушек процесс формования протекает в течение 6—10 мин при температуре в камере нагрева 290—300 °С. Паста пластизоля заливается в формы пневмодозаторами. Съём готовых изделий производится вакуум-приспособлениями и вручную. Формы для ротационного формования могут быть одногнездными (для крупногабаритных изделий) и многогнездными (для мелких изделий). Их делают разъемными и сплошными (с откладываемыми крышками), съёмными и стационарными. Для изготовления форм обычно используют алюминиевое точное литье. Стенки формы должны иметь минимальную (до 3 мм) толщину для лучшего теплообмена и быстрого нагрева.

Приготовление *пластизоля* (смеси полимера с пластификатором и другими добавками) осуществляют в вакуум-смесителях вместимостью до 1 т, производительностью до 3 т/ч. Для изготовления пластизолой используется эмульсионный поливинилхлорид (ПВХ), в качестве пластификатора (содержание его в пасте соста-

вляет 30—80 %) — дибутилфталат, диалкилсебацат, диоктилкапролат и др. Для замедления и ослабления процессов разложения и структурирования ПВХ при его переработке, хранения и эксплуатации изделий в него вводят стабилизаторы (металлорганические, эпоксидные, азотсодержащие и фенольного типа). В качестве наполнителей (до 20 %) в пластизолях используют тонкоизмельченный мел, каолин и тальк. Пигменты для пластизолов подбираются с условием, чтобы они были абсолютно нерастворимы в пластификаторах, термостойки, светостойки и инертны к полимеру. В качестве красителей используют фуксин, родамин, лак-рубин и др.

Изделия с открытой полостью (грелки, пузыри для льда, маски и шлемы противогаров и пр.) обычно изготавливают методом компрессионного формования из цветных резиновых смесей. Каландрованное резиновое полотно режут на заготовки определенного размера, которые укладывают в форму по обе стороны сердечника (сердечник необходим для образования полости в изделии), пресс-форму смыкают и изделие вулканизуют в прессе. По окончании процесса грелку вместе с сердечником вынимают из формы, охлаждают в ванне с водой и специальным приспособлением, имеющим пневматический привод, растягивают горловину грелки и из нее извлекают сердечник. В производстве таких изделий предъявляются строгие требования к качеству пресс-форм, применяют стальные гравированные и хромированные формы.

Наиболее прогрессивным для изготовления изделий с открытой полостью, в частности грелок, является метод литья под давлением. С одной стороны, он в значительной степени лишен недостатков, присущих методу компрессионного формования, с другой — исключает ряд технологических операций (монтаж втулки, обрезку грелки после вулканизации и т. д.), т. е. позволяет получить готовое изделие за один технологический цикл.

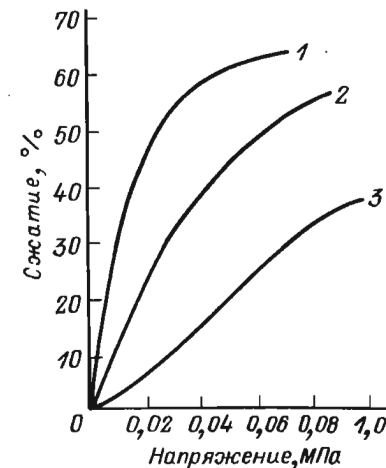
Разработана резиновая смесь для получения грелок на литьевых автоматах «Десма» на основе комбинации НК, СКИ-ЗС и СКС-30-АРКПН. В качестве наполнителей (до 100 ч.) используются каолин и мел. Для получения более ярких расцветок грелок каолин в резиновой смеси заменяют на литопон.

4.1.2. Губчатые резиновые изделия

Резиновые губчатые изделия характеризуются наличием множества пор разного размера. Поры могут сообщаться между собой или быть изолированы друг от друга тонкими резиновыми стенками. Губчатая резина с крупными сообщающимися порами поглощает значительные количества воды и используется в качестве туалетной губки. Губчатая резина с небольшими или средними замкнутыми порами («ячеистая») применяется для звуко- и теплоизоляции, в мебельной промышленности и пр.

Рис. 116. Зависимость напряжения от деформации сжатия различных видов губчатой резины:

1 — с крупными сообщающимися порами; 2 — с частично открытыми порами; 3 — с ячеистыми порами



Различия губчатой резины с большими сообщающимися порами и небольшими замкнутыми порами наглядно проявляются при сжатии (рис. 116). Губчатая резина с крупными сообщающимися порами оказывает малое сопротивление сжатию вследствие того, что воздух легко выходит из пор. После выхода воздуха сопротивление сжатию возрастает, но это уже свойство самой резины, а не губки. При сжатии губчатой резины ячеистого строения преобладающую роль играет заключенный в ячейки воздух, стенки ячеек работают на растяжение — кривая сжатия выпрямляется. Губчатая резина с частично открытыми порами занимает по сопротивлению сжатию промежуточное положение между рассмотренными видами губчатых резин.

Характер и размер пор зависят от вида порообразующих материалов, условий их применения и особенностей процесса вулканизации. Порообразователи должны удовлетворять ряду требований: термическое их разложение должно происходить не скачкообразно, а постепенно, они не должны быть токсичными или обладать неприятным запахом, ухудшать физико-механические свойства готовых изделий. В зависимости от происхождения порообразователи подразделяют на неорганические и органические. Неорганические порообразователи (карбонат аммония, гидрокарбонат натрия, смесь нитрита натрия и хлорида аммония и др.) используют реже, например при производстве туалетной губки. Технический карбонат аммония представляет собой смесь с переменным содержанием трех солей: средней, кислой и карбаминовоаммонийной, что сказывается на скорости его разложения. Разложение его начинается при 30—40 °С и энергично протекает при 80 °С, что приводит к образованию крупных пор с тонкими стенками. Ввиду того что карбонат аммония оказывает вредное действие на организм человека (разлагается с выделением аммиака, диоксида углерода и водяных паров), его применяют в виде таблеток.

Бикарбонат натрия разлагается при температуре выше 80 °С, образует губчатую резину с меньшим количеством пор и поэтому более тяжелую. Смесь нитрита натрия и хлорида аммония при обменном разложении образует нитрит аммония, который легко разлагается на воду и азот. Необратимость реакции разложения нитрита аммония выгодно выделяет данную смесь порообразователей от других неорганических соединений. Азот после охлаждения изделий остается в газообразной форме, давление, создаваемое им после остывания формы, может быть рассчитано заранее.

Наибольшее распространение получили органические порообразователи (порофоры). Они хорошо диспергируются в каучуках, обладают высоким газовым числом (объем газа, выделяющегося при разложении 1 г порообразователя), имеют разные температуры разложения, что позволяет использовать их в резиновых смесях при различных температурах вулканизации. Органическими порофорами являются соединения классов диазоаминов (диазаминобензол — порофор ДАБ), азонитрилов (азодинитрил изомаляной кислоты — порофор N, порофор ЧХЗ-57), производные азодикарбоновых кислот (диамид азодикарбоновой кислоты — порофор ЧХЗ-21) и другие соединения. Наиболее широко применяются порофоры N и ЧХЗ-21.

На образование пористой структуры в резине большое влияние оказывает свойство каучука растворять выделяющиеся при разложении порообразователя газы и способствовать миграции их из резиновой смеси. Газопроницаемость резиновой смеси зависит в основном от типа и строения каучука, а также от структуры вулканизата. Пористая структура образуется тем легче, чем больше сорбционная способность полимера и меньше проницаемость его для газов. Поэтому, например, для получения пористых резин с большим числом замкнутых пор рекомендуется применять каучуки с малой газопроницаемостью: бутил- и хлорбутилкаучук, хлорпреновый, бутадиенитрильный.

Резиновая смесь, предназначенная для изготовления пористых изделий, должна быть достаточно пластичной (пластичность по Карреру 0,40—0,55), чтобы обеспечить равномерное порообразование во всей массе изделия. При этом также важно, чтобы пластичность разных партий резиновой смеси была близкой, т. е. неравномерность пластичности смеси приводит к неравномерному порообразованию во время вулканизации изделий.

Туалетная губка — наиболее известное из резиновых губчатых изделий. Для ее получения резиновую смесь в виде пластины толщиной 35 мм подвергают прессованию в холодном прессе до высоты 25 мм и обрезают кромки. Вулканизацию осуществляют на открытых противнях в автоклавах. Режим вулканизации рассчитан так, чтобы к моменту обильного газовыделения образующиеся стенки пор обладали достаточной прочностью. Если газовыделение запаздывает, то в резине не образуются поры достаточно боль-

шого размера; если запаздывает вулканизация, то газ разрушает стенки, не создавая необходимого давления и не обеспечивая достаточного порообразования. Затем температуру в автоклаве снижают для того, чтобы давление газа не привело к разрыву стенок, и вулканизация завершается при этой температуре.

Свулканизованные, значительно увеличившиеся по высоте пластины пропускают 4—5 раз через двухвалковый каландр с зазором между валками 20—25 мм. При этом часть стенок пор разрывается — поры становятся сообщающимися между собой, и водоемкость губки возрастает. Поверхность пластин, вследствие давления вулканизационной среды, имеет вид кожи. Поверхностный слой срезают ленточным ножом, а пластину разрезают на куски установленных размеров. Используют также прессовую вулканизацию туалетных губок в формах, однако в этих условиях трудно добиться равномерной и мягкой структуры туалетной губки.

Ячеистая губка «оназот» применяется для обивки стен в ателье звукозаписи, кабин самолетов, в установках глубокого охлаждения. Для получения такой ячеистой губки заготовку резиновой смеси определенной толщины загружают в автоклав с обогреваемой паровой рубашкой. Через 30 мин при 135—140 °С в автоклав подают азот под давлением 20—30 МПа. Подачу азота и нагрев при той же температуре осуществляют в течение 2—6 ч. После этого впуск пара и азота прекращают, а рубашку автоклава охлаждают водой. После охлаждения давление азота стравливают, полуфабрикат выгружают из автоклава, закладывают в формы и помещают в вулканизационные прессы, в которых завершается процесс вулканизации в течение 20—60 мин при 145—160 °С. Таким образом, порообразование и первое вздувание, при котором объем материала увеличивается в 6 раз, протекает в свободном состоянии, но при большом внешнем давлении. Второе же вздувание, в результате которого материал увеличивается в объеме до 13,5 раз против начального, осуществляется в период вулканизации в формах.

Для получения губчатых пластин используют способ «запрессовки» и прессовый способ «роста». Особенность запрессовки заключается в применении заготовки резиновой смеси, высота которой несколько больше, чем у гнезда пресс-формы. Вулканизацию осуществляют при 140—180 °С с использованием двух различных внешних давлений: высокого ($\geq 2,5$ МПа, продолжительность 3—20 мин) и низкого ($\leq 0,5$ МПа, продолжительность 5—15 мин). Продолжительность вулканизации при высоком и низком давлениях определяет плотность губчатой резины. Прессовый способ «роста» предусматривает вулканизацию (10—40 мин, 140—170 °С) резиновой смеси в пресс-форме, высота гнезда которой больше, чем высота заготовки смеси. Соотношение между этими высотами определяет плотность губчатой резины.

4.2. ЛАТЕКСНЫЕ ИЗДЕЛИЯ

Латексы представляют собой коллоидные дисперсии полимеров (каучуков) в водной среде, достаточная агрегативная устойчивость которых обеспечивается присутствием стабилизаторов — поверхностно-активных веществ, чаще всего анионо-активных (соли высших жирных кислот, сульфокислот). Более половины товарных латексов используют в резиновой промышленности для получения изделий, в которых каучук латекса является основным материалом. Остальные латексы находят широкое применение для пропитки корда, в производстве нетканых материалов, бумаги, строительных материалов и т. д.

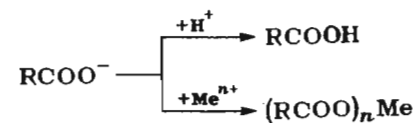
Отличительной чертой *латексной технологии* является относительно низкая вязкость перерабатываемой среды (латексной смеси), что позволяет значительно уменьшить энерго- и металлоемкость используемого оборудования. Переработка каучука в виде водной дисперсии делает невозможными процессы механо-деструкции полимера, позволяет использовать в смесях ультра-ускорители вулканизации. Достоинствами латексной технологии являются также возможность получения изделий сложной конфигурации, в том числе с тонкими стенками, высокая степень механизации и автоматизации процессов. Однако наличие водной фазы при формовании изделия и низкая паропроницаемость эластомера создают трудности по удалению воды из внутренних слоев материала, что ограничивает применимость метода. Экономически оправдан выпуск трех типов резиновых изделий из латексов: тонкостенных (в широком ассортименте), эластичных нитей и пенорезины.

Для этих целей наибольшее применение получили следующие латексы: натуральные — центрифугированный (Данлоп С-60, Квалитекс) и предвулканизированный (Ревультекс MR и др.); синтетические — бутадиенстирольные СКС-С, БС-85, БСК-30/4*, бутадиеннитрильный БН-30К-2*, хлоропреновые Л-7, Л-М* и неопрен 750; искусственные — латексы СКИ-3 и бутилкаучука.

Во всех случаях для получения изделий необходима *дестабилизация* латекса, приводящая к *коагуляции* и выделению каучука в виде заготовки определенной формы и размеров. Такая дестабилизация может быть вызвана физическими воздействиями (повышение температуры, замораживание-оттаивание, испарение воды и т. д.), но чаще всего коагуляция происходит при введении в латекс электролитов (кислот, солей и др.). В кислых средах большая часть поверхностно-активных анионов превращается в соответствующие кислоты, не являющиеся стабилизаторами дисперсий. Катионы электролитов образуют с ПАВ нерастворимые в воде соли, что также приводит к коагуляции (наибольший

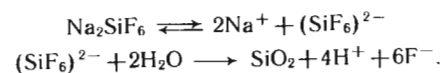
* Карбоксилатные.

эффект достигается при применении солей бария и кальция). Например, при использовании в качестве ПАВ солей высших карбоновых кислот эти превращения можно представить схемой:



При соприкосновении латекса с кислотой или электролитом вследствие локальной коагуляции образуется рыхлая пространственная структура взаимодействующих друг с другом латексных частиц (*сырой гель*), которая в результате *синерезиса* постепенно уплотняется и достигает определенной механической прочности, позволяющей проводить различные операции с полученной заготовкой. Подобные методы коагуляции применимы при изготовлении тонкостенных изделий и нитей.

Для получения более крупных изделий, в частности пено-резины, необходима замедленная дестабилизация латекса во всем объеме, приводящая к постепенному образованию геля (*желатинирование* системы). Например, при введении в латекс кремнефторида натрия происходит медленный его гидролиз, и образующаяся кислота дестабилизирует латекс:



Технологическая схема получения латексных изделий в большинстве случаев включает следующие стадии: приготовление латексной смеси, получение заготовок путем гелеобразования или желатинирования, уплотнение геля, его промывка, сушка и вулканизация.

4.2.1. Приготовление латексных смесей

Основу смеси составляет латекс с содержанием каучука не менее 50 % (лучше 60—70 %), в который необходимо ввести ряд ингредиентов; основные из них: вулканизирующий агент, ускорители вулканизации, оксид цинка, наполнители, пигменты, антиоксиданты, пластификаторы, дополнительные ПАВ и вещества, регулирующие pH среды. Для получения качественных изделий необходимо, чтобы смесь была совершенно однородной по составу и распределению ингредиентов, свободной от частиц коагулюма, других механических включений и пузырьков воздуха.

В качестве вулканизирующего агента используют чаще всего серу, причем значительные преимущества перед природной мелотой имеет коллоидная сера. Имея меньшие размеры частиц, она лучше диспергируется в воде, образует устойчивую длительное время дисперсию, лучше распределяется в объеме латексной

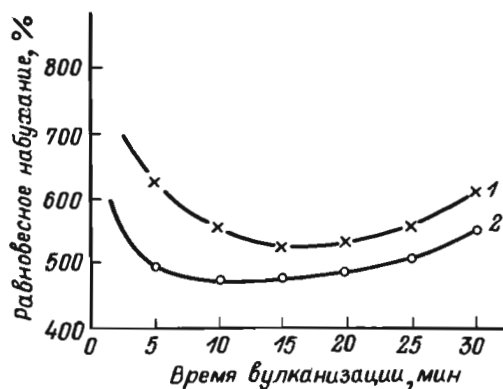


Рис. 117. Кинетика вулканизации пленок из натурального латекса, содержащих молотую (1) и коллоидную (2) серу

смеси. Вулканизация с коллоидной серой протекает быстрее и глубже (рис. 117), поэтому дозировка ее примерно вдвое меньше.

Низкие температуры приготовления и использования латексных смесей позволяют применять ультразвуковые вулканизации: диэтилдитиокарбамат цинка (этилцимат), дибутылдитиокарбамат цинка, цинковую соль 2-меркаптобензотиазола (цинкапт), дипентаметилендиураттетрасульфид (тетрон А), гептальдегиданилин и др.

Растворимые в воде компоненты смесей готовят в виде растворов рассчитанных концентраций, нерастворимые жидкие ингредиенты — в виде эмульсий (для сокращения времени приготовления и повышения устойчивости эмульсий целесообразно использовать ультразвуковой метод эмульгирования), порошкообразные ингредиенты — в виде дисперсий (получаемых с помощью коллоидных мельниц).

Латексную смесь получают в реакторах с мешалкой и рубашкой для поддержания оптимального температурного режима, куда дозируют сначала латекс, а затем при постоянном перемешивании последовательно вводят растворы, эмульсии и дисперсии. Смесь перед использованием «вызревает» 24—48 ч при комнатной температуре (или несколько часов при 35—40 °С), при этом происходит некоторое перераспределение ингредиентов в системе, часть растворимых в каучуке компонентов диффундирует в состав глобул полимера, что способствует более качественной вулканизации.

