

648.4
В 72

8083

К. В. ВОЛЬФ-ЧАПЕК.

≡ КАУЧУК ≡

ЕГО ДОБЫЧА И ОБРАБОТКА.

ПЕРЕВОД С НЕМЕЦКОГО
под редакцией и с дополнениями
Инж. А. В. БУШТУЕВА.



ЛЕНИНГРАД
Изд. Гос. Зав. Резиновой Промышленности
„КРАСНЫЙ ТРЕУГОЛЬНИК“
1926.

Е 48.4

В 72

А 43

К. В. ВОЛЬФ-ЧАПЕК.

ДЕП

РЕСПУБЛИКАНСКАЯ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ
БИБЛИОТЕКА БССР

≡ КАУЧУК ≡

ДОБЫЧА И ОБРАБОТКА.

РЕСПУБЛИКАНСКАЯ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ
БИБЛИОТЕКА БССР

46572

ПЕРЕВОД С НЕМЕЦКОГО
под редакцией и с дополнениями

Инж. А. В. БУШТУЕВА.

89 08

РЕСПУБЛИКАНСКАЯ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ
БИБЛИОТЕКА БССР

РЕСПУБЛИКАНСКАЯ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ
БИБЛИОТЕКА БССР

ЛЕНИНГРАД
Изд. Гос. Зав. Резиновой Промышленности
„КРАСНЫЙ ТРЕУГОЛЬНИК“
1926.

• • ТИПОГРАФИЯ • •
«КРАСНЫЙ ТРЕУГОЛЬНИК».

Тираж 4000 экз.

Ленинградский Гублит
№ 2614. Заказ № 2.

ПРЕДИСЛОВИЕ К РУССКОМУ ИЗДАНИЮ.

Предлагаемая книга является дополненным и немного измененным переводом с второго немецкого издания известной в Германии книги Вольф-Чапек (K. W. Wolf-Chapek, Der Kautschuk, Seine Gewinnung u. Verarbeitung, 2. Auflage, Berlin, 1920). До сих пор времени на русском языке не существовало общедоступной литературы по резиновому производству и настоящая книга имеет своей целью заполнить этот пробел. В связи с развитием интереса к всестороннему изучению резинового производства со стороны рабочих-резинщиков, что замечается как в лице их профобразования, так и в работе производственных кружков, перевод этой книги может явиться достаточно мотивированным.

Перевод пришлось немного видоизменить, выбросив из него все, имеющее интерес только для Германии, и дополнив наиболее существенными новинками резинового производства, не упомянутыми в немецком издании: техникой плантационной добычи каучука, применением органических ускорителей вулканизации, изготовлением кордовых покрышек и т. д. При этом пришлось частично пользоваться очень ценным материалом, помещаемым в бюллетенях «Новости Резиновой Промышленности» Гос. Завода Резиновой Промышленности № 1 «Красный Трудовик». Рисунки, часть которых взята из других иностранных руководств по технологии каучука, пришлось по техническим соображениям выделить целиком в конце книги.

Редактор.

Введение.

Каучук является веществом растительного происхождения. Однако, он не содержится в растениях в уже готовом виде, а получается, в большинстве случаев, особой обработкой млечного сока некоторых деревьев и кустарников. Полученное из млечного сока вещество уже обладает основными свойствами каучука — растяжимостью, эластичностью и клейкостью; все же, этот сырой каучук никогда не получил бы такого широкого применения в технике, каким он пользуется в настоящее время, если бы не научились устранять присущие ему недостатки — липкость при нагревании и хрупкость на холоду; впервые достиг этого Гуд'ир, вызвавший соединение каучука с примешанной к нему серой путем нагревания смеси при 130° — 140° Ц. Этот процесс, открытый Гуд'иром в 1839 г., был назван «вулканизацией».

Название «каучук», перенятое нами с немецкого языка, похоже почти для всех европейских языков (по-немецки — Kautschuk, по-французски — caoutchouc, по-итальянски — caucciù, по-испански — caucho и cauchuc); это название происходит от слова «cañichu», которым индейцы, живущие на родине каучука, называют каучук и которое, в переводе на русский язык, обозначает — «текущее дерево» (от Саа — дерево и о-чу — течь, плакать).

Немцы очень часто применяют для обозначения каучука слово «Gummi», т. е. смола, что является в корне неправильным и часто приводит к различным недоразумениям. Португальское обозначение каучука словом «Borracha», т. е. рукав или труба, основано на применении каучука для изготовления различных труб. По-английски каучук называется «rubber», по первому применению каучука в Европе — для стирания написанного карандашом, или «india-rubber» (правильнее indian-rubber, по месту добычи каучука — Вест-Индии). Кроме того, для обозначения чистого каучука без примесей англичане употребляют слово «caoutchouc». Условимся в дальнейшем обозначать словом «каучук» природный продукт, а «резиной» — смесь каучука с различными примесями.

Самое первое упоминание о каучуке встречается у испанского писателя Салахана, составившего в 1529 г. историю промыслов Испанской Америки; в этом труде говорится, что мячи, найденные у индейцев слугами Колумба, выделяются из «черной смолы», добываемой из дерева «улакухвиаль». Научное описание каучука впервые дано в 1736 г. Ля-Кондамином и Бутё в их докладе французской Академии Наук; следует отметить, что докладчики ни способов добычи каучука, ни каучуковых деревьев сами не видели. Только в 1751 г. Фрезно дал Академии подробные сведения о каучуке уже на основании своих личных наблюдений, иллюстрировав доклад рядом интересных таблиц и рисунков.

Первое техническое применение каучук нашел у индейцев, живущих в Южной Америке в долине р. Амазонки, которые, как уже было выше упомянуто, изготовляли из каучука массивные мячи для

игр и покрывали млечным соком, для придания водонепроницаемости, различные предметы домашнего обихода — фляжки, обувь и т. д.; лодки индейцев часто тоже покрывались каучуком. Начало технического применения каучука в Европе было положено Самуилом Шилем, пытавшимся около 1791 г. изготовить с помощью каучука водонепроницаемые ткани. Однако, только в 1825 г. Макинтошу удалось добиться изготовления таких непромокаемых тканей. С этого момента и начинается непрерывное развитие резиновой промышленности, достигшей в настоящее время высокой степени совершенства. Последние годы характеризуются особенно сильным развитием научного исследования свойств каучука и способов его обработки и грубая практика прежней резиновой промышленности постепенно сменяется точным научным обоснованием того или иного улучшения или нововведения.

1. Происхождение и добыча каучука.

Каучуковые растения.

Млечные соки, подобные тем, из которых добывается каучук, можно найти в различных растениях Европы, например, в одуванчике и во многих очень распространенных молочайных, растущих у нас на севере в виде трав, на юге же, в особенности в Сицилии, развивающихся в кусты и деревья. Однако, хотя млечный сок этих растений и содержит вещество каучука, но оно находится в таком ничтожном количестве и такого невысокого качества, что получение каучука из европейских растений явилось бы экономически невыгодным. Настоящие каучуковые растения находятся исключительно в тропиках, главным образом в Южной и Центральной Америке, затем на Малайском архипелаге и, наконец, в тропической Африке. У большинства каучуковых растений сосуды, несущие млечный сок (т. наз. *латексы*), находятся между паренхимной тканью коры и внутренним, прилегающим к древесине, слоем камбия. Рис. 1 изображает в увеличенном виде млечные сосуды (а) маниота (*Manihot Glaziovii*), лежащие во внутреннем слое коры; камбий (б) находится между областью распространения млечных сосудов и древесиной. Млечные сосуды расположены слоями на-

параллельно камбию; они образуют систему продольных и поперечных сообщающихся трубок.