4.2.2. Получение тонкостенных изделий

Общим для всех процессов получения тонкостенных изделий является формирование слоя геля определенной толщины на форме, имеющей конфигурацию готового изделия, при ее погружении (макании) в ванну с латексной смесью (поэтому такие изделия часто называют маканиями). Формы могут быть фарфоровыми

(глазурованными или нет), стеклянными, металлическими, резиновыми и др. Основное условие — достаточно быстрое отложение геля на форме и легкое снятие с нее готового изделия или заготовки.

Простейший способ отложения полимерной пленки основан на испарении воды из тонкого слоя латекса на форме при извлечении ее из ванны. За одно макание получается очень тонкая пленка с многочисленными точечными дефектами, поэтому операцию проводят несколько раз (многократное макание). При этом погружают форму в ванну быстро (5—10 с), а извлекают — медленно (1—5 мин), что необходимо для образования однородных по толщине стенок изделий. Каждое последующее погружение осуществляют на несколько меньшую глубину, поэтому толщина пленки к краю изделия уменьшается и облегчается закатка венчика. Методом *многократного макания* получают изделия с толщиной стенок не более 0,2 мм.

Образование слоя геля на форме может быть вызвано дестабилизацией латекса при нагревании, облегчаемой введением в латексную смесь *термосенсибилизирующих* агентов (поливинилметилэфир, полипропиленгликоли, меркаптобензимидазол натрия и др.) в количестве 1—3 ч. на 100 ч. (по массе) каучука. Формы, нагретые до 60—100 °С, погружают в такую латексную смесь, и толщина полученного слоя зависит от температуры формы, теплоемкости ее материала, степени термосенсибилизации латекса, времени выдержки. Процесс характеризуется высокой скоростью отложения геля и используется главным образом для изготовления изделий медицинского назначения.

Методы *ионного отложения* и *коагулянтного макания* основаны на взаимодействии латекса с электролитом (CaCl_2 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ и др.), наносимым на форму. В первом случае водный раствор электролита загущают введением каолина или белой сажи, и после макания формы в раствор на ней удерживается достаточное количество электролита. Этот способ — один из самых распространенных, он позволяет получать изделия с толщиной стенок до 2 мм (радиозондовые оболочки и метеорологические шары, диэлектрические, хозяйственные перчатки и т. п.). Разновидностью ионного отложения является электроионное, когда смоченная раствором электролита форма подключается к аноду источника постоянного тока. За счет движения отрицательно заряженных частиц латексной смеси к положительно заряженной форме процесс отложения заметно ускоряется (рис. 118), и гель получается более плотным. При покрытии отдельных участков формы диэлектриком отложение на них идет медленнее, что позволяет получать разнотолщинные изделия.

При коагулянтном макании электролит растворяют в летучем растворителе (ацетон, этанол), и после макания формы в раствор происходит испарение растворителя. Электролит остается на фор-

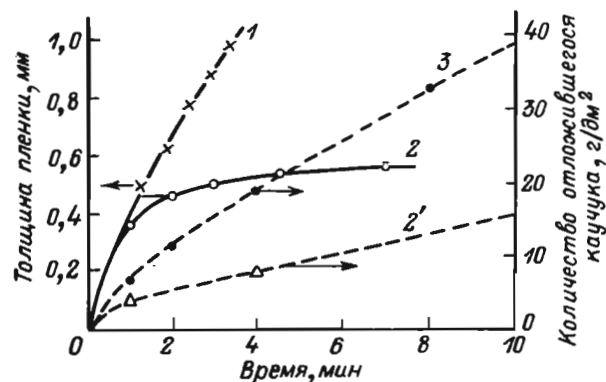


Рис. 118. Кинетика отложения геля из натурального латекса (—) и наирита Л-7 (---) при коагулянтном макании (1), ионом (2, 2') и электронном отложении (3)

ме, и при погружении ее в латексную смесь вызывает отложение геля с довольно высокой скоростью (рис. 118). Это позволяет получать не только тонкостенные изделия (хирургические и анатомические перчатки, детские соски и т. п.), но и изделия сложной конфигурации со значительной толщиной стенок (в основном, медицинского назначения).

Важной технологической операцией является уплотнение геля (синерезис), в результате которого содержание каучука в геле возрастает до 50—60 %, и прочность геля увеличивается. При синерезисе на воздухе водорастворимые компоненты остаются в составе геля, что приводит к заметному набуханию изделий в воде (и уменьшению их прочностных характеристик). При водном синерезисе эти компоненты удаляются, и набухание существенно снижается (рис. 119), поэтому для изделий, длительное время контактирующих с водными средами при эксплуатации, синерезис на воздухе должен быть как можно более кратковременным, а в воде — достаточно длительным.

Сушка гелей — самая длительная операция в производстве маканых изделий. Обычные воздушные сушильные камеры с по-

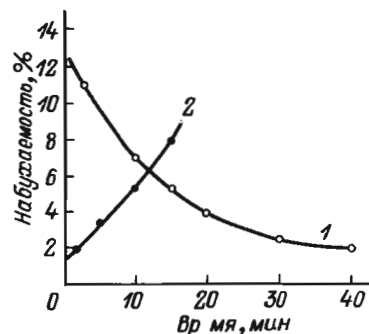


Рис. 119. Зависимость набухаемости в воде пленок из натурального латекса от продолжительности водного (1) и воздушного (2) синерезиса при 70 °С

зонным повышением температуры от 70—80 до 100—110 °С достаточно эффективны только для довольно тонких пленок. На начальных стадиях сушки на поверхности образуется плотная резиновая пленка, сильно затрудняющая удаление влаги из внутренних слоев. Поэтому с увеличением толщины пленок время сушки существенно возрастает, и при толщине изделий свыше 3 мм становится настолько большим, что процесс оказывается экономически невыгодным. Процесс сушки ускоряется в 1,5—2 раза при использовании предварительно ионизированного воздуха. Для предотвращения образования резиновой пленки желательно разогревать гель не с поверхности, а по всему объему, что возможно при обогреве СВЧ-энергией (при этом местных перегревов нет даже при сушке разнотолщинных изделий).

Вулканизация изделий обычно осуществляется на формах в среде воздуха при температурах порядка 120—140 °С.

Получение радиозондовых оболочек методом ионного отложения

Радиозондовая оболочка представляет собой полый резиновый эллипсоид с трубчатым отростком для наполнения газом. Оболочки выпускают на основе хлоропеновых латексов (Л-7 или Л-М) трех размеров:

Марка оболочки	100	150	200
Начальный диаметр, см	90—100	140—150	190—210
Масса оболочки, г	350—450	850—950	1500—1700
Средняя высота подъема, км, не менее	15	26	26

Так как полихлоропрен способен к термовулканизации, вводить какие-либо ингредиенты и готовить латексную смесь не надо. Коагулянт — водный раствор хлорида кальция (≈ 25 % мас.), содержащий в качестве загустителя белую сажу (4,2 % мас.), готовят в реакторе, и после контроля по вязкости подают в первую ванну макания. Латекс из емкости хранения по стеклянным трубопроводам сливают во вторую ванну макания.

Ребристые формы из нержавеющей стали закрепляют в рамах по 12—24 штуки, и дальнейшее перемещение рам осуществляется краном-манипулятором, работающим в автоматическом режиме. В исходной позиции кран захватывает раму, переносит ее к первой ванне, опускает формы в коагулянт и после извлечения выдерживает над ванной до полного стекания раствора. Затем кран поворачивает раму формами вверх, переносит ее ко второй ванне, снова поворачивает на 180° и погружает формы в латекс. Здесь в течение 10—20 мин на формах образуется слой геля нужной толщины (1,7—1,9 мм), после чего формы извлекают, и избыточный латекс стекает обратно в ванну. После каждого макания в ванну автоматически добавляется латекс для поддержания заданного уровня.

Синерезис проводят в ванне с горячей ($45 \pm 5^\circ\text{C}$) водой до достижения гелем необходимой прочности. Рама с формами устанавливается в ванне, высвобождается из захватов крана, и он перемещается вдоль ванны синерезиса и выгружает из нее раму, на формах которой процесс синерезиса завершился. Эту раму переносят к ванне с тальковой суспензией, формы погружают в суспензию и сразу извлекают. Затем кран перемещает раму к месту съема оболочек, оставляет ее, возвращается на исходную позицию и начинает новый цикл работы.

Оболочки вручную снимают с форм, укладывают на тележки и транспортируют в отделение сушки, а раму с освобожденными формами возвращают к исходной позиции крана. Проталькированные изнутри и снаружи оболочки надевают на втулки подвесок, закрепленных на цепном конвейере, и раздувают в 3,5—4 раза воздухом с температурой $30 \pm 5^\circ\text{C}$. Оболочки на конвейере в течение 2—3 ч проходят две зоны сушки, где поддерживается температура 35 ± 5 и $42 \pm 8^\circ\text{C}$ соответственно, после чего их снимают с втулок, засыпают внутрь тальк, и воздух откачивают. Оболочки раскладывают в один слой на полках тележек, которые закатывают в камеру, где в течение 2 ч при температуре 120°C в воздушной среде проходит термовулканизация каучука. Готовые оболочки маркируют и упаковывают в картонные коробки.

Получение технических перчаток методом коагулянтного макания

Перчатки предназначены для защиты рук при работе с разбавленными кислотами и щелочами, маслами и растворителями, другими химическими веществами. Их изготавливают трех размеров (1, 2 и 3) двухслойными: внутренний слой из натурального латекса, наружный — из хлоропренового*, общая толщина стенки 0,7 мм.

Для приготовления коагулянта навеску каолина заливают этиловым спиртом, после чего вливают расплавленный тетрагидрат нитрата кальция и перемешивают до полного растворения соли. Соотношение $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$:спирт:каолин составляет 50:48:2.

Перчатки изготавливают на механизированной поточной линии. Фарфоровые формы закреплены в виде выдвижных кассет на верхней и нижней сторонах вращающейся рамы тележек, которые по монорельсу проходят через все стадии процесса (одновременно в работе находится до 30 тележек). Формы обогревают в камере кондиционирования воздухом с температурой $30\text{—}60^\circ\text{C}$ в течение 3—10 мин и перемещают к ванне с коагулянтом. Макания производят сначала одной стороной рамы, потом другой, при

* Применение нового латекса БН-30К-2 позволяет увеличить срок эксплуатации перчаток почти в 5 раз.

этом опускание форм длится 10—20 с, а подъем — 30—50 с. После каждого макания рамы вращают 1—2 мин, что способствует интенсивному испарению спирта и более равномерному распределению коагулянта на поверхности форм.

Отложение геля происходит при последовательном погружении форм в смеси на основе синтетического латекса (выдержка 0,5—1 мин) и натурального латекса (на 3—5 мин). После каждого погружения рамы с формами вращают во избежание образования наплывов на концах пальцев. Для уплотнения геля проводят воздушный синерезис в специальной камере (около 5 мин при $40\text{—}60^\circ\text{C}$)*, а затем водный синерезис в ваннах с проточной водой (не менее 10 мин), где поочередно обрабатывают формы на одной и другой сторонах рам.

После предварительной подсушки заготовок на воздухе тележки поступают в трехсекционную сушильно-вулканизационную камеру тоннельного типа, рассчитанную на одновременную обработку 12 тележек. Тележка, установленная перед камерой, автоматически захватывается замком тяговой цепи и далее продвигается по монорельсу через все секции. Температура горячего воздуха по ходу перемещения тележек возрастает с $60\text{—}80^\circ\text{C}$ в первой секции до $80\text{—}100^\circ\text{C}$ во второй и $100\text{—}130^\circ\text{C}$ в третьей. Продолжительность пребывания тележек в каждой секции 25—30 мин.

По выходе из третьей секции тележка автоматически отсоединяется от замка тяговой цепи и поступает на участок съема перчаток. Съем производят с помощью воды, и во избежание слипания снятых перчаток их обрабатывают эмульсией полисилоксановой жидкости ПМС-300 или льняного масла. После промывки в эмульсии перчатки сушат в сетчатом вращающемся барабане 20—30 мин при температуре подаваемого воздуха $110\text{—}130^\circ\text{C}$ и перед выгрузкой охлаждают обдувом холодным воздухом. Заключительные операции включают разбраковку, маркировку и упаковку готовой продукции.

Аппаратурное оформление производств маканых изделий весьма многообразно и не ограничивается описанным. Модернизация линий кассетного типа в направлении повышения степени механизации и автоматизации процессов позволяет повысить их производительность на 20%. Разрабатывается оборудование нового поколения с автоматизацией практически всех основных операций технологического процесса. Интересны линии непрерывного действия, в которых формы закреплены на цепном транспортере, движущемся по замкнутому контуру. При этом в нижнем ярусе установки формы последовательно проходят ванны мойки форм, макания в коагулянт, макания в латексную смесь,

* Если конструкция перчатки предусматривает венчик, то его формируют путем закатки края геля после воздушного синерезиса.

камеры (или ванны) синерезиса и сушки, а во втором ярусе — многосекционную вулканизационную камеру. Производительность такой линии определяется числом форм на транспортере и скоростью его движения; ручной труд на таких линиях сведен к минимуму.

4.2.3. Производство эластичных нитей

Эластичные резиновые нити находят широкое применение в производстве трикотажных и галантерейных изделий различного назначения, и качество последних во многом определяется свойствами эластичных нитей. Известны три способа производства резиновых нитей: нарезание тонкой резиновой пластины, формование нитей из раствора резиновой смеси и из латексных смесей.

При первом способе резиновую смесь формуют на каландре в виде тонкой пластины, затем вулканизируют и на специальных станках нарезают параллельными слоями на отдельные нити. Недостатком процесса является невозможность достичь равномерности по сечению и толщине нитей, что проявляется в неоднородности их свойств.

Производство нитей из растворов включает: приготовление резиновой смеси, растворение ее в бензине, продавливание клея через фильтры, испарение растворителя и вулканизацию. При этом можно получать нити любого сечения с достаточно равномерными размерами и свойствами, однако использование значительных количеств растворителя делает процесс огне- и взрывоопасным, ухудшает гигиенические условия труда. Оба способа основаны на традиционной технологии переработки эластомеров, связанной со значительными энергозатратами, и в настоящее время находят ограниченное применение.

Наиболее прогрессивным является процесс изготовления высококачественных эластичных нитей из латекса, не имеющий перечисленных недостатков первых двух способов. Нити непрерывно формуются при истечении латексной смеси через *фильтры* в ванну с раствором коагулянта — 20—40 %-й уксусной кислотой. В принципе, можно формовать нити любого сечения, но чаще всего выпускают круглые диаметром 0,2, 0,3 и 0,6 мм. Для изготовления нитей применяют натуральные латексы (МАРДР, Квалитекс) с сухим остатком 60—70 %.

Приготовленные растворы, эмульсии и дисперсии добавляют в латекс в два приема. Вначале латекс смешивают с растворами дополнительных ПАВ, эмульсиями церезина и гептальдегиданилина, дисперсиями дибутилдитиокарбамата цинка (или этилцимата), диоксида титана и антиоксиданта. При непрерывном перемешивании температуру повышают до 40 °С, и оставляют смесь для вызревания (4—12 ч). При этом достигается определенная

степень предварительной вулканизации, повышающая прочностные характеристики геля. Затем смесь охлаждают до 20 °С и вводят дисперсии оксида цинка, серы и цинкапта. Готовую смесь пропускают через гомогенизатор и перекачивают в бак питания, где при перемешивании вакуумируют (остаточное давление 50 кПа) в течение 18—20 ч для дегазации. Далее смесь сжатым воздухом передавливают через группу капроновых фильтров в стеклянный сосуд, а затем по гибким шлангам — в ковшки питания. Из ковшиков смесь самотеком поступает в коллектор, питающий 100 фильтр, концы которых находятся в коагулянте. Для получения нитей одинаковой толщины необходима постоянная скорость истечения смеси, что обеспечивается автоматическим регулированием гидростатического напора между поверхностью латексной смеси в ковшике и поверхностью уксусной кислоты в ванне коагуляции. Чем меньше диаметр фильтры и выше скорость истечения смеси, тем больше должен быть гидростатический напор и соответственно выше положение ковшика питания. Для каждого размера нитей подбирают диаметр фильтры и скорость истечения смеси:

Диаметр нити, мм	0,2	0,3	0,6
Диаметр фильтры, мм	0,6—0,7	0,7—0,9	1,1—1,3
Скорость истечения, м/мин	11—12,4	8,5—10,7	4,8—6,6

Ванна коагуляции имеет в донной части рубашку для циркуляции горячей воды, и температура коагулянта поддерживается 24—28 °С. Проходя через ванну (длиной около 8 м), гель несколько уплотняется и приобретает достаточную прочность. По выходе из ванны нити через гребенку и вытягивающие ролики подаются в две последовательные ванны с подогретой водой для дальнейшего синерезиса и промывки. За счет увеличения скорости движения нитей на этих стадиях достигается их вытягивание на 45—55 %.

Промытые нити собираются нарезным валиком в ленту, которая поступает на транспортер, проходящий через печь сушки и вулканизации нитей. Транспортер, изготовленный из пропитанной термостойкой смолой асбестовой ткани, движется с еще более высокой скоростью (13,3—40 м/мин в зависимости от типа нитей), что приводит к вытягиванию нитей еще на 70—85 %. Участок сушки состоит из четырех секций, в которых циркулирует горячий воздух (в первых двух — прямоходом, в последних — противотоком). Лента движется по стальным плитам, нагреваемым паром до температуры 105—120 °С. Участок вулканизации имеет три аналогичные секции, но теплота подводится дополнительно излучением от обогреваемых плит, расположенных над лентой, и температура здесь выше (105—150 °С).

Готовые нити протягивают через установку талькирования и далее через гребенку подают на устройство, наматывающее их

на катушки (без растяжения). Нити диаметром 0,6 мм кроме такой товарной формы могут выпускаться в виде лент, для чего нити пропускают через собирательное кольцо, а затем через зазор между валками каландра. Здесь при давлении 0,2—0,3 МПа нити спрессовываются в ленту, которую транспортером подают к механическому укладчику для упаковки в ящики.

4.2.4. Производство губчатых изделий (пенорезины)

Пенорезина широко применяется для комплектации автомобилей и мебели, изготовления игрушек, основы ковров, а также в качестве уплотнительного и прокладочного материала в обувной и швейной промышленности. Размер пор в пенорезине составляет в среднем 0,2—0,4 мм, причем более 90 % пор — сообщающиеся, вследствие чего пенорезина обладает высокой воздухо- и влагопроницаемостью. Кажущаяся плотность пенорезины лежит в пределах 60—220 кг/м³, и с повышением плотности возрастает прочность материала, но ухудшаются его теплоизоляционные свойства. По структуре к пенорезине близки эластичные пенополиуретаны (до 95 % сообщающихся пор, плотность до 40 кг/м³), но они имеют меньшую грузонесущую способность и большие гистерезисные потери (рис. 120), поэтому материалы не являются взаимозаменяемыми.

Производство любых губчатых изделий из латекса складывается из одноступенчатых процессов: приготовление латексной смеси; ее вспенивание (*кратность вспенивания* — отношение объемов пены и исходной смеси); придание необходимой формы; желатинирование, закрепляющее сложившуюся структуру пены; вулканизация, промывка и сушка. Различают формовые и неформовые губчатые изделия. К последним относят прежде всего различные покрытия для полов и ковры на пенорезиновой основе, выпускаемые на агрегатах непрерывного действия. Вспененную латексную смесь смешивают с желатинирующим агентом (Na₂SiF₆) и на-

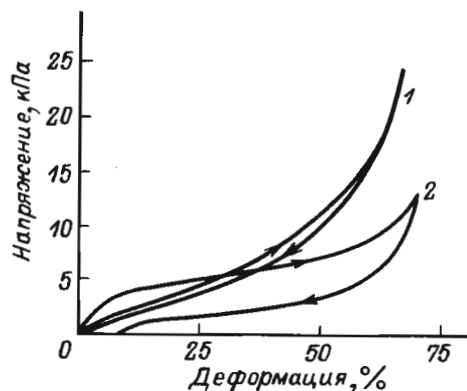


Рис. 120. Петли механического гистерезиса при сжатии латексной губки (1) и пенополиуретана (2)

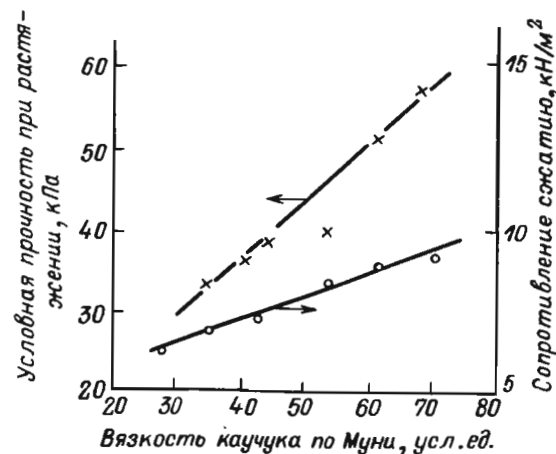


Рис. 121. Влияние вязкости каучука в латексе СКИ-3 на прочностные характеристики пенорезины

носят ровным слоем на изнаночную сторону покрытия, которое затем протягивают через камеры желатинизации и вулканизации, промывное устройство и сушилку.

Для изготовления формовых губчатых изделий в настоящее время чаще всего используют смеси натурального латекса (Квалитекс) с синтетическим (СКС-С) в соотношениях, близких к 1 : 1. В СССР для замены натурального латекса предложен искусственный (СКИ-3), при этом каучук латекса должен иметь максимально высокую вязкость по Муни (рис. 121). Усиление латекса СКС-С путем его соагломерации с высокостирольным латексом БС-85 позволяет повысить прочностные характеристики эластомера и соответственно уменьшить плотность губчатого материала. Часть латексов может быть заменена дисперсией эластомеров, получаемой из отходов (как губчатых, так и монолитных) различных производств на основе латексов. Введение такой дисперсии в количествах до 10 % (по полимеру) не ухудшает свойств пенорезины, но позволяет заметно снизить себестоимость изделий и реализовать безотходную технологию.

Вспененный латекс представляет собой трехфазную систему с одной непрерывной фазой (водной) и двумя дисперсными — каучука и воздуха. При желатинировании дисперсная фаза каучука превращается в непрерывную сетчатую структуру. В процессе синерезиса пленки эластомера, разделяющие отдельные пузырьки воздуха, во многих местах прорываются, что обеспечивает получение пенорезины с преимущественно сообщающимися порами. Это важно для успешного проведения последующих операций промывки и сушки изделий и обеспечения их гигиенических свойств.

В зависимости от метода желатинирования вспененной латексной смеси и технологии ее формования и вулканизации различают два основных способа производства формовой пенорезины, называемые способами Данлопа и Талалая.

Производство пенорезины по способу Данлопа

Способ основан на механическом вспенивании латексной смеси и ее желатинировании под действием кремнефторида натрия, приготавливаемого в виде $\approx 25\%$ -й водной дисперсии. Непрерывное вспенивание осуществляют в аппаратах роторного типа (вспениватель Окса). На обеих стенках статора имеется большое число выступов квадратного сечения, размещенных концентрическими кругами. Такие же выступы размещены кругами на обеих сторонах дискообразного ротора, так что при вращении последнего его выступы вращаются между выступами статора. Во вспенивателе с одной стороны непрерывно подаются латексная смесь и воздух в количествах, необходимых для получения нужной кратности вспенивания (от 4 до 9). В результате быстрого вращения ротора (до 400 мин^{-1}) за короткое время пребывания в аппарате (2—3 с) воздух интенсивно диспергируется, и выходящая из аппарата вспененная смесь оказывается достаточно однородной. После вспенивания смесь поступает в смесительную головку, куда дозировочным насосом подают дисперсию желатинирующего агента, и далее через гибкий шланг пену разливают по формам.

Агрегат желатинирования и вулканизации непрерывного действия состоит из открытого участка и трех камер со своими температурными режимами, через которые при помощи цепного конвейера (длиной около 80 м) по замкнутому контуру перемещаются тележки с формами. На открытом участке раскрытые формы очищают, опрыскивают эмульсией антиадгезива, просушивают и разогревают до температуры $60\text{--}70^\circ\text{C}$. В конце открытого участка формы заполняют пеной (с некоторым избытком) и закрывают опусканием верхней полуформы. В таком виде формы проходят в течение 10—20 мин камеру желатинирования, где поддерживается температура $110\text{--}120^\circ\text{C}$, и в течение 30—60 мин камеру вулканизации при температуре $150\text{--}160^\circ\text{C}$. Низкая теплопроводность пены требует значительной продолжительности процессов желатинизации и вулканизации, что может приводить к ухудшению качества пенорезины (прежде всего из-за нарушения однородности структуры). Для интенсификации теплообмена горячий воздух в этих камерах желательнее подавать направленными потоками на формы сверху и снизу. В камере охлаждения формы обдувают воздухом, и за 5—15 мин их температура снижается до $60\text{--}70^\circ\text{C}$. По выходе на открытый участок формы механически открываются и после выгрузки готовых изделий переходят в следующий цикл.

Промывку губчатых изделий ведут на промывном агрегате, в котором изделия на сетчатом транспортере проходят несколько зон орошения и отжима. Через форсунки подается вода с температурой $30\text{--}40^\circ\text{C}$, которая частично впитывается губкой, а частично стекает, унося водорастворимые компоненты. При прохождении между валками, поверхность которых покрыта эбонитом, изделия отжимаются от избытка воды. Число таких последовательных промывок-отжимов определяется формой и размерами изделия и составляет от 4 до 8. В конце транспортера установлены три пары отжимных валков, после которых влажность изделий, отправляемых на сушку, не должна превышать 50% .

При сушке губчатых изделий необходимо удалить влагу как из пор, так и из резины; последний процесс является наиболее длительным и определяет общую продолжительность сушки. Для ускорения процесса отжим влажной пенорезины можно проводить в среде горячего воздуха, при этом влажность губки удается снизить до 20% , а температуру довести примерно до 100°C . При использовании токов высокой частоты сушильные камеры оборудуются двумя высокочастотными генераторами и электродами. Изделия на пластинчатом транспортере проходят через камеру, и испаряющаяся вода уносится током воздуха. В зависимости от размеров изделий сушка при температуре $120\text{--}130^\circ\text{C}$ длится 2—3,5 ч до конечной влажности не более 5% . Сушилка часто оказывается наименее производительным аппаратом в рассмотренной схеме, определяющим предельную мощность всей установки.

В процессе вулканизации пенорезины и особенно сушки готовых изделий происходит заметная объемная усадка материала, приводящая к повышению его плотности. Величина усадки зависит от типа примененных латексов, наличия пластификаторов, кратности вспенивания, температуры и продолжительности процессов вулканизации и сушки. Зная рецептуру и условия процесса, усадку необходимо учитывать при конструировании форм.

Производство пенорезины по способу Талалая

В этом способе фиксирование полученной структуры пены осуществляют путем ее замораживания, а желатинирование — пропуском газообразного диоксида углерода. Все операции формования и вулканизации изделий проводят в одном аппарате (прессе) в формах специальной конструкции (рис. 122), охлаждаемых или обогреваемых через рубашки 55% -м водным раствором этиленгликоля. Форму (одно- или многогнездную) примерно до половины объема заполняют пеной со сравнительно невысокой кратностью вспенивания (2—3). После смыкания плит пресса в форме создают разрежение, в результате чего пена расширя-

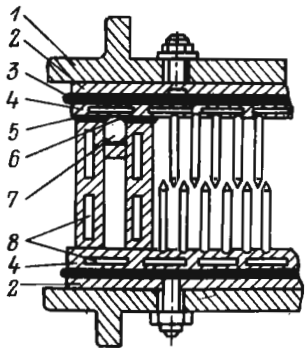


Рис. 122. Схема формы, применяемой в процессе Талалая:

1 — плиты пресса; 2 — внешняя крышка формы; 3 — изоляционная прокладка из резины; 4 — внутренняя крышка формы; 5 — резиновая прокладка; 6 — полупроницаемая бумажная прокладка; 7 — вакуумное устройство; 8 — каналы для теплоносителя

ется и в течение 1—2 мин заполняет весь объем формы. Применение специальных прокладок, проницаемых для газов, но не пропускающих жидкие среды, исключает образование каких-либо выпрессовок. Для улучшения условий теплообмена и создания в теле губчатого изделия дополнительных пустот на днище и крышке формы закреплены металлические стержни диаметром 5 мм.

Подачей в рубашку формы теплоносителя с температурой —32 °С пену замораживают (за 10—12 мин), при этом дисперсия частично дестабилизируется. Стравление вакуума в форме диоксидом углерода снижает рН среды с 11 до 9, что вызывает желатинирование латекса во всем объеме. Быстрой сменой тока холодного теплоносителя на горячий начинают оттаивание пены, которое по мере разогрева переходит в вулканизацию. Применение эффективных ультраускорителей вулканизации позволяет завершить процесс за 10—15 мин при температуре около 105 °С. Полный цикл изготовления изделий составляет 30—45 мин. Эффективное охлаждение изделий перед выгрузкой способствует их упрочнению, что позволяет в ряде случаев использовать латексные смеси, не содержащие натурального латекса. Промывку и сушку изделий проводят обычными приемами.

Пенорезина ПМ, получаемая по способу Талалая, предназначена в основном для мебельной промышленности. По сравнению с пенорезиной, получаемой по способу Данлопа, она имеет более однородную структуру и характеризуется более высокими воздухопроницаемостью и санитарно-гигиеническими свойствами. Наличие в изделиях значительного числа полостей при той же твердости пенорезины снижает кажущуюся плотность материала, поэтому при равной грузонесущей способности изделие из резины ПМ имеет меньшую массу.

Технологические достоинства способа Талалая:

1) отсутствие необходимости смазывания форм, так как при оттаивании замороженной пены между изделием и формой образуется тонкий слой воды;

2) отсутствие потерь пенорезины на выпрессовки и уменьшение материалоемкости за счет меньшей кажущейся плотности изделий;

3) возможность легкого регулирования плотности пенорезины степенью заполнения формы;

4) быстрое вспенивание латексной смеси и заполнение форм, так как пена имеет низкую кратность, а форма заполняется не полностью;

5) малая продолжительность цикла формование — вулканизация;

6) достаточно высокая степень автоматизации процесса;

7) хорошие условия труда, так как тепловыделение на оборудовании сравнительно невелико.

Несмотря на использование более сложного и дорогостоящего оборудования, высокая производительность процесса по способу Талалая и уменьшение материалоемкости изделий приводят к снижению их себестоимости примерно на 20 % по сравнению со способом Данлопа.

В настоящее время потребность народного хозяйства в губчатых изделиях из латекса практически полностью удовлетворяется, и основными направлениями развития становится повышение качества и совершенствование технологии и применяемого оборудования.

5. ПРОИЗВОДСТВО РЕЗИНОВОЙ ОБУВИ

5.1. ОСНОВНЫЕ ВИДЫ РЕЗИНОВОЙ ОБУВИ И ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ ПРОИЗВОДСТВА

Резиновая обувь явилась одним из первых промышленных изделий из каучука, и ее производства возникли еще в первой половине прошлого века. Пройдя долгий путь развития, эта подотрасль резиновой промышленности характеризуется в настоящее время широким набором различных технологий. При этом некоторые процессы (например, литье подошв) вышли за рамки резинообувной промышленности и широко используются в производстве других видов обуви. Кроме того, расширение сырьевой базы и возникновение более совершенных и производительных технологий привело к частичной замене традиционных эластомеров — резин — другими полимерами, такими как поливинилхлорид (ПВХ), микроячеистые полиуретаны и др. Поэтому в настоящее время эту подотрасль правильнее было бы назвать производством *обуви из полимерных материалов*.

5.1.1. Виды резиновой обуви

Основная функция резиновой обуви — защищать ноги (или другую обувь) от воздействий внешней среды, при этом подразумеваются не только обычные (бытовые) условия, но и неординарные, встречающиеся при различных видах трудовой деятельности человека, в специфических условиях его отдыха, занятий спортом и т. д. Число типов обуви очень велико и с каждым годом возрастает, в настоящее время отечественная промышленность выпускает более 300 артикулов резиновой обуви. Кроме того, любой тип обуви должен обладать хорошими санитарно-гигиеническими свойствами, создавать максимальную комфортность при эксплуатации, по возможности долго сохранять свои потребительские качества. Удобство при пользовании, легкость и красивый внешний вид тоже играют важную роль в уровне потребительского спроса.

Все многообразные виды обуви из полимерных материалов можно по назначению разделить на две большие группы: обувь народного потребления, куда относятся галоши, ботинки, утепленные ботинки, сапожки, обувь спортивная и для активного отдыха, туфли и техническую обувь — это прежде всего сапоги и технические галоши. Соотношение различных видов обуви в общем производстве (1982 г.) показано на рис. 123.

Наиболее массовыми изделиями резинообувной промышленности являются *галоши*, обычно используемые для защиты от воды и грязи других видов обуви. Их подразделяют на низкокаблучные, высококаблучные (галоши-туфли) и галоши для валяной обуви. Некоторые типы галош («восточные») изготавливают более глубокими, и их носят без другой обуви. Обычно галоши выпускают черными, лакированными с подкладкой и стелькой малинового цвета, однако иногда галоши (особенно детские) бывают и цветными.

Боты и ботинки также могут использоваться для ношения поверх кожаной обуви или непосредственно на ноге, при этом они



Рис. 123. Ассортимент отечественной обуви из полимерных материалов по видам изделий

закрывают уже и лодыжку, и чаще всего выпускаются с утепленным текстильным верхом (но могут быть и цельнорезиновыми). Для улучшения водостойкости верх ткань обычно промазывают резиновой смесью или ее раствором. При изготовлении бот используют различную фурнитуру для застежки (пряжки, кнопки, замки-молнии и т. п.) или украшения.

Сапожки (женские, девичьи, детские) — наиболее разнообразный и быстро изменяющийся вид резиновой обуви, так как для этих изделий требования эстетичности и моды имеют наибольшее значение. Их изготавливают из черной или цветной резины, с трикотажной подкладкой, покрывают лаком. В увеличении производства сапожек в последние 10 лет большую роль сыграли такие высокопроизводительные процессы, как литье под давлением и жидкое формование, в которых применяют не резиновые смеси, а композиции на основе ПВХ. Легкая окрашиваемость ПВХ позволяет выпускать сапожки с красивым внешним видом, а их высокие потребительские качества быстро сделали этот вид обуви популярным.

Спортивную обувь и туфли чаще всего выпускают с текстильным верхом, резиновыми подошвой и обсоюзкой (ботинки баскетбольные, футбольные, волейбольные, туфли для тенниса и фехтования, обувь для туристов и общего назначения и т. д.), но может быть и цельнорезиновая обувь, например купальные туфли. Спрос на спортивную обувь с каждым годом возрастает, а пока качество выпускаемой обуви не отвечает требованиям не только спортсменов высокого класса, но и массового потребителя.