При повреждении коры каучукового дерева, латекс выступает из млечных сосудов на поверхность коры и, быстро свертываясь, образует предохранительную пленку; в этом видят естественную защиту растений от укусов муравьев и других насекомых, потому что каучуковая пленка предохраняет растение от попадания в рану грибков и других вредителей, вызывающих загнивание раны. Кроме того, млечному соку приходится выполнять задачу накопления для растения запасов воды и питательных веществ. Состав латекса различен не только для отдельных сортов каучуковых деревьев, но и для отдельных растений того же сорта; состав млечного сока может меняться даже у одного и того же растения в зависимости от возраста растения, времени года, состояния погоды и места подсочки. Более подробные данные о составных частях латекса помещены ниже в главе «Химия каучука».

Молочайные (*Euphorbiaceae*).

Главнейшим источником получения каучука в настоящее время является *Бразильская гевея* (*Hevea brasiliensis*) и родственные ей виды; из гевей, как дико-растущих, так и плантационных, получается приблизительно $\frac{9}{10}$ мировой добычи каучука. Бразильская гевея является одним из представителей рода гевей и принадлежит, вместе с другими важными породами каучуковых деревьев, к семейству молочайных. Она представляет собою дерево, имеющее высоту, в среднем, в 20 — 30 метров и толщину ствола в 1 метр и более. Кора ее беловатая, на нижней части ствола ветвей нет,

крона развернута букетобразно. Листья гевеи трехлопастные, эллиптической формы с ланцетообразными, заостренными концами. Цветы однополые; мужские и женские цветы гевеи растут попеременно в кистях. Плоды, величиною с вишню, состоят из трех семядолей, из которых каждая раскрывается на две половинки. Дикие гевеи никогда не растут зарослями, а всегда разбросаны между другими породами деревьев на довольно большом расстоянии друг от друга. На протяжении 100 метров встречается один, редко два экземпляра гевей. Конечно, такое расположение деревьев очень затрудняет добычу латекса.

Главным месторождением гевей является долина реки Амазонки в Южной Америке. Большая часть этой местности бывает месяцами затоплена; когда же вода спадает, являются сборщики латекса. По португальски их называют «серингейросами» (*seringueiros*), а само каучуковое дерево — «серингейра» (*seringueira*). Это название происходит оттого, что одним из первых применений каучука было изготовление небольших шприц-ценок, называемых по португальски «серингас» (*seringas*). Сборщики, обычно, состоят на службе у предпринимателей-бразильцев, откупающих у правительства для эксплуатации более или менее крупные лесные участки и назначающих плату своим рабочим в зависимости от количества доставленного ими каучука. Способы подсочки и свертывания латекса, применяемые при добыче каучука из гевей, будут указаны ниже совместно с другими способами получения каучука. Каучук, добываемый из бразильской гевеи и родственных ей видов, поступает на рынок под названием „*Пара*“, по главному месту его вывоза — гавани Пара в устье реки Амазонки.

В настоящее время добыча каучука из гевей, по в пример не далекому прошлому, только изредка носит хищнический характер. Деревья теперь редко подсачиваются до полного их истощения. Все же, леса оказались сравнительно, не слишком пострадавшими от преждего непрерывного эксплуатирования их в течении десятилетий только благодаря тому счастливому обстоятельству, что гевей является одним из самых быстрорастущих деревьев. При посадке гевей в ботанических садах, четырехлетние экземпляры достигают до 10 метр. высоты и в возрасте 8—10 лет дают уже вполне зрелый латекс; конечно, в старом тропичном климате южной р. Амазонки рост деревьев происходит еще интенсивнее. К 25 годам деревья достигают полной зрелости и сохраняют свою производительность до 100 лет. Каждое дерево дает в год, в среднем, около 7 литров латекса, из которых получается 3—4 килгр. сырого каучука (сгорающего при сушке еще 15—20% своего веса). Каждый сборщик латекса закрепляет за собою определенную полосу леса, т. наз. „эстрада“, где он строит свои хижины и прокладывает тропинки к гевеям, как указано на рис. 2. Каждая эстрада насчитывает от 100 до 150 гевей; годовая добыча каждого сборщика составляет, стало-быть, от 700 до 1000 литров латекса или 200—400 килгр. каучука.

К тому же семейству молочайных принадлежит, вместе с другими видами манигатов, *манготт глазиовии* (*Manihot glaziovii*). В отличие от гевей, манигот растет на относительно тонкой, каменистой почве, преимущественно в северных штатах Бразилии. Манигот по туземному называется „манисойе“, а каучук, добываемый из него, поступает в продажу под названием

„Цсара“. Манисоба гораздо ниже гевен и достигает, в среднем, от 8 до 15 метр. высоты. Листья ее большие, щитовидные, на длинном черешке и имеют от 3-х до 7-ми лопастей. Млечный сок манисобы довольно густой и быстро свертывается, почему добыча и обработка его довольно затруднительны. Дикорастущие деревья обычно не подсачиваются ранее 6 лет и способны давать латекс до 13 лет; иногда их просто срубают для добычи латекса. Кроме маниота гладковии, следует указать еще на *маниот дихотома* (*Mankot dichotoma*). Он ниже первого, имеет более светлую кору, кроны его гуще, а листья пальцеобразны.

Наконец, сюда же относится ряд молочайных, растущих в Натале (Юго-Восточная Африка) и в степной полосе бывших германских колоний Восточной Африки. Они содержат большое количество латекса, из которого получается богатый смолами каучук. Однако, технического значения эти сорта каучука не имеют.

Кутровые (*Arceuthaceae*).

Следующей по важности группою каучуковых растений является семейство кутровых. К нему относятся различные разновидности *ландольфий* (*Landolphiae*), встречающихся в тропической Африке в виде кустов и ползучих лиан, и род *танкорний* (*Hankorniae*), растущих невысокими деревьями на сухих равнинах (кампосах) внутренней Бразилии. Наиболее известна среди танкорний — *танкорния свещоза* (*Hankornia speciosa*), называемая туземцами „мангубейра“ (*Mangubeira*). Из африканских видов *фунтумий* (*Funtumiae*) следует отметить *фунтумию эластича* (*Funtumia elastica*),

усердно культивировавшуюся до войны немцами на их африканских плантациях. Фунтумия представляет собою дерево с прямым стволом высотой до 30 м.; кора взрослых деревьев темно-зеленая и гладкая. Листья кожистые, продолговато-ланцетовидные; белые воскообразные цветы выступают в виде зонтов из окружающих их листьев. Каучук, добывавшийся раньше из латекса дикорастущих фунтумий поступал на рынок под названием „шелковый каучук“ (*Silk-rubber*). Фунтумии растут главным образом в Либерии, Лагосе, Камеруне, Конго, Уганде и на Золотом Берегу (Африка).

Тутовые (*Moraceae*).

К этому семейству принадлежат некоторые виды *фикусов*, из которых наиболее известен встречающийся у нас в виде комнатного растения *фикус эластика* (*Ficus elastica*) или *каучуковая смоковница*. Сперва фикус начинает расти паразитом на ветвях других деревьев; затем растение постепенно спускает на землю корни, на которые и начинает опираться; наконец оно развивается в самостоятельное растение, а взрослившее его дерево гибнет от недостатка питания. Фикус достигает больших размеров, доходя до 60 метров в высоту; воздушные корни, толщиной в руку, идут от его вершины во все стороны. Влостящие, кожистые листья имеют эллиптическую форму; цветы, мужские и женские, цветут попеременно в своеобразных шаровидных кистях. Белый млечный сок его очень жидок. Фикус произрастает в болотистых местах Гималаев и Индо-Китае. Другие разновидности фикусов встречаются в Новой Каледонии (Океания), на Малайском архипелаге и в Западной Африке от Сенегала до Камеруна.