Сапоги относятся и к товарам народного потребления, и к технической обуви. Они имеют текстильный каркас, верх из нелакированной черной резины (или ПВХ), прочные подошвы и каблук. Кроме сапог общего назначения (широко применяемых и как техническая обувь в обычных условиях эксплуатации) выпускается широкий ассортимент сапог специального назначения. Это сапоги шахтерские, горняцкие, рыбацкие, диэлектрические, устойчивые к действию кислот, щелочей, минеральных удобрений, масел и нефтепродуктов, рыбьего жира и т. д. В связи с расширением сферы трудовой деятельности человека разрабатываются и внедряются все новые типы сапог технического назначения. Часто вместо сапог используются технические галоши, обладающие такими же защитными свойствами и надеваемые поверх валяной обуви (для работы в шахтах, на животноводческих фермах и т. п.).

В зависимости от состава применяемых материалов обувь можно разделить на три группы:

1. Чисто резиновая (полимерная) обувь, не содержащая каких-либо текстильных или других материалов; ассортимент такой обуви весьма невелик, и способы ее производства не отличаются оригинальностью.

2. Армированная резиновая (полимерная) обувь, включающая текстильный каркас (подкладку), стельки, задники и другие детали. Это наиболее массовые виды обуви, традиционно выпускаемые на предприятиях резиновой промышленности; технология часто является оригинальной, характерной только для производства обуви, но широко применяются и процессы, типичные для промышленности переработки эластомеров и пластмасс.

3. Полимерно-текстильная обувь, включающая детали (главным образом, верх) из различных текстильных материалов. При этом для пошива текстильного верха пользуются обычными приемами швейного производства, а низ обуви изготавливают по технологии переработки полимеров. Внедрение прогрессивных методов изготовления полимерного низа обуви привело к тому, что большая часть трудозатрат стала приходиться на пошив верха, и для роста производительности труда необходимо механизировать и автоматизировать именно швейные процессы. Часть полимерно-текстильной обуви производится на предприятиях легкой промышленности.

Разнообразие требований к обуви из полимерных материалов, широкий ее ассортимент, применение различных исходных полимеров привело к разработке довольно большого числа технологических процессов ее производства. Основные методы, применяемые в настоящее время, следующие:

- сборка ручной клеейкой на конвейерах (клеевой метод);
- штампование;
- формование на жестких сердечниках;
- пневмоформование;
- литье под давлением (резиновых смесей или термопластичных материалов);
- жидкое формование (из пластизолой ПВХ или полиуретановых композиций);
- коагулянтное отложение из латексной смеси.

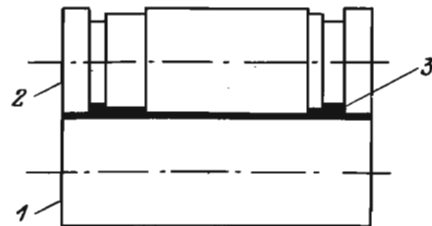
Методы существенно различаются по набору технологических операций, их аппаратному оформлению, производительности, доле ручного труда, возможностям быстрой переналадки для выпуска новой продукции и т. д.

5.1.2. Изготовление деталей обуви

При производстве резиновой обуви применяют довольно значительное число различных деталей (до 15 при ручной клеейке). Это могут быть резиновые детали — перед, голенище, бордюры, ранты, подошва, каблук и другие — и разнообразные резиноктачевые заготовки.

Методы изготовления резиновых заготовок в большинстве случаев типовые. Так, для формования узких лент наиболее эффективно применение червячных прессов с головкой валкового

Рис. 124. Схема объемного профилирования на каландре:
1 — 4-й валок (гладкий); 2 — 5-й валок (профильный); 3 — профилируемая заготовка резиновой смеси



типа, что позволяет получать заготовки необходимого качества при довольно высоких скоростях экструзии.

Детали из листовой каландрованной резиновой смеси изготавливают периодическими и непрерывными методами. При использовании ленточных ножей листы укладывают в настилы (до 60 листов), затем сверху накладывают металлический шаблон и по нему вырезают пачку деталей. Таким же способом можно нарезать и резиновые ленточки.

По непрерывной схеме работают различные поточно-механизированные линии, сочетающие процессы каландрования и вырезки деталей. В состав линии входят разогревательные и питающие вальцы, каландр (4- или 5-валковый), приемный транспортер, охлаждающая ванна, устройства для вырезки заготовок (ротационные, штанцевые ножи, закройные барабаны и т. п.), транспортеры для отбора вырезанных деталей и возврата оставшегося материала (шлеи) обратно на разогревательные вальцы.

Для уменьшения числа применяемых деталей используют *объемное профилирование*, позволяющее получить заготовки различной толщины. Для этого верхний валок каландра выполняется профильным (рис. 124). Особенностью каландрования на таком аппарате является неоднородность расхода резиновой смеси в различных зонах профильного валка. В результате в зазоре между 4-м и 5-м валками происходит течение резиновой смеси вдоль оси валков, что способствует удалению воздушных включений из смеси и повышению качества заготовок. Каландр может работать в составе поточно-механизированной линии с ножевыми барабанами в качестве закройного инструмента. В ряде случаев выкраивание заготовок совмещают с формованием. Для этого на профилированный валок приваривают лезвия, обычно попарно, что позволяет за один оборот валка получить симметричную пару деталей. Нож в нескольких точках притупляют, поэтому вырезанные заготовки держатся в каландрованном полотне и вынимаются из него автоматически работающим пневмоустройством. Недостаток метода в том, что раскраивается свежескандрированная полоса и требуется учет последующей усадки детали.

Подошвы для обуви различных типов выкраивают из профилированной резиновой пластины на специальных подошворезательных машинах по шаблону. Нож производит вырезку под

углом, чтобы получаемая кромка была более мягкой (для облегчения процесса сборки). В ряде случаев подошвы изготавливают на электрогидравлических или электромеханических вырубных прессах с помощью одно- или многоместных резаков. Высокопроизводительны вырубные полуавтоматы, состоящие из гидравлического пресса, четырехпозиционной карусели и механизма выталкивания изделий. Поворотный стол карусели имеет 4 позиции, на каждой из которых установлена вертикально перемещающаяся плита с резаками. На загрузочной позиции поверх резаков укладывают одну или две резиновые пластины и после поворота на 90° проводят вырубку; на разгрузочной позиции вырубленные заготовки выталкиваются из полости резака.

Полностью в автоматическом режиме работают штамп-автоматы, в которых резиновая лента перемещается сверху вниз в пульсирующем ритме и проходит между резаком и нажимной плитой. Плита приводится в движение механическим приводом с частотой до 165 ударов в минуту, а вырезанные заготовки проходят через тело резака и поступают на отборочный транспортер.

Для формования подошв представляется перспективным использование прецизионных формователей типа «Барвелл».

Каблуки для разных способов сборки резиновой обуви выпускают в разных вариантах. Каблуки, применяемые невулканизованными, обычно вырезают из пластин резиновой смеси. Изготовление вулканизованных каблуков, в принципе, ничем не отличается от производства формовых РТИ. Типовой процесс включает экструзию резиновой смеси, резку ее на заготовки и вулканизацию либо в прессах с выдвигаемыми кассетными формами, либо в карусельных агрегатах. Более прогрессивным для изготовления каблуков (иногда вместе с подошвой) является метод литья под давлением, например, на автоматических литьевых прессах фирмы «Десма».

Раскрой резинотканевых материалов проводят на ленточных ножах по шаблону (для деталей, имеющих значительную площадь), или на вырубных прессах (для небольших деталей). В современных производствах резиновой обуви начинают использовать автоматические вырубные прессы с управлением от ЭВМ, что позволяет наиболее экономно раскраивать материал и обеспечивает высокую производительность аппарата. Так, автоматический пресс фирмы «Шён» (Германия) заменяет четыре вырубных прессы старого типа, при этом коэффициент полезного использования материала (при вырубке стелек) увеличивается от 68 до 76 %.

Принципиально новым является метод раскроя резинотекстильных материалов лучом лазера. В установках типа ЛУРМ-1600 материал в один слой прижимается к столу. Стол перемещается в продольном, а лазерный резак — поперечном направлениях по заданной программе. Достоинства метода: возможность пол-

ной автоматизации, точность раскроя, оплавление кромки (если ткань синтетическая), повышение степени полезного использования материала примерно на 10 %. Однако необходимость раскроя в один слой и загрязнение поверхности зеркала лазерного резака продуктами деструкции резинотекстильного материала снижают возможности использования подобных установок.

5.2. ИЗГОТОВЛЕНИЕ ОБУВИ МЕТОДАМИ КЛЕЙКИ, ШТАМПОВАНИЯ И ФОРМОВАНИЯ

5.2.1. Сборка обуви методом клейки

Методом клейки изготавливают различные типы галош, сапожки, боты, некоторые виды сапог и, несмотря на значительную трудоемкость, большие затраты ручного труда и сложности с защитой окружающей среды (вследствие использования больших количеств растворителей, газовыделения при вулканизации), этот метод остается одним из основных. Главными достоинствами процесса является хорошее качество обуви (прежде всего, легкость и эластичность), возможность быстрой переналадки на выпуск новых моделей. Детали обуви последовательно собирают на алюминиевых *колодках* с использованием конфекционных клеев. При сборке используют различные инструменты и приспособления для прикатки склеиваемых деталей, обрезки излишков резины, промазки клеем отдельных мест и т. д. Некоторые операции, такие как обкатка носка и задника, прижим подошвы, всесторонняя обжимка и другие, механизированы.

Процесс сборки проводят на *конвейерах* различных конструкций. Конвейеры с закрепленными колодками представляют собой бесконечную цепь, в звеньях которой с интервалом 400 мм установлены 96 кареток для закрепления державок колодок. Для удобства работы колодки могут поворачиваться под любым углом к вертикали и свободно вращаться вокруг собственной оси. Конвейер движется пульсирующе с остановками колодок на 5—10 с в неподвижном положении для выполнения операций сборки. Около конвейера размещают столы и приспособления для промазки деталей или их кромок клеем, дублирования деталей, склеивания каблука с подошвой и т. д.

Например, при сборке галош сначала на колодку надевают подкладку, сдублированную с текстильным задником, затем на следовую часть колодки накладывают цветную стельку, сдублированную с полустелькой-супинатором, и на нее затягивают подкладку. После освежения подкладки и стельки клеем последовательно накладывают и прикатывают задник, черную стельку, шпору, облицовочную резину (поочередно с правой и левой сторон). Излишки резины обрезают, борт и рубчик прикатывают, освежают срез клеем и накладывают подошву. Прикатку подошв

проводят на автоматической прикаточной машине. Не имеющие дефектов собранные галоши направляют на лакировку.

Более совершенны конвейеры свободного хода, где значительное число операций механизировано, используются манипуляторы, предоставляется большая свобода с операционным временем, один рабочий выполняет несколько операций, что снижает монотонность работы. Использование облицовочных резиновых деталей объемного профиля и совмещенных утолщенных внутренних деталей дает возможность уменьшить число необходимых заготовок (например, с 8 до 5 при изготовлении галош) и снизить трудоемкость производства примерно на 20 %.

5.2.2. Изготовление галош методом штампования

Метод принципиально отличается от клеевого заменой трудоемких сборочных операций на механизированные. Сущность метода состоит в том, что текстильный каркас, надетый на *сердечник*, подвергают облицовке резиновой смесью в *штамп-форме* при кратковременном воздействии больших ударных нагрузок (0,8—1,5 при удельном давлении до 90 МПа). При этом число деталей сокращается до четырех, из них одна текстильная (подкладка), две резинотекстильные (задник и цветная стелька) и заготовка облицовочной резины в виде профилированного шнура диаметром 24—28 мм и длиной 350—500 мм. Достоинства метода по сравнению с клеевым — значительное уменьшение расхода клеев и растворителей (в 3—4 раза), повышение производительности труда на 25—30 %. Но штампованием не удается изготавливать галоши с тонкими резиновыми стенками, поэтому они получаются жестче, массивнее, что приводит к повышенному расходу резиновых смесей и снижает потребительскую ценность изделий. Кроме того, довольно тяжелые условия труда делают процесс мало перспективным.

Штамп-форма состоит из двух *полуматриц* и *пуансона*, смонтированных в штамповочном прессе, и сердечников, установленных на цепном конвейере. Сердечник и полуматрицы изготавливают из стали, а пуансон — из твердого сплава цветных металлов. Размеры элементов штамп-формы рассчитывают так, чтобы при помещении сердечника между сомкнутыми полуматрицами зазор между ними соответствовал толщине формируемой части галоши, а пуансон плотно входил между полуматрицами, не оставляя места для выпрессовки резиновой смеси. Рабочая (нижняя) часть пуансона выполняется в виде зеркального отражения профиля и рисунка подошвы.

Кромки подкладки промазывают клеем, а стельку и задник освещают разбавленным клеем, после чего на сердечнике (вне штамп-пресса) собирают текстильный каркас галоши. В принципе, заготовка может быть склеена или сшита отдельно, а затем

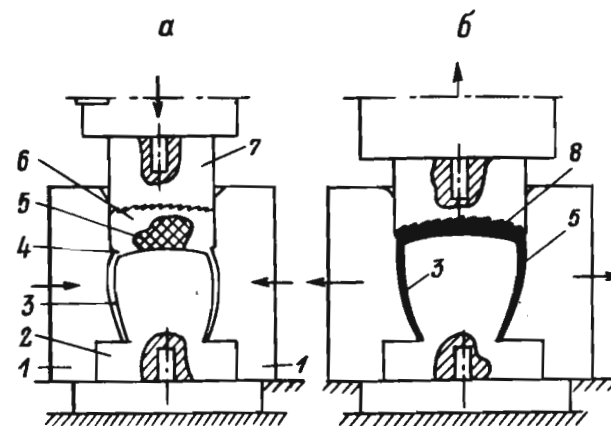


Рис. 125. Схема формирования галош методом штампования: а — опускание плунжера; б — подъем плунжера и размыкание формы; 1 — матрица; 2 — сердечник; 3 — текстильный каркас; 4 — кольцевой зазор; 5 — резиновая смесь (заготовка); 6 — камера; 7 — плунжер-пуансон; 8 — отформованная галоша

надета на сердечник. Параллельно профилируют заготовку резиновой смеси, и шнур с температурой 60—75 °С укладывают поверх стельки на сердечник. В таком виде сердечник перемещают в штамп-пресс, полуматрицы сдвигаются и замыкаются, после чего пуансон опускается, и за счет создаваемого им давления резиновая смесь растекается и заполняет все пространство между сердечником и матрицей (рис. 125). По окончании формирования пуансон поднимается в исходное положение, полуматрицы раздвигаются, и движение конвейера выводит сердечник с готовой галошей из штамп-пресса, а в него подает новую заготовку на сердечнике для штампования. Общая продолжительность цикла штампования 4—5 с, и производительность пресса достигает 370 пар галош в час. Снятые с сердечника галоши передают на отделочный транспортер, где их снова надевают на алюминиевые колодки, удаляют выпрессовки, подвергают разбраковке, и качественные галоши направляют на лакирование.

Высокие напряжения сдвига и скорости течения резиновой смеси в процессе штампования накладывают определенные требования к процессу заполнения формы и свойствам резиновых смесей. Прежде всего заготовку резиновой смеси нужно располагать на сердечнике так, чтобы все ее потоки, особенно в носковой части, были направлены к бордюру. В противном случае становится возможным образование складок в текстильном каркасе, что приводит к браку. Резиновые смеси для штампования должны иметь хорошую текучесть и малую вязкость, так как механическое воздействие длится очень малое время, и нужно, чтобы смесь успела заполнить форму. Кроме того, смеси должны иметь мини-

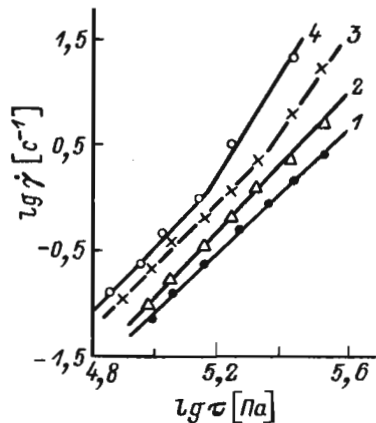


Рис. 126. Кривые течения резиновых смесей на основе:

1 — СКМС-30АРКПН; 2 — СКБ-60; 3 — СКМС-30АРКПН + СКИ-3 (80:20); 4 — то же + 8 ч. НМПЭ (по массе)

мальное эластическое восстановление, чтобы исключить усадку сформованной галоши после удаления сердечника из матрицы.

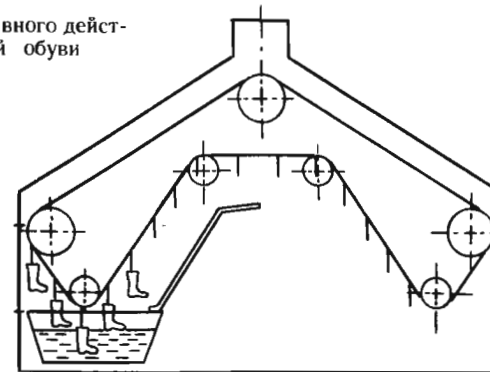
Долгое время для этого процесса использовали смеси на основе бутадиенового каучука СКБ-60, и с прекращением его производства были разработаны смеси с близкими реологическими характеристиками на основе современных каучуков СКМС-30АРКПН (вязкость по Муни 27—37 ед.) + СКД-ЛР или СКИ-3. Пластифицированные низкомолекулярным полиэтиленом или атактическим полипропиленом смеси на основе этих каучуков имеют более высокую текучесть, чем смеси из СКБ-60, в широком интервале скоростей сдвига (рис. 126). Применение таких смесей позволило при хорошем качестве изделий обеспечить высокую производительность штамп-прессов.

5.2.3. Лакирование клееной и штампованной обуви

Для нанесения слоя лака на резиновую обувь могут применяться различные методы: нанесение лака кистью, макание обуви в ванну с лаком, распыление лака с осаждением его на обуви в электрическом поле высокого напряжения.

Нанесение лака кистью или макание обуви в лак вручную в настоящее время сохраняют свое значение только как вспомогательные операции. В основном макание осуществляют механическими методами на полуавтоматических агрегатах или линиях непрерывного действия. Например, карусельный полуавтомат представляет собой 10-позиционный вращающийся каркас с гнездами для закрепления рамок с колодками. Под каркасом смонтирован конусообразный поддон, в который стекает избыток лака с обуви после макания, над каркасом — система вытяжной вентиляции для удаления паров растворителя. В одной из позиций карусели имеется ванна с лаком, и здесь производится макание обуви в лак. Когда колодки с обувью подходят к этой позиции,

Рис. 127. Схема агрегата непрерывного действия для лакирования резиновой обуви



ванна поднимается на несколько секунд и снова опускается вниз. Избыточный лак стекает с обуви обратно в ванну, а после поворота карусели — в поддон. При последовательных поворотах карусели лак на поверхности обуви подсушивается, и в конце маршрута рамки с колодками снимают с гнезд крепления и отправляют на вулканизацию. В ряде случаев процесс лакирования может включать сушку лака как отдельную операцию, проводимую в закрытых аппаратах, что улучшает условия труда в цехе и позволяет более полно рекуперировать растворитель.

Более совершенен агрегат лакирования непрерывного действия, представляющий собой камеру, в которой установлена ванна с лаком и имеется бесконечный пластинчатый конвейер, движущийся со скоростью 3—6 м/мин по довольно сложному пути (рис. 127). Колодки с обувью через загрузочный люк навешивают на конвейер, и при его движении вниз обувь погружается в лак, уровень которого в ванне регулируется автоматически. Под восходящей ветвью конвейера смонтирован наклонный поддон для сбора и возврата в ванну стекающего с обуви избыточного лака. Для предотвращения попадания капель лака на другие изделия колодки навешивают в шахматном порядке. В следующей — сушильной части аппарата поддерживают температуру около 50 °С, и за время прохождения конвейера через эту область (примерно 6 мин) происходит практически полное испарение растворителя. Затем конвейер подходит к разгрузочному люку, где готовую обувь снимают с конвейера и направляют на вулканизацию.

Механизированные методы макания наиболее пригодны для лакирования сапог, сапожек, бот. Так как затекание лака на подкладку недопустимо, при сборке этих изделий оставляют некоторый излишек (припуск) подкладки или передовой резины, которые после вулканизации обрезают. Для галош, не имеющих такого припуска, чаще применяется метод лакирования в электрическом поле; вообще более прогрессивный и универсальный.

Сущность этого метода состоит в том, что колодки с обувью соединяют с положительным, а распылители лака — с отрицательным полюсами источника постоянного тока с напряжением 140 кВ. В результате частицы лака после распыления имеют отрицательный заряд и, перемещаясь в электрическом поле, оседают на положительно заряженной поверхности лакируемой обуви. Толщина лаковой пленки регулируется временем пребывания изделий в зоне электрического поля.

Процесс лакирования проводят в установках непрерывного действия. Колодки с обувью навешиваются на цепной конвейер и поступают в окрасочную камеру, где для большей равномерности лакирования они вращаются. Лак к распылителям подается по трубопроводам и пульверизуется струей очищенного воздуха. По выходе из зоны лакирования избыток лака стекает в поддон и возвращается в цикл, а обувь подсушивается и снимается с конвейера. Окрасочная камера оснащена вытяжной вентиляцией, исключающей образование взрывоопасных концентраций паров растворителя. Для обеспечения безопасности работы установка оснащена системами блокировки и пожаротушения.

5.2.4. Вулканизация обуви

Резиновую обувь, изготовленную методами клейки или штампования, вулканизуют *открытым способом* с использованием различных видов вулканизационного оборудования. Особенностью процесса является необходимость проведения первой его фазы в воздушной среде, чтобы обеспечить полное удаление растворителя и образование достаточно прочной лаковой пленки. Только после этого можно проводить собственно вулканизацию в паровоздушной или паровой среде.

Чаще всего процесс проводят в вулканизационных автоклавах различных размеров, в которые вкатывают по рельсам вагоны, где на полках размещена резиновая обувь на колодках. Для получения качественной обуви необходимо создание в автоклаве как можно более равномерного температурного поля. С этой точки зрения целесообразнее использовать автоклавы проходного типа, что способствует более быстрой перезарядке и меньшему охлаждению внутренней его части. Кроме того, при использовании автоклавов тупикового типа, когда загрузка и выгрузка проводятся с одной стороны, вагоны, закатываемые в них первыми, выгружаются последними, поэтому обувь, находящаяся в разных вагонах, пребывает в автоклаве неодинаковое время; в автоклавах проходного типа эта неравномерность исключается. Большая равномерность температурного поля и интенсификация теплообмена достигаются при обогреве автоклавов через змеевики, смонтированные внутри него близ стенок (более мощные змеевики располагают в боковых частях автоклавов). Этому же способ-

ствует принудительное перемешивание вулканизационной среды, мешает — слишком плотное размещение обуви на полках и вагонов в котле.

После загрузки автоклава и запираания крышки байонетным затвором начинают подачу пара в змеевики и напуск горячего воздуха, увлажненного паром, до давления около 0,2 МПа. Через 10—15 мин при том же давлении автоклав периодически продувают увлажненным воздухом, и еще через 10—15 мин вместо воздуха начинают подавать пар с постепенным повышением давления до 0,3 МПа. Процесс собственно вулканизации длится 20—25 мин при интенсивной продувке автоклава паром. Для лучшей циркуляции теплоносителей и выравнивания температур по высоте автоклава теплоносители подают в нижнюю его часть. По окончании вулканизации подачу пара прекращают и за несколько минут давление в автоклаве снижают до атмосферного, после чего крышку отпирают, автоклав открывают и начинают разгрузку. Общая продолжительность цикла в зависимости от размера автоклава составляет 80—100 мин.

Основным недостатком вулканизации в автоклавах является периодичность процесса, приводящая к значительным потерям теплоты и недостаточно эффективному использованию оборудования и затрудняющая его автоматизацию. Для сокращения продолжительности цикла вулканизации автоклав проходного типа объединяют с камерой предварительного нагрева обуви и камерой охлаждения, работающими по принципу прямого потока. Тележки с обувью сначала через входную дверь загружают в камеру нагрева, обогреваемую током горячего воздуха, где происходит удаление паров растворителя и отверждение лаковой пленки. Затем через выходную дверь камеры тележки выгружают и закатывают в автоклав, где в среде пара происходит вулканизация при давлении около 0,3 МПа. Из автоклава тележки с обувью перекатывают в камеру охлаждения, продуваемую холодным воздухом; при этом в систему вентиляции отсасываются различные газообразные продукты, выделяемые из горячей обуви при снижении давления до атмосферного (обездымливание обуви). Процессы протекают одновременно во всех трех аппаратах, и освободившиеся после разгрузки тележки возвращают к началу цикла.

Непрерывные процессы вулканизации обуви могут быть реализованы в аппаратах *туннельного* или *роторного* типа. Первые представляют собой ряд обогреваемых камер, соединенных в общую проходную систему, через которую протягиваются конвейером тележки с обувью. Камеры разделены шлюзами или затворами, что позволяет создавать в каждой из них свой температурный режим и среду.

В ротационной вулканизационной установке процесс проводится по полунепрерывной схеме в отдельных вертикальных авто-

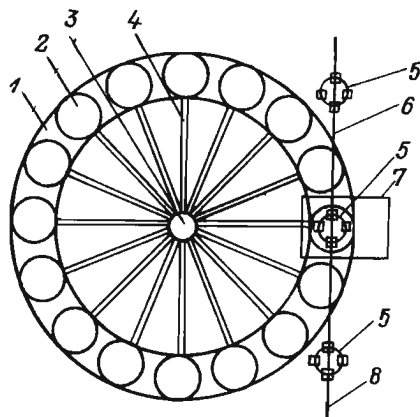


Рис. 128. Схема роторной вулканизационной установки:
1 — ротор; 2 — автоклавы; 3 — паровоздухораспределитель; 4 — трубопроводы; 5 — контейнеры с обувью; 6, 8 — разгрузочная и загрузочная ветви монорельса; 7 — перезарядчик

клавах (16 штук), смонтированных по периферии ротора (рис. 128). В центре установки имеется паровоздухораспределитель, связанный трубопроводами со всеми автоклавами. Контейнер для обуви представляет собой трубу со сменными дисками, на которых закрепляются колodки с обувью. Контейнер подвешен к тележке, движущейся по монорельсу с помощью толкающего конвейера. Монорельс проходит через перезарядчик, и точно над автоклавами в позиции перегрузки монорельс имеет разрыв, соответствующий диаметру крышки автоклава.

По окончании цикла вулканизации и снижения давления до атмосферного автоклав устанавливается в позицию перегрузки, перезарядчик открывает байонетный затвор и перемещает крышку автоклава в крайнее верхнее положение. При этом отрезок монорельса, приваренный к нижней стороне крышки, заполняет разрыв в монорельсовом пути. Контейнер с вулканизованной обувью перемещается толкателем конвейера на разгрузочную ветвь, а на его месте фиксируется контейнер с невулканизованной обувью. При движении крышки вниз контейнер попадает в автоклав, крышка запирается байонетным затвором и ротор поворачивается на $1/16$ полного оборота. Начинается подача в перезаряженный автоклав теплоносителей из паровоздухораспределителя по заданной программе, а в позицию перегрузки попадает очередной автоклав, в котором цикл вулканизации завершился. При емкости контейнера 48 пар обуви производительность вулканизатора составляет 1800 пар за смену. При установке такого аппарата в потоке со сборочным конвейером и устройством для лакирования появляется возможность создания поточно-механизированной линии по производству клееной резиновой обуви.

5.2.5. Изготовление обуви методом формования

Этим методом производят резиновые галоши, сапоги общего и технического назначения, сапожки (в том числе детские цвет-

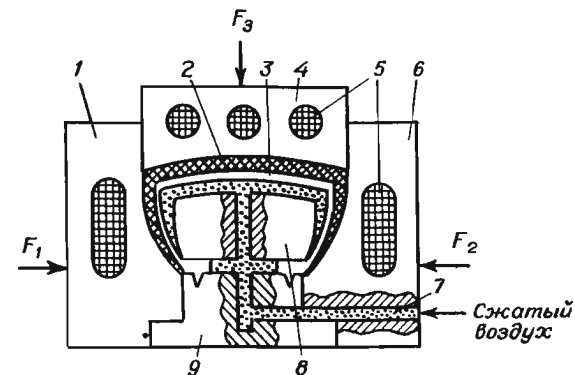


Рис. 129. Устройство для пневмоформования обуви:
1, 6 — матрицы; 2 — изделие; 3 — камера; 4 — пуансон; 5 — нагреватели; 7 — канал для подачи сжатого воздуха; 8 — сердечник; 9 — каретка; F_1 , F_2 — внешние усилия замыкания формы, F_3 — внешнее усилие пуансона

ные), спортивную обувь и др. Сборку обуви проводят на *сердечниках*, которые затем подают в смыкаемые и обогреваемые *пресс-формы*, где протекают процессы формования и вулканизации. По сравнению с клеевой метод характеризуется значительно меньшими трудозатратами, меньшим числом применяемых деталей, исключением из процесса клеев и растворителей, большей прочностью связи между деталями, что обеспечивает более высокую износостойкость обуви. В то же время при формовании на сердечниках скорости деформирования резиновой смеси невелики, поэтому могут быть получены изделия с тонкими стенками, что выгодно отличает формовую обувь от штампованной.

При использовании *жестких* металлических сердечников изделие формируется только за счет давления, создаваемого при смыкании пресс-формы, которое может достигать 20 МПа. Это вызывает довольно интенсивное течение резиновой смеси, и во избежание образования складок на текстильной подкладке ее предварительно нужно прорезинивать и подвулканизовывать. При таком методе формования неизбежно образование большого количества выпрессовок (до 20 %) и, не меняя конструкции пресс-формы, невозможно изменить толщину стенки изделия. В силу этих недостатков метод формования на жестких сердечниках не получил широкого распространения.

Значительно чаще формование осуществляют на сердечниках с эластичными камерами, и оформление изделия происходит за счет давления воздуха, подаваемого в эту камеру после смыкания пресс-формы (рис. 129). При этом удельное давление формования почти одинаково в различных точках, и течения резиновой смеси практически не наблюдается. Возможность применения в таких условиях необрезиненных трикотажных подкладок делает

обувь эластичнее и повышает прочность связи резины с тканью. Важное достоинство метода — существенное уменьшение потерь резины в виде выпрессовок (не более 1 %).

В первоначальном варианте метод был предложен для изготовления галош с разделением операций формования и вулканизации (метод *опрессовки внутренним давлением*). При сборке на эластичную камеру сердечника натягивают подкладку с задником, укладывают стельку, надевают резиновую деталь верха и накладывают подошву. После разогрева заготовки и смыкания пресс-формы (при движении пуансона и матриц) в полость эластичной камеры подают воздух с давлением около 2 МПа. Сформованные галоши снимают с сердечников и передают на конвейер, где их надевают на колодки и направляют на лакирование и последующую вулканизацию.

Разновидностью метода является так называемое комбинированное изготовление галош, когда наряду с формованием и опрессовкой внутренним давлением осуществляют подвулканизацию изделий, что придает им высокую формоустойчивость после снятия с сердечника. Поэтому отпадает необходимость надевания галош на колодки, а применяют специальные «державки», на которых проводят лакирование и последующую довулканизацию.

Процессы, в которых формование обуви на сердечнике с эластичной камерой совмещены с вулканизацией, называют *пневмоформованием*, и этот метод в настоящее время стал одним из важнейших в производстве резиновых сапог, сапожек и т. п. обуви. Например, при производстве сапог общего назначения для сборки используют трикотажную подкладку-чулок и резиновые детали: передок, голенище, подошву и каблук. Применяемые резиновые смеси должны обладать хорошей клейкостью, высокой текучестью, минимальной усадкой; чаще всего смеси готовят на основе каучука СКС-30АРКП или его комбинации с СКИ-3, для подошв — на основе СКМС-30АРКМ-15 с добавкой регенерата.

Эластичная камера с толщиной стенок 7—9 мм крепится на держателе, устанавливаемом на каретке пресса, и через них проходит канал для подачи сжатого воздуха в камеру. Для более интенсивной опрессовки подошвы (толщиной 8—10 мм) и каблука (20—25 мм) предусмотрено давление на них со стороны пуансона, и для придания сердечнику необходимой жесткости внутри камеры монтируют конструкцию, называемую «косточкой» (рис. 130).

Так как давление воздуха на заготовку резиновой обуви передается через эластичную камеру, ее форма, размеры и толщина стенок оказывают большое влияние на качество изготавливаемой обуви. Форма и размеры камеры должны быть так согласованы с конфигурацией внутренней полости сомкнутой пресс-формы, чтобы между ними оставались зазоры от 5—8 мм в области голенища до 10—12 мм в области подошвы и задника. Такие зазоры обеспечивают необходимое давление формования при минималь-

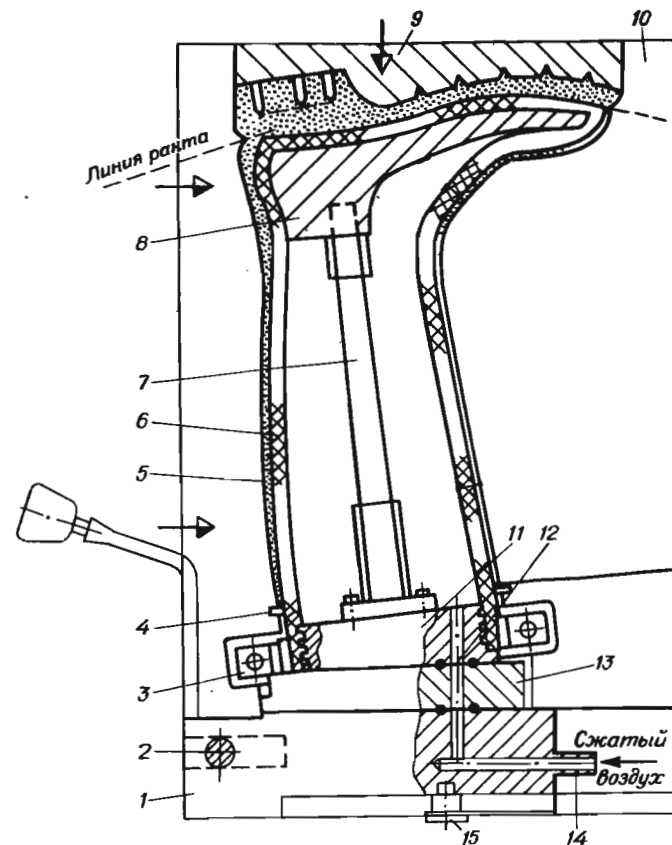


Рис. 130. Пресс-форма для пневмоформования сапог:

1 — каретка; 2 — фиксатор каретки в форме; 3 — хомут; 4 — ограничитель; 5 — изделие; 6 — эластичная камера; 7 — шток; 8 — жесткий след («косточка»); 9 — пуансон; 10 — матрица; 11 — держатель эластичной камеры; 12 — канал для подачи сжатого воздуха; 13 — подставка; 14 — штуцер; 15 — фиксатор положения сердечника в прессе; стрелками показано расположение термопар

ном течении резиновой смеси. В то же время неодинаковые размеры зазоров и сложная конфигурация камеры делают неизбежными различия в деформациях отдельных ее участков в процессе формования и как следствие — различия в удельном давлении на заготовку. Как правило, давление в носочной и особенно в пяточной части изделия оказывается на 10—20 % ниже, чем давление воздуха в камере.