Вторым представителем каучуковых деревьев из семейства тутовых является *кастиллоа эластичка* (*Castilloa elastica*), представляющая собою стройное дерево высотой до 30 метр. с длинными, сердцевидными, светло-зелеными листьями, покрытыми с тыльной стороны волосками; цветы кастиллоа похожи по своему строению на цветы фикуса. Кастиллоа растет в тропической Америке (в особенности в Мексике), на Малайском архипелаге и на острове Цейлоне. В Америке ее называют *уле* или *луме* (ср. старинное индейское название «улакхониль» по данным Салахана). Употребляют также название „каучо“, которое, в сущности, относится к различным видам гевей. Кастиллоа требует скорее сухого, чем жаркого климата, но хорошо растет и при регулярной смене сухого и дождливого периодов тропиков. Добыча млечного сока кастиллоа представляет некоторые затруднения, потому что он быстро распадается на свои составные части; свертывание выделяющегося при этом вещества каучука тоже не легко. Добыча каучука из кастиллоа носит преимущественно хищнический характер; она определяется Кюмелем в 7 кгр. каучука в год с одного дерева; Зандман принимает годовую добычу с деревьев, достигших не менее 30 — 40 лет, в 20 кгр. каучука. Он поступает на рынок в виде больших неправильных кусков под названием „*ванжиль*“.

Сложноцветные (*Compositae*).

К семейству сложноцветных относится растущий в виде кустов в горах северной Мексики *партециум серебристый* (*Parthenium argentatum*). Это растение имеет ствол высотой до 1 метра и образует из листьев крону в виде зонтика. Серебристо-серые листья парте-

пиума ланцетообразны. Он отличается от всех вышеупомянутых каучуковых растений тем, что каучук в нем содержится не в млечном соке, а во всем растении, как в древесине, так и в коре. Поэтому и способ добычи каучука из партениума совершенно иной; его добывают не подсочкой, а размалыванием всего растения целиком с последующим извлечением каучука бензином. Полученный таким образом каучук носит название «*кайюль*» (*Caouille*) и, несмотря на большое содержание смол, получил довольно широкое техническое применение.

Кроме вышеназванных растений, имеется целый ряд других, дающих как каучук, так и похожие на него вещества. Прежде всего следует указать на т. назыв. «*листовые*», «*корневые*» и «*травяные*» каучуки. Их добывают из млечного сока многих африканских лан; каучук добывается из них как подсочкой, так и размолом стеблей. Большинство этих растений принадлежат к семейству кутровых, в особенности к родам фунгумий, ландольфий, карюдинусов и клитандр.

Для полноты обзора упомянем еще о некоторых видах семейства тутовых, дающих т. наз. «*псевдо-каучуки*», среди которых главное место занимает вещество, известное под названием «*гунта-джелютонь*», «*понтиннак*», «*дед борнео*» или «*беск*». Псевдо-каучуки содержат очень небольшое количество самого каучука и сходных с ним веществ и состоят главным образом из смол; они поступают в продажу в виде беловатых или серых бисквитов.

Плантационный каучук.

В средние семидесятые годов прошлого столетия, когда количество каучука, добываемого из дикорастущих

деревьев, грозило стать недостаточным, возникла мысль о возможности плантационной культуры каучуковых деревьев, подобно другим колониальным растениям — кофе, чай, какао и т. д. Этот момент совпал с усиленным развитием резиновой промышленности и правительство Индии приложило все свои усилия к получению семян бразильской гевеи. По его поручению Г. Виктем отправился в Бразилию для сбора семян гевеи. Задача, возложенная на Виктема была не из легких, потому что вывоз из Бразилии семян гевеи был воспрещен бразильскими властями, нежелавшими упускать из своих рук монополию добычи первоклассного каучука. Несмотря на всевозможные затруднения, Виктему все же удалось обходными путями вывезти из Бразилии около 70.000 всхожих способных прорасти семян гевеи, которые и были доставлены в июне 1876 г. в ботанический сад в Кью близ Лондона. Там они были посажены и взращены. Вышло только около 2.500 шт., потому что семена гевеи быстро теряет свою всхожесть. Около 2.000 шт. саженцев гевеи были с большим трудом перевезены на о. Цейлон; оставшиеся саженцы были направлены в Сингапур. В том же 1876 г. на о. Цейлоне были посажены первые плантационные каучуковые деревья. Впоследствии плантационные насаждения каучуковых деревьев распространились с Цейлона на Малаккский полуостров, на острова Суматра, Ява и Борнео, а немного позже началось разведение каучуковых деревьев в Австралии и на западном берегу Африки; даже на родине гевеи в Бразилии — началась ее плантационная культура. Кроме гевеи разводят и другие породы каучуковых растений, напр., различные виды фунтумий (особенно фунтумию эластича), маниот гла-