Собранную на сердечнике заготовку помещают в пресс, где после смыкания полуматриц осуществляется формование путем опускания пуансона и подачи сжатого воздуха в эластичную камеру. Температуру формы регулируют автоматически в трех

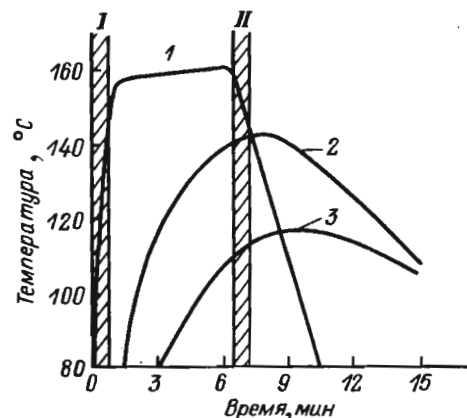


Рис. 131. Кинетика изменения температуры в различных частях резинового сапога в процессе вулканизации:

1 — голенище; 2 — подошва; 3 — каблук; заштрихованы периоды закрывания (I) и открывания (II) пресса

точках — в нижней и верхней частях матрицы и в пуансоне (с точностью $\pm 2^\circ\text{C}$). Вследствие различной толщины вулканизуемой обуви температурное поле в отдельных ее частях оказывается неоднородным (рис. 131), поэтому в области подошвы и каблука вулканизация продолжается и после окончания прессования. В этой связи к резиновым смесям, применяемым для этих деталей обуви, предъявляются дополнительные требования по скорости вулканизации и отсутствию порообразования при вулканизации без давления.

Одним из путей интенсификации процесса является использование предварительно сформованных и подвулканизованных подошв. Для этого пуансон делают двухсторонним, причем одна сторона по рисунку является зеркальным отражением другой. В ходе цикла пневмоформования на верхней стороне пуансона формируют и подвулканизовывают подошву. Перед началом следующего цикла пуансон вместе с подошвой переворачивается, и его опускание приформовывает эту подошву к сапогу, и здесь происходит её довулканизация. Продолжительность операции пневмоформования при такой технологии сокращается на 30 %, но необходима корректировка рецептуры для сохранения достаточно высокой прочности связи подошвы с голенищем.

В современных производствах используют поточно-механизированные линии, состоящие из участков для формования и закроя голенищ и передков, выпуска подошв и каблуков, пошива трикотажного чулка-подкладки, питательно-отборочного конвейера и участка пневмоформования (20—40 прессов). На операциях отбора закрыенных резиновых деталей в потоке с каландра, отбора подошв и вырубленных на прессе каблуков целесообразно применение промышленных роботов. Автоматические манипуляторы могут быть использованы и для перемещения сердечников на операциях пневмоформования. Применение роботов позволяет не только избавить рабочих от выполнения монотонных и трудоемких операций, но и увеличить степень использования основного

оборудования (прессов), за счет чего производительность труда возрастает на 15 %. В СССР разработаны различные варианты робототехнологических комплексов, при использовании которых все операции, кроме сборки заготовки на сердечнике и контроля готовой обуви, осуществляются в автоматическом цикле.

Технико-экономические показатели производства существенно зависят от долговечности эластичных камер, которые подобно диафрагмам форматоров-вулканизаторов в производстве покрышек пневматических шин эксплуатируются в довольно жестких условиях (температура 150—160 °С, многократное деформирование). На ходимость эластичных камер влияют их конструкция и способ крепления к держателю, свойства резины и качество изготовления. Камеры выходят из строя либо вследствие разрушения, либо из-за изнашивания, т. е. изменения размеров в результате накопления остаточных деформаций. С точки зрения теплостойкости целесообразно применение резин смоляной вулканизации на основе бутилкаучука, которые обладают вдвое большим коэффициентом теплового старения по прочности, чем резины серной вулканизации на основе БК или БСК. Однако использование таких резин сильно затрудняет съем готовых сапог с сердечников вследствие высокого коэффициента трения. Поэтому основным материалом для изготовления эластичных камер является бутадиенстирольный каучук, вулканизуемый для повышения теплостойкости бессерной системой на основе тетраметилтиурамдисульфида. Для уменьшения изнашивания применяют различные волокнистые наполнители, в том числе рубленый стеклокорд.

При изготовлении сапог и другой обуви технического назначения в зависимости от предъявляемых к ней специальных требований применяют нетиповые резиновые смеси, вводят дополнительные детали обуви, видоизменяют конструкцию и т. д. Например, обувь с повышенной маслостойкостью выпускают на основе бутадиеннитрильных каучуков, для повышения морозостойкости в каучуковой основе резиновой смеси применяют до 30 % каучука СКД и т. д. Обувь может быть утеплена меховой стелькой и чулком из пеноматериала или искусственного меха, защищена полимерно-текстильной стелькой от проколов или специальными жесткими вставками от ударов и т. п. Рыбачьи сапоги имеют защитную надставку, которую либо изготавливают отдельно, а потом привулканизовывают к голенищу готового сапога, либо формование манжеты и ее привулканизацию к сапогу проводят одновременно на сердечнике с эластичной камерой.

5.3. ИЗГОТОВЛЕНИЕ ОБУВИ МЕТОДАМИ ЛИТЬЯ

В зависимости от природы применяемых полимеров и протекающих при их переработке процессов можно выделить несколько разновидностей метода. При использовании требующих вулка-

низации *резиновых смесей* процесс изготовления обуви, в принципе, ничем не отличается от получения формовых резиновых изделий методом литья под давлением. *Термопласты* (чаще всего ПВХ) и *термоэластопласты* вулканизации не требуют, формуются в вязкотекучем состоянии при высоких температурах, и их отверждение связано только с охлаждением и переходом в высокоэластическое состояние. При применении *терморектопластов* (например, уретановых) исходная композиция чаще всего является олигомерной и поэтому сравнительно маловязкой, и после литья происходит ее отверждение за счет реакций удлинения и сшивания цепей. Одновременно может происходить вспенивание материала, приводящее к уменьшению плотности, и микрочастицы полиуретаны в последние годы получили широкое применение.

Имея много общего, процессы литья резиновых смесей, термопластов и реактопластов существенно различаются по конструкциям применяемых машин, параметрам технологического процесса, последовательности выполняемых операций. В ряде случаев, например при изготовлении многослойных подошв, могут использоваться материалы разной природы. Литьевые методы изготовления обуви относятся к наиболее механизированным и автоматизированным, характеризуются высокой производительностью труда (в 5 раз более высокой, чем клейка на механизированных конвейерах) и по этим причинам являются самыми прогрессивными и быстро развивающимися. В настоящее время методами литья изготавливают около 50 % всей обуви из полимерных материалов, а к 1995 г. доля этих процессов превысит 70 %. Однако, в связи со сложностью конструкции и высокой стоимостью прессформовой оснастки, частое обновление ассортимента обуви, выпускаемой методами литья, экономически нецелесообразно.

Качество получаемой обуви во многом зависит от конструкции и тщательности изготовления *литьевых форм*. В настоящее время формы выполняют не из стали, а из дюралюминия, что позволяет уменьшить массу агрегата и за счет более высокой теплопроводности этого материала снизить энергоемкость процесса. Положение жесткого сердечника формы должно обеспечивать удобство съема изделия и надевания чулка при перезарядке. Внешняя сторона изделий оформляется смыкаемой формой, состоящей из двух полуматриц и пуансона, формирующего подошву. При выпуске двух- или трехслойных изделий конструкция прессформы усложняется. Считается перспективным использовать многоместные литьевые формы, в частности спаренные, когда в одной форме изготавливают сразу пару обуви и производительность агрегата соответственно увеличивается примерно вдвое.

При изготовлении многослойных подошв применяют многопозиционные агрегаты, при этом состав композиций и порядок формования отдельных элементов могут быть различными. Часто в качестве одного из материалов применяют вспенивающийся

с плотностью в конечном состоянии 700—800 кг/м³. Литье осуществляют либо методом последовательного формования, либо методом переноса. В последнем случае формируют непосредственно на заготовку первый (внутренний) слой, а отдельно — внешний слой подошвы. Затем отливка внешнего слоя перемещается к заготовке так, что между ней и внутренним слоем остается зазор, в который впрыскивают промежуточный слой (возможно, вспенивающийся).

5.3.1. Литье обуви из резиновых смесей

Резиновые смеси должны отвечать всем требованиям, связанным с характером процесса переработки, и прежде всего иметь хорошие литьевые свойства, низкую склонность к подвулканизации и высокую скорость вулканизации. Такого сочетания свойств достигают рецептурными факторами, не упуская из виду требуемых физико-механических показателей вулканизатов. Характерно, что резины, переработанные методом литья под давлением, имеют более высокие значения прочности, чем получаемые прессованием, но уступают им по твердости и модулю (рис. 132).

Необходимость постоянства технологических свойств резиновых смесей делает обязательным входной контроль применяемых материалов, особенно жесткие требования предъявляются к вязкости исходных каучуков. Каждую заправку резиновой смеси допускают к дальнейшей переработке только после определения ее вязкости, времени и скорости подвулканизации при соответствии этих величин заданным значениям.

Литье под давлением различных видов обуви как резинотекстильного изделия сталкивается с некоторыми трудностями. При температурах переработки резиновые смеси находятся в вязкотекучем состоянии, но вследствие высокой молекулярной массы

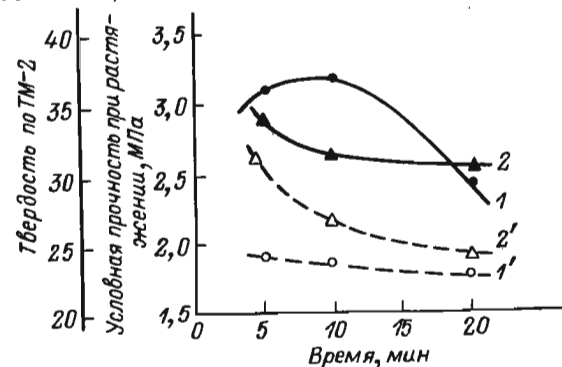


Рис. 132. Кинетика изменений прочности (1, 1') и твердости (2, 2') резин на основе СКИ-3С при 180 °С, переработанных методами литья под давлением (—) или прессования (---)

каучуков вязкость смеси довольно значительна. Кроме того, при течении пластическим деформациям всегда сопутствуют высокоэластические, развивающиеся релаксационно. Поэтому для литья надо использовать довольно высокие давления, а наличие текстильной подкладки дополнительно осложняет процесс течения. По этим причинам изготовление высокой резиновой обуви методом литья под давлением не получило широкого распространения, и метод используют главным образом для прилива подошвы* и выпуска бесподкладочной обуви.

Чаще всего применяют литьевые машины карусельного типа с одним или двумя (для получения двухслойных подошв) узлами инъекции. В современных аппаратах впрыск резиновой смеси в форму осуществляют при опущенном пуансоне. Узел инъекции выполняет только функцию разогрева и дозирования резиновой смеси, а ее растекание в форме обусловлено давлением, создаваемым при движении пуансона вверх. При такой технологии заполнения форм уменьшается вероятность деформирования или разрушения текстильного каркаса обуви.

При изготовлении одноцветных изделий их вулканизация должна завершиться за время прохождения формы от позиции литья до позиции разгрузки. Наличие текстильных деталей не позволяет поднять температуру вулканизации выше 165—175 °С, и в этих условиях вулканизация длится 3—3,5 мин. Для двухцветных изделий впрыск второй дозы резиновой смеси можно осуществлять только после достаточной подвулканизации первой дозы. Поэтому для вулканизации второй смеси времени остается существенно меньше (если сохранить ту же производительность агрегата), и это нужно учитывать при разработке рецептур.

5.3.2. Литье обуви из термопластов и термоэластопластов

В отечественной и мировой практике для изготовления обуви методом литья используют пластифицированные композиции на основе поливинилхлорида (ПВХ). Благодаря легкой окрашиваемости композиций удается выпускать обувь различных расцветок, причем в двух- и трехцветных вариантах. Исключительная монолитность изделий, высокая стойкость к светоозонному старению, привлекательный внешний вид сделали обувь из ПВХ весьма популярной.

Товарной формой сырья для такой переработки являются *гранулы*, и обычно процесс начинается с разогрева гранул в специальном устройстве, после чего они подаются питателем в инжектор литьевой машины. Здесь происходит плавление и пластика-

* Этот процесс формования подошвы может быть скомбинирован с любым методом изготовления эластичного верха, в том числе метод нашел широкое применение в производстве обычных видов обуви (в легкой промышленности).

ция полимерной композиции, и расплав под высоким давлением впрыскивается в форму, где при охлаждении отверждается. Таким образом, производительность оборудования и качество изделий определяются литьевыми свойствами расплава и физико-механическими показателями полимера в условиях эксплуатации, а также технологическими параметрами процесса (температура, давление, продолжительность стадий и т. д.).

Необходимые свойства композиции ПВХ для изготовления обуви методом литья приведены ниже:

	Верх	Подошва
оказатель текучести расплава (170 °С, 5 Н), г/10 мин	20—60	3—30
Условная прочность при растяжении, Па, не менее	6,4	7,8
относительное удлинение, %, не менее	350	250
ердость по ТМ-2, не более	60	70

Учитывая высокие температуры переработки (до 180 °С), целесообразно использовать ПВХ, получаемый суспензионной полимеризацией, как наиболее термостабильный. Молекулярная масса полимера должна лежать в определенных границах, так как при низких ее значениях не достигаются нужные физико-механические свойства конечного материала, а слишком высокомолекулярные полимеры имеют плохие литьевые характеристики. Улучшенные литьевые свойства имеют композиции на основе сополимера винилхлорида с винилацетатом (ВА-5), что позволяет уменьшить толщину стенок изделий и тем самым сделать обувь легче и эластичнее. Для повышения термостабильности композиций вводят стеараты бария и кадмия в сочетании с различными эпокси соединениями.

Снижение вязкости расплава и повышение эластичности изделий достигается введением пластификаторов, из которых наиболее распространен диоктилфталат (ДОФ), хорошо совмещающийся с ПВХ, обладающий низкой летучестью и достаточно до-

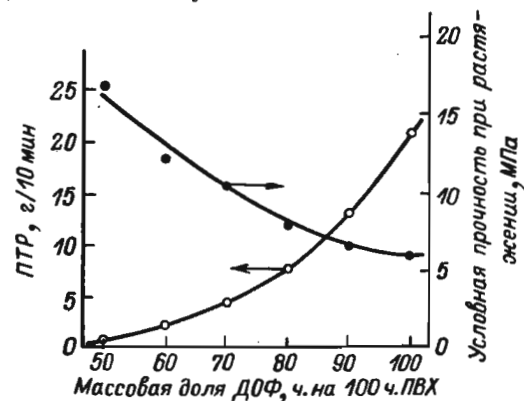


Рис. 133. Влияние пластификации ПВХ на показатель текучести расплава (ПТР) и прочность материала

ступный. На рис. 133 показано влияние дозировки ДОФ на свойства композиции на основе ПВХ марки С-65 (для верха обуви). С увеличением дозировки пластификатора улучшается текучесть расплава, повышается деформируемость материала (относительные удлинения достигают 400—450 %), но уменьшаются прочность при растяжении, сопротивление раздиру, твердость. По совокупности свойств оптимальной дозировкой ДОФ является 90—100 ч. на 100 ч. (по массе) ПВХ.

Замена части ДОФ на эфиры алифатических кислот — диоктилсебацат (ДОС) или диоктиладипинат (ДОА) — практически не меняет прочностные характеристики материала, но на 5—7 °С снижает температуру хрупкости. Применение таких более морозостойких композиций позволяет расширить географию использования обуви, получаемой этим прогрессивным методом. В качестве пластификаторов ПВХ удобны различные каучуки, прежде всего полярные, такие как бутадиенитрильные, хлорпреновые, уретановые и т. п. Так как эластомеры имеют лучшую адгезию к текстильным материалам, чем ПВХ, их использование в составе композиций благоприятно для повышения прочности обуви. В ряде случаев улучшается морозостойкость изделий.

Для получения разноокрашенных изделий перспективен путь использования концентратов красителей также в виде гранул. Имея одну типовую неокрашенную композицию и вводя гранулы красителя через специальный дозатор непосредственно в загрузочную воронку литьевого пресса, можно в минимальные сроки переходить с выпуска изделий одного цвета на другой.

Агрегаты и робототехнологические комплексы для выпуска сапог, сапожек, сандалий, галош выпускают ведущими фирмами «Десма» (Германия), «Унион», «Оттогалли» (Италия), «Свит» (ЧСФР) и др. Агрегат состоит из периодически поворачивающегося вокруг вертикальной оси горизонтального ротора с закрепленными на нем формодержателями (6, 8, 10, 12 или 14), одной или нескольких литьевых машин, прессов для смыкания полуматриц и прессов для движения пуансона, гидравлической станции, установки для охлаждения хладагента, подаваемого в формы, и других узлов и механизмов. При полуавтоматическом цикле работы вручную выполняются операции надевания подкладки на сердечник и снятия готовых изделий. Производительность агрегатов при этом составляет до 100—160 пар в час.

Манипуляторы и промышленные роботы, входящие в состав робототехнологических комплексов, в основном предназначены для выполнения операций выемки литников, съема готовой обуви. Однако их целесообразно использовать и для замены одних литьевых форм другими, облегчения ручных операций переналадки и т. д. Сочетание робототехники с современными системами питания, АСУТП, микропроцессорными системами диагностики союзяния отдельных узлов агрегата создает возможности реали-

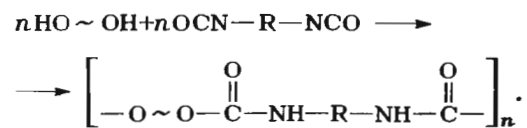
зации практически полностью автоматизированных процессов, работающих круглосуточно при минимальном числе обслуживающих рабочих.

В производстве обуви из термоэластопластов наиболее распространены бутадиенитрильные и бутадиен- α -метилстирольные блоксополимеры. При этом последние предпочтительнее, так как позволяют получать композиции с более высокими физико-механическими показателями (в том числе по прочности связи с текстильной основой) и обладают большей температуростойкостью. Химическое строение ТЭП (чередование гибких и жестких блоков в макромолекулах) и небольшая (по сравнению с каучуками) молекулярная масса приводят к тому, что реологические свойства ТЭП оказываются лучше, чем у резиновых смесей, но хуже, чем у композиций из ПВХ. Рациональный подбор наполнителей и пластификаторов в составе композиций из ТЭП приближает их литьевые свойства к таковым из ПВХ, что делает возможной переработку и тех, и других на одинаковых многопозиционных литьевых автоматах.

5.3.3. Литье обуви из терморектопластов (микроячеистых полиуретанов)

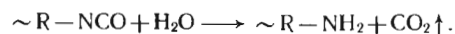
Полиуретаны представляют большой интерес для производства обуви (главным образом, подошв) благодаря возможности переработки методами литья, легкости регулирования структуры и плотности вспененного материала и чрезвычайно высокой износостойкости получаемых изделий. Основными реагентами для получения микроячеистых полиуретанов (МПУ) являются: сложные олигоэфиры П-6 (олигоадипинат этиленгликоля) и П-6БА (олигоадипинат смеси этиленгликоля и 1,4-бутандиола), 1,4-бутандиол, вода и диизоцианат (чаще всего 4,4'-дифенилметандиизоцианат). В этой сложной по составу реакционной смеси одновременно протекает ряд реакций, приводящих к различным результатам.

Основная реакция олигоэфира и 1,4-бутандиола с диизоцианатом ведет к образованию высокомолекулярного линейного полиуретана:

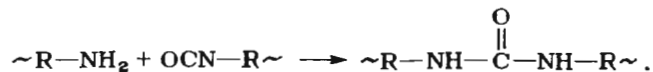


Изменением молекулярной массы олигоэфира и количества вводимого низкомолекулярного диола можно в широких пределах варьировать концентрацию полярных уретановых групп в полимере и тем самым регулировать гибкость его цепей.

Реакция диизоцианата с водой сопровождается выделением CO_2 , который вначале растворяется в реакционной массе, а после ее насыщения выделяется в виде пузырьков, вспенивая композицию:



Образовавшаяся концевая аминогруппа реагирует с изоцианатной, также удлиняя цепь и внося в нее мочевиные группы:



Наконец, взаимодействие изоцианатных групп с уретановыми и мочевиными звеньями линейных макромолекул ведет к образованию полиуретана сетчатой структуры.

Для достижения необходимой структуры пенополиуретана требуется определенное соотношение скоростей реакций роста молекулярной массы, структурирования полимера и газообразования. Такое выравнивание скоростей достигается правильным подбором катализаторов (чаще всего третичных аминов или оловоорганических соединений), а для стабилизации образующейся пены применяют различные поверхностно-активные вещества.

Низкомолекулярный диизоцианат имеет значительно меньшую вязкость, чем сложный олигоэфир, что затрудняет быстрое и качественное смешение компонентов системы. Поэтому применяют так называемую псевдофорполимерную технологию, позволяющую сблизить вязкости смешиваемых компонентов. Изоцианатсодержащий компонент А получают при взаимодействии олигоэфира П-6 с большим избытком диизоцианата. При этом частично протекает реакция удлинения цепей (до исчерпания НО-групп), и продукт (псевдофорполимер), состоящий из уретанового олигомера с концевыми OCN -группами и свободного диизоцианата, имеет динамическую вязкость при 60°C 1,5—2,0 Па·с.

Компонент Б, который можно назвать гидроксилсодержащим отвердителем, получают смешением олигоэфира П-6БА, 1,4-бутандиола, воды, катализаторов, пеностабилизаторов и красителей. Вязкость компонента Б при 60°C составляет 0,9—1,5 Па·с. При раздельном хранении без доступа влаги воздуха оба компонента достаточно стабильны, но при их смешении сразу начинаются реакции, и смесь нужно быстро переработать в изделие.

Вспенивание смеси начинается через некоторое время (называемое временем «старта») после смешения компонентов, что связано с растворением выделяющегося CO_2 в реакционной массе первых этапах реакции. Вязкость смеси возрастает очень быстро, и через несколько минут происходит отверждение материала. Такие особенности химических превращений обуславливают необходимость непрерывного и тщательного смешения ком-

понентов А и Б и заливки смеси в формы за время, не превышающее время «старта».

В литьевых агрегатах для изготовления обуви из микроячеистых полиуретанов основной аппарат — высокоэффективный смеситель непрерывного действия. В небольшой камере смесителя имеется быстро вращающийся ротор (до 20 тыс. об/мин), обеспечивающий хорошее смешение компонентов за 2—6 с и продвижение смеси через камеру к выходному каналу. Важными элементами агрегата являются точные насосы-дозаторы, непрерывно и одновременно подающие оба компонента в строго заданном соотношении (точность дозировки должна находиться в пределах $\pm 1\%$).

Заготовку верха обуви собирают на пошивочном конвейере и надевают на сердечник, помещаемый в разъемную форму. Во избежание прилипания полиуретана к стенкам формы их смазывают специальными смазками, от эффективности которых зависит устойчивость работы агрегата и качество получаемых изделий. Формы закреплены на вращающемся роторе (16, 18, 24 или 32 штуки) и при подходе к смесителю заполняются реакционной массой. Общий цикл формования от момента впрыска до снятия готового изделия длится около 5 мин.

Поскольку процессы литья и отверждения полиуретана не связаны с использованием высоких давлений, появляется возможность применять формы из полимерных материалов, в частности из монолитного полиуретана, что особенно перспективно для производства обуви малыми сериями.

Аналогично отливают подошвы из монолитного полиуретана, при этом, естественно, нужно предотвратить образование CO_2 ; для этого обязательно из рецептуры исключают воду и продукты перед взаимодействием тщательно осушают. Возможны отливки двухслойных подошв с практически монолитной протекторной частью и облегченной — внутренней. Современные установки для литья реактопластов управляются микропроцессором, поддерживающим оптимальные технологические параметры процесса.

5.3.4. Производство обуви из пластизолей поливинилхлорида

Изготовление обуви из пластизолей ПВХ получило определенное распространение благодаря простоте оформления технологического процесса, его высокой эффективности и производительности.

*Пластизоле*м называют жидкую дисперсию ПВХ в пластификаторе. Для длительного сохранения текучести композиции необходимо, чтобы в условиях хранения набухание полимера было минимальным. При повышенных температурах процесс диффузии пластификатора в частицы ПВХ значительно ускоряется, набу-

хание частиц приводит к их слипанию и исчезновению жидкой фазы пластификатора. Процесс желатинизации пластизоля при нагревании можно условно разделить на четыре стадии:

1) начальное уменьшение вязкости композиции при 20—40 °С в результате снижения вязкости дисперсионной смеси (пластификатора);

2) «схватывание», или «преджелатинизация», пластизоля при 40—90 °С, связанная с необратимой абсорбцией пластификатора частицами ПВХ и сопровождающаяся резким повышением вязкости;

3) собственно желатинизация при 90—160 °С, когда в результате двухсторонней диффузии состав композиции усредняется, а вязкость еще несколько возрастает;

4) «сплавление» при 160—230 °С, заканчивающееся образованием однофазной гомогенной массы пластифицированного поливинилхлорида.

Полученный таким образом материал по свойствам ничем не отличается от ПВХ, пластифицированного обычным способом и переработанного методом литья под давлением. Но низкая вязкость и хорошая текучесть исходной дисперсии позволяют значительно упростить процесс формования обуви.

Пластизоль должен иметь низкую исходную вязкость, незначительно меняющуюся при хранении, и с этой точки зрения предпочтительнее применять ПВХ микросуспензионной полимеризации с размером частиц 2—8 мкм. Пластификаторы в данном процессе выполняют двойственную функцию: являются дисперсионной средой и носителем полимера на стадии формования и пластифицируют ПВХ в готовом изделии, определяя его физико-механические свойства. Наиболее распространены эфиры фталевой и фосфорной кислот, хорошо совместимые с ПВХ: дибутилфталат, бутилбензилфталат, диоктилфталат и другие, — однако они не позволяют получить пластизоль с достаточно низкой вязкостью. Такие пластификаторы, как диизодецилфталат, диоктиладипинат, обеспечивают низкую и стабильную вязкость пластизолов, но ограниченно совмещаются с ПВХ и могут мигрировать на поверхность изделий. Поэтому в большинстве случаев используют смеси пластификаторов обеих групп, массовая доля которых обычно составляет до 100 ч. на 100 ч. поливинилхлорида.

Для каблучной части обуви требуются материалы с повышенной твердостью, поэтому в состав пластизоля добавляют полимеризационноспособные пластификаторы (диаллилфталат, олигоэфиракрилаты и т. п.) и инициаторы полимеризации пероксидного типа. При высоких температурах происходит образование полимера сетчатого строения, повышающего физико-механические показатели материала.

Диспергирование порошкообразного ПВХ в пластификаторах проводят с использованием различного смесительного оборудова-

ния с быстроходными или тихоходными мешалками. Свежеприготовленный пластизоль содержит довольно значительные количества воздуха, поэтому для исключения возможности образования пузырей в готовых изделиях необходимой операцией является деаэрация пластизоля. Обычно процесс деаэрации совмещают со смешением, так как сдвиговые усилия способствуют удалению воздуха из пластизоля. Достаточно быстрая деаэрация происходит при остаточном давлении в смесителе порядка 20 кПа.

Формование оболочки обуви происходит на конвейере. Применяют формы в виде полый никелевой оболочки толщиной 0,64—0,76 мм, изготавливаемой методом гальванопластики*. Формы, залитые дозированным количеством пластизоля, поступают в печи, где за счет теплопередачи на внутренней стенке формируется слой требуемой толщины (*преджелатинизация*). После выхода из печи формы переворачивают и избыток пластизоля сливают в емкость, откуда он подается на смешение со свежим пластизолом и повторно используется в процессе. Формы далее поступают во вторую печь, где поддерживается более высокая температура и за счет этого происходит желатинирование отложившегося ранее слоя. Если каблучки изготавливают из другой композиции, то на этой стадии процесса заполняют полость каблучка и формы подают в печь с еще более высокой температурой. Здесь желатинируется пластизоль каблучка и происходит процесс сплавления обоих материалов. Охлажденную в специальной камере оболочку извлекают из формы и передают на отделочный конвейер.

Заранее шитую подкладку натягивают на колодку, после чего надевают промазанную клеем оболочку и обжимают изделие для приклеивания. Для моделей, в которых предусмотрены застежки-молнии или другая фурнитура, их вваривают в оболочку на высокочастотных сварочных машинах. Обувь лакируют специальным бесцветным лаком, после чего разбраковывают и упаковывают.

Литьевой конвейер завода «Металлист» имеет в работе 84 формы, и его максимальная производительность составляет 106 пар обуви в час.

РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫЙ БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

К части I

- Агаянц Л. А. и др. Модифицирование резин с целью повышения прочности крепления к металлам/Л. А. Агаянц, Д. А. Лындин, В. Л. Малоенко, А. Г. Шварц. М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1982. 80 с.
- Андрашиков Б. И. Интенсификация процессов приготовления и переработки резиновых смесей. М.: Химия, 1986. 224 с.

* Модель обуви, выполненная из полимерного материала и покрытая тонким токопроводящим слоем, служит катодом в гальванической ванне, и на ее поверхности откладываются ионы никеля до получения стенки формы требуемой толщины.

- Андрашиков Б. И.* Справочник по автоматизации и механизации производства шин и РТИ. М.: Химия, 1981. 296 с.
- Алексеева И. К., Сахновский Н. Л., Шварц А. Г.* Современные принципы построения рецептуры шинных резин. М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1983. 72 с.
- Берлик А. А., Басин В. Е.* Основы адгезии полимеров. 2-е изд. М.: Химия, 1974.
- Вострокнутов Е. Г. и др.* Переработка каучуков и резиновых смесей (реологические основы, технология, оборудование)/Е. Г. Вострокнутов, М. И. Новиков, В. И. Новиков, Н. В. Прозоровская. М.: Химия, 1980. 280 с.
- Захаренко Н. В. и др.* Способы оценки свойств резиновых смесей/Н. В. Захаренко, Е. И. Козоровицкая, Ю. З. Палкина, Ж. С. Суздальницкая. М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1988. 52 с.
- Кошелев Ф. Ф., Корнев А. Е., Буканов А. М.* Общая технология резины. 4-е изд. М.: Химия, 1978. 528 с.
- Лепетов В. А., Юрцев Л. Н.* Расчеты и конструирование резиновых изделий. 3-е изд. Л.: Химия, 1987. 408 с.
- Моисеев В. В. и др.* Стабилизация и модификация эластомеров феноло-аминными смолами/В. В. Моисеев, А. Н. Полухин, Ю. К. Гусев и др.: ЦНИИТЭнефтехим, 1981. 84 с.
- Нагдасева И. П. и др.* Металлокорд как армирующий материал для шин/И. П. Нагдасева, З. П. Подкопаева, Л. М. Резниковская, Б. И. Волнухин. М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1984. 76 с.
- Соловьев М. Е., Шварц А. Г.* Экспериментально-статистические методы исследования и оптимизации рецептурно-технологических параметров резиновых смесей. М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1985. 60 с.
- Тугорский И. А., Потапов Е. Э., Шварц А. Г.* Модификация резин соединениями двухатомных фенолов. М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1976. 84 с.
- Узина Р. В. и др.* Стеклокорд как армирующий материал для шин/Р. В. Узина, Г. А. Сутырина, И. П. Нагдасева, Т. В. Кулейкина. М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1982. 40 с.
- Узина Р. В. и др.* Технология обработки шинного корда/Р. В. Узина, И. П. Нагдасева, В. А. Пугин, Б. И. Волнухин. М.: Химия, 1986. 188 с.
- Шварц А. И.* Механизация и автоматизация производства резиновых технических изделий. М.: Химия, 1979. 240 с.
- Шеин В. С., Шутилин Ю. Ф., Гриб А. П.* Основные процессы резинового производства. Л.: Химия, 1988. 160 с.
- К части 2**
- Альбом технологических схем основных производств резиновой промышленности/А. А. Мухутдинов, В. П. Дорожкин, Ю. О. Аверко-Антонович, М. А. Поляк. М.: Химия, 1980. 76 с.
- Андрашиков Б. И.* Механизация и автоматизация процессов вулканизации и заключительных операций. М.: Химия, 1976. 480 с.
- Анупольд О. Л. и др.* Требования к качеству шинремонтных материалов, к восстановленным и годным к восстановлению шинам/О. Л. Анупольд, В. Е. Евзович, Б. З. Каменский и др. М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1980. 74 с.
- Басс Ю. П. и др.* Пути совершенствования оборудования и технологического процесса вулканизации автомобильных шин/Ю. П. Басс, В. А. Ионов, Д. А. Лындин, Т. Г. Рожкова. М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1983. 96 с.
- Басс Ю. П., Ионов В. А.* Опыт освоения и эксплуатации в промышленности многопозиционных вулканизаторов покрышек. М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1984. 68 с.
- Бецин Н. Г., Петров Б. М.* Оборудование для изготовления пневматических шин. Л.: Химия, 1982. 264 с.
- Бхин Б. Л.* Введение в механику пневматических шин. М.: Химия, 1988. 224 с.
- Бухин Б. Л.* Выходные характеристики пневматических шин. М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1978. 84 с.
- Гаврилов Б. В., Портный Г. Л., Муслаев И. М.* Современные технологические процессы и оборудование для сборки легковых радиальных покрышек. М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1983. 28 с.

- Голубев Э. Н. и др.* Комплекс методов стендовых испытаний шин/Э. Н. Голубев, В. С. Калининский, В. А. Шередин, Ю. М. Юрьев. М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1987. 64 с.
- Горяинов С. А., Ярошевский В. Н.* Пневматические шины, шинные изделия и области их применения. М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1982. 72 с.
- Евзович В. Е. и др.* Направления совершенствования шиновосстановительного оборудования. М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1982. 54 с.
- авьялов Ю. П., Вериго А. И., Макаренко Н. И.* Бездыфрагментный способ вулканизации восстановливаемых шин. М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1987. 42 с.
- авьялов Ю. П., Грачев Ю. С.* Оценка уровня качества пневматических шин. М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1981. 80 с.
- авьялов Ю. П., Грачев Ю. С., Скоряков Э. С.* Современные технологические процессы и оборудование для ремонта крупногабаритных шин. М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1986. 81 с.
- авьялов Ю. П., Грачев Ю. С.* Ремонт сельскохозяйственных и крупногабаритных автомобильных шин в СССР. М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1988. 28 с.
- Кропина Н. В. и др.* Термическая обработка полиамидного корда в шинной промышленности/Н. В. Кропина, Н. В. Литвинова, Р. В. Узина, И. Л. Шмурак. М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1986. 42 с.
- ашины и аппараты резинового производства./Под ред. Д. М. Барскова. М.: Химия, 1975. 598 с.*
- ошник И. А.* Совершенствование производства велосипедных шин. М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1980. 71 с.
- Ргулин В. В., Вольнов А. А.* Технология шинного производства. 3-е изд. М.: Химия, 1981. 264 с.
- Савосин В. С., Бограчев М. Л.* Массивные шины (конструкция, изготовление, эксплуатация). М.: Химия, 1981. 112 с.
- Сыков А. В.* Основы современной технологии автомобильных шин. М.: Химия, 1974. 472 с.
- Саонова М. М., Волнухин Б. И.* Обработка металлокорда в шинной промышленности. М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1977. 46 с.
- Свак И. А., Терехов А. И., Муслаев И. М.* Раскрой заготовок деталей покрышек из обрешеченных кордов и тканей. М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1982. 38 с.
- Свак И. А., Терехов А. И., Муслаев И. М.* Способы и устройства для подачи материалов к заготовительно-сборочному оборудованию производства шин. М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1985. 42 с.
- Тарновский В. Н., Гудков В. А., Третьяков О. Б.* Автомобильные шины: Устройство, работа, эксплуатация, ремонт. М.: Транспорт, 1990. 272 с.
- Цукерберг С. М. и др.* Пневматические шины./С. М. Цукерберг, Р. К. Гордон, Ю. Н. Нейенкирхен, В. Н. Працкин. М.: Химия, 1973. 264 с.
- Цыганок И. П.* Вулканизационное оборудование шинных заводов. М.: Машиностроение, 1967. 324 с.
- Чесноков В. В. и др.* Производство ездовых камер из бутилкаучука/В. В. Чесноков, Н. П. Зуева, Н. И. Михайлова и др. М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1976. 86 с.
- Чесноков В. В., Михайлова Н. И.* Оптимизация технологического процесса производства тонкостенных ездовых камер из резины на основе бутилкаучука. М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1989. 102 с.

К частям 3 и 4

- Ананьев Н. В., Махлис Ф. А.* Конвейерные ленты для транспортирования горячих материалов. М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1988. 90 с.
- Балабкин П. И.* Производство маканых резиновых изделий. М.: Госхимиздат, 1960. 232 с.
- Богатков Л. Г. и др.* Гуммирование химической аппаратуры/Л. Г. Богатков, А. С. Булатов, Н. К. Глобин, В. М. Макаров, А. А. Самсонова. М.: Химия, 1977. 208 с.
- Буалов В. П.* Основы современной технологии обрешечивания валов. М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1983. 56 с.

Виноградов Н. Н. и др. Новые процессы и оборудование для изготовления рукавов. М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1976. 60 с.

Виноградов Н. Н. и др. Опыт внедрения производства рукавов навивочной конструкции на заводах РТИ/Н. Н. Виноградов, А. И. Малышев, В. М. Меньшиков и др. М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1978. 52 с.

Горелик Р. А., Конева Н. К., Кочнев В. А. Формирование качества продукции на предприятиях резинотехнических изделий. М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1981. 42 с.

Горелик Е. А. и др. Способы изготовления губчатых изделий из латекса/Е. А. Горелик, С. Г. Садикова, Г. Р. Мазина и др. М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1974. 52 с.

Добряков Н. Д. и др. Повышение эффективности производства резиновых армированных манжет в результате специализации/Н. Д. Добряков, В. С. Юровский, А. А. Огородова, М. Х. Кравцова. М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1982. 40 с.

Еркова Л. Н., Чечик О. С. Латексы. Л.: Химия, 1983. 224 с.

Желтышев Ю. Г., Жарков А. В., Лукашов Ю. И. Производство рукавов высокого давления на гибких дорнах. М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1983. 44 с.

Журов В. А., Глушко В. В., Змичерева Т. В. Технология изготовления клиновых ремней кордшнуровой конструкции. М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1985. 88 с.

Иванова В. Н., Алешунина Л. А. Технология резиновых технических изделий. 3-е изд. Л.: Химия, 1988. 264 с.

Ищенко В. Г. и др. Интенсификация производства формовых РТИ путем автоматизации и механизации технологических процессов/В. Г. Ищенко, Е. Н. Ерыгин, Н. Г. Крылов, С. В. Кузьмин, Л. Б. Иванов. М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1982. 94 с.

Ищенко В. Г. и др. Пути снижения отходов в производстве формовых РТИ/В. Г. Ищенко, В. В. Пузикив, В. А. Швецов и др. М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1983. 48 с.

Красовский В. Н., Воскресенский А. М., Харчевников В. М. Примеры и задачи по технологии переработки эластомеров. Л.: Химия, 1984. 240 с.

Лапшина Н. В. и др. Прогрессивные конструкции зубчатых ремней и технология их производства/Н. В. Лапшина, Ю. Н. Городничев, В. П. Бойков, Г. Г. Козачевский. М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1987. 54 с.

Леонов И. И., Новикова Т. Н. Прогрессивные технологические процессы производства резинокросовых конвейерных лент. М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1971. 40 с.

Лепетов В. А. Резиновые технические изделия. Л.: Химия, 1976. 440 с.

Махлис Ф. А. и др. Теплостойкие конвейерные ленты. М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1981. 52 с.

Махлис Ф. А. и др. Современное состояние производства конвейерных лент (материалы, технология, свойства). М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1983. 56 с.

Мейлахс Л. А., Горелик Р. А., Гридунов И. Т. Особенности рецептуры резиновых смесей и технологии изготовления формовых РТИ. М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1982. 60 с.

Михеев Ю. М., Симаев М. С. Резино-тканевые рукава для нефтепродуктов. М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1979. 64 с.

Пестова И. П. Производство резиновых изделий из латекса. М.: Химия, 1978. 63 с.

Попов А. В., Соломатин А. В. Непрерывные процессы производства неформовых резиновых изделий. М.: Химия, 1977. 144 с.

Попов А. В. и др. Жидкие высокотемпературные теплоносители в процессах непрерывной вулканизации резиновых изделий/А. В. Попов, А. М. Огрель, В. И. Глазов, М. А. Кракшин. М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1980. 60 с.

Потураев В. Н., Дырда В. И. Резиновые детали машин. М.: Машиностроение, 1977. 216 с.

Применение резиновых технических изделий в народном хозяйстве: Справ. пособие/Под ред. Д. Л. Федюкина. М.: Химия, 1986. 240 с.

Производство губчатых изделий из латексов/Под ред. Д. П. Трофимовича и М. С. Силоновой. М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1967. 82 с.

Пушкарев Ю. Н. Жидкие эбонитовые композиции для противокоррозионной защиты. М.: НИИТЭХИМ, 1986. 34 с.

Рождественский О. И. и др. Непрерывная вулканизация РТИ в дисперсных средах/О. И. Рождественский, З. Ш. Кажлая, Н. М. Кравец и др. М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1981. 32 с.

Соколовская Ф. М., Тамулевич Г. Д. Клиновые ремни. М.: Химия, 1973. 160 с.

Трещалов В. И. и др. Товары народного потребления из резины/В. И. Трещалов, В. И. Ершов, Е. И. Березницкая. М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1983. 40 с.

Хосидова С. С., Каплинская И. С., Сухарев А. Т. Пути повышения качества рукавов высокого давления. М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1980. 32 с.

Хутарева Г. В., Жульков В. Л., Леонов И. И. Текстильные материалы из химических волокон для производства основных видов резинотехнических изделий. М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1983. 60 с.

Шварц А. И., Кангаров Г. С. Литьевое формование резиновых технических изделий. М.: Химия, 1975. 168 с.

Эванс К. У. Технология рукавов. Пер. с англ. М.: Химия, 1978. 192 с.

К части 5

Абуладзе М. Л., Володарский А. Н., Золин А. Д. Состояние и перспективы развития производства резиновой обуви. М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1970. 82 с.

Алешунина Л. А., Давиденко Н. З. Технология резиновой обуви. Л.: Химия, 1978. 214 с.

Альтцигер В. С., Красовский В. Н., Меерсон В. Д. Производство обуви из полимерных материалов./Под ред. В. А. Берестнева. Л.: Химия, 1987. 232 с.

Баврин Г. Н. и др. Состояние и перспективы применения промышленных роботов в производстве резиновой обуви/Г. Н. Баврин, С. Т. Кузьмин, С. И. Дворецкий Е. Л. Озеров. М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1982. 64 с.

Брудный Р. М., Громов С. Н. Производство обуви методом литья под давлением. Л.: Химия, 1976. 76 с.

Васильев С. Г. и др. Технология изготовления и перспективы развития специальной спортивной полимернотекстильной обуви/С. Г. Васильев, В. М. Фармаковский, Л. Д. Федюкин, И. И. Хорошева. М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1988. 68 с.

Гаврилова К. А. Пути создания утепленной нефтеморозостойкой резиновой обуви. М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1978. 52 с.

Мосин Н. Н. Производство резиновой обуви. М.: Госхимиздат, 1962. 334 с.

Эйдельман Л. А., Терновская Р. Б. Изготовление обуви с приформовкой низа к заранее подготовленному эластичному верху. М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1978. 20 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3	2.6.1. Применяемые материалы	152
Введение	4	2.6.2. Изготовление покрышек для дорожных велосипедов	153
1. Основные материалы и процессы	9	2.6.3. Изготовление велосипедных камер	157
1.1. Армирующие материалы	9	2.7. Технология изготовления массивных шин	158
1.1.1. Типы армирующих материалов	9	2.7.1. Классификация массивных шин	158
1.1.2. Армирующие материалы в шинной промышленности	11	2.7.2. Применяемые материалы	160
1.1.3. Армирующие материалы в производстве РТИ	19	2.7.3. Технологические процессы производства массивных шин	161
1.1.4. Армирующие материалы в производстве обуви	21	2.8. Восстановительный ремонт шин	164
1.2. Способы повышения прочности связи резины с армирующими материалами	22	2.8.1. Подготовка покрышек к восстановлению	165
1.2.1. Системы резина — металл	22	2.8.2. Обработка сопутствующих повреждений	169
1.2.2. Системы резина — текстильная арматура	27	2.8.3. Наложение нового протектора	172
1.3. Подготовительные процессы в производстве резиновых изделий	37	2.8.4. Вулканизация восстанавливаемых покрышек	175
1.3.1. Разгрузка, хранение и транспортировка сырья и материалов	39	3. Технология производства резиновых технических изделий	178
1.3.2. Подача ингредиентов к смесителям и их дозирование	42	3.1. Основные группы резиновых технических изделий (РТИ)	179
1.3.3. Приготовление резиновых смесей	51	3.2. Конвейерные ленты	181
2. Технологи́я шинного производства	60	3.2.1. Назначение, виды, условия работы лент	181
2.1. Устройство и классификация шин	60	3.2.2. Конструкции и классификация конвейерных лент	182
2.2. Изготовление деталей покрышек	71	3.2.3. Применяемые материалы	185
2.2.1. Изготовление протекторов, боковин и других деталей покрышки	73	3.2.4. Обработка тканей и металлоотроса	190
2.2.2. Обработка текстильного корда	82	3.2.5. Сборка каркаса и наложение обкладки	192
2.2.3. Обрезинивание металлокорда	89	3.2.6. Вулканизация конвейерных лент	195
2.2.4. Заготовка резинотекстильных деталей покрышек	91	3.2.7. Особенности изготовления резинотросовых лент и лент на основе поливинилхлорида (ПВХ)	197
2.2.5. Заготовка деталей из обрезиненного металлокорда	98	3.2.8. Основные пути повышения качества и долговечности конвейерных лент	201
2.2.6. Изготовление бортовых колец и крыльев	100	3.3. Приводные ремни	203
2.3. Сборка покрышек	102	3.3.1. Назначение, виды, условия работы приводных ремней	203
2.3.1. Способы сборки покрышек	103	3.3.2. Классификация и конструкции клиновых ремней	207
2.3.2. Сборка малогабаритных (легковых) покрышек	107	3.3.3. Материалы для производства клиновых ремней	210
2.3.3. Сборка среднегабаритных (грузовых) покрышек	109	3.3.4. Подготовка полуфабрикатов	214
2.3.4. Сборка крупногабаритных покрышек	114	3.3.5. Сборка и обертка сердечников	215
2.3.5. Пути совершенствования процессов сборки	117	3.3.6. Вулканизация и контроль качества ремней	219
2.4. Формование и вулканизация покрышек	119	3.3.7. Основные пути повышения долговечности приводных ремней	223
2.4.1. Способы формования и вулканизации покрышек	119	3.4. Рукавные изделия	224
2.4.2. Вулканизация в форматорах-вулканизаторах	122	3.4.1. Назначение и основные требования к рукавам	224
2.4.3. Вулканизация в многопозиционных аппаратах	125	3.4.2. Применяемые материалы	225
2.4.4. Заключительные операции	129	3.4.3. Конструкции рукавов и способы сборки силового каркаса	227
2.4.5. Контроль качества шин	129	3.4.4. Способы изготовления рукавов	234
2.5. Производство автомобильных камер, ободных лент и диафрагм	135	3.4.5. Технологи́я производства отдельных типов рукавов	238
2.5.1. Производство автомобильных (ездовых) камер	135	3.4.6. Испытания рукавов	247
2.5.2. Изготовление ободных лент	149	3.5. Комплектующие резиновые и резинометаллические детали	248
2.5.3. Изготовление диафрагм для форматоров-вулканизаторов	150	3.5.1. Классификация комплектующих деталей	248
2.6. Технологи́я изготовления мото- и велосипедных шин	151	3.5.2. Особенности рецептур резиновых смесей	253
		3.5.3. Изготовление формовых изделий	255
		3.5.4. Обработка изделий после вулканизации	263
		3.5.5. Безоблойные методы производства формовых изделий	266
		3.5.6. Производство неформовых изделий	269
		3.5.7. Основные направления повышения производительности труда и улучшения качества комплектующих деталей	273
		3.6. Резиновые обкладки и защитные покрытия	275
348			349

3.6.1. Технология обкладки валов	277
3.6.2. Обкладка химической аппаратуры	283
3.7. Изделия из прорезиненных тканей технического назначения	286
3.8. Переработка отходов в производстве РТИ	289
4. Товары народного потребления и изделия из латекса	292
4.1. Товары народного потребления	292
4.1.1. Полые резиновые изделия	293
4.1.2. Губчатые резиновые изделия	296
4.2. Латексные изделия	300
4.2.1. Приготовление латексных смесей	301
4.2.2. Получение тонкостенных изделий	302
4.2.3. Производство эластичных нитей	308
4.2.4. Производство губчатых изделий (пенорезины)	310
5. Производство резиновой обуви	315
5.1. Основные виды резиновой обуви и подготовительные процессы производства	315
5.1.1. Виды резиновой обуви	316
5.1.2. Изготовление деталей обуви	318
5.2. Изготовление обуви методами клейки, штампования и формования	321
5.2.1. Сборка обуви методом клейки	321
5.2.2. Изготовление галош методом штампования	322
5.2.3. Лакирование клееной и штампованной обуви	324
5.2.4. Вулканизация обуви	326
5.2.5. Изготовление обуви методом формования	328
5.3. Изготовление обуви методами литья	333
5.3.1. Литье обуви из резиновых смесей	335
5.3.2. Литье обуви из термопластов и термоэластопластов	336
5.3.3. Литье обуви из терморектопластов (микрочастицы полиуретанов)	339
5.3.4. Производство обуви из пластизолов поливинилхлорида	341
<i>Рекомендательный библиографический список</i>	<i>343</i>

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

АВЕРКО-АНТОНОВИЧ Юрий Олегович
ОМЕЛЬЧЕНКО Ренгина Яковлевна
ОХОТИНА Наталья Антониновна
ЭБИЧ Юрий Рахмиевич

ТЕХНОЛОГИЯ РЕЗИНОВЫХ ИЗДЕЛИЙ

Редактор *Л. М. Танезер*
 Техн. редактор *Л. Ю. Линева*
 Корректор *Л. С. Лазоренко*

ИБ № 1946

Сдано в набор 10.07.90. Подписано в печать 15.03.91. Формат бумаги 60××88¹/₁₆. Бумага офсетная № 1. Литературная гарнитура. Печать офсетная. Усл. печ. л. 21,56. Усл. кр.-отт. 21,56. Уч.-изд. л. 24,81. Тираж 6800 экз. Зак. № 410. Цена 1 р. 40 к.

Ордена «Знак Почета» издательство «Химия», Ленинградское отделение. 191186. Ленинград. Д-186, Невский пр., 28.

Набрано в Ленинградской типографии № 2 головного предприятия ордена Трудового Красного Знамени Ленинградского объединения «Техническая книга» им. Евгении Соколовой Государственного комитета СССР по печати. 198052, г. Ленинград, Л-52, Измайловский пр., 29.

Отпечатано в Ленинградской типографии № 4 Государственного комитета СССР по печати. 191126, Ленинград, Социалистическая ул., 14.