диовни и кастиллава эластик. Плантационный каучук занимает в настоящее время преобладающее положение в промышленности и все более и более вытесняет дикий каучук, постепенно совсем исчезающий с рынка.

Одним из порядков работ при плантационном насаждении *бразильской гевеи*. Сначала расчищается назначенный под плантацию участок джунглей (тропического леса); это достигается либо вырубкой дикой растительности с последующим выкорчевыванием пней и выжиганием сорных трав, либо, что случается чаще, выжиганием всего участка целиком. После расчистки участок перепахивается, потому что оставшиеся в земле корни могут дать начало новым побегам или явиться носителями различных вредителей. Если участок расположен на холмистой местности или на склоне горы, то, для предупреждения размывания почвы бурными тропическими ливнями дождливого периода, поперек склона горы прорываются канавы, собирающие дождевые воды в особые сборные каналы и уменьшающие скорость текущей по склону воды. На подготовленной почве выкапываются ямки около 45 см. глубиной и 35 см. в поперечнике. Расстояние между отдельными ямками зависит от почвы, породы каучуковых деревьев и предполагаемого способа насаждения. Существуют два основных способа насаждения *бразильской гевеи*: саженцами и посевом семян. При первом способе насаждения саженцы (молодые деревья) выводятся из семян гевеи в особых рассадниках и наиболее сильные экземпляры пересаживаются в вышеупомянутые ямки на плантациях. При втором способе в ямку кладется по несколько семян (3 — 4 шт.); когда семена пророснут, то самый сильный росток оставляется, а более слабые — выщипываются. Кроме того, в на-

Д Е П

РЕСПУБЛИКАНСКАЯ
 НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ
 БИБЛИОТЕКА БССР

46020

стоящее время ведутся опыты над разведением каучуковых деревьев путем прививки их черенков к туземным породам. Гевею обычно сажают на расстоянии от 4×4 м. друг от друга, что дает 9 деревьев на 100 кв. метров, до 7×7 м., что дает 4 дерева на 100 кв. метров. Однако, даже расстояние в 7×7 метр. оказывается недостаточным для гевей старше 10 лет; приходится часть деревьев впоследствии вырубать. Последнее обстоятельство вызывает массу неудобств, потому что гевея трудно выкорчевывается, а остающиеся пни являются рассадниками вредителей — белых муравьев и различных плесневых грибов.

В восточной Африке разводится *мангонт*, довольно неприхотливое растение, для которого подходит песчаная почва или суглинок. Посадка производится семенами, подобно посадке гевей. При расстоянии между деревьями в 3×3 метра получается около 10 деревьев на 100 кв. метр., исключая неизбежные пустые места погибших деревьев; по возможности, следует предпочитать более редкую посадку. Стройные молодые деревья мангота быстро подрастают; достигнув $1\frac{1}{2}$ —2 м. высоты ствол разветвляется, образуя редкую кустообразную крону. При общепринятом расстоянии в 3×3 метр. между деревьями, вершины их на третьем году перешлепываются между собою и своею тенью заглушают растущие между деревьями сорные травы. Как видно из вышесказанного, культура мангота является делом, сравнительно, простым и дешевым; растения почти не страдают от вредителей, а бурелом встречается только в самых открытых для ветров местах. Кроме того, мангонт способен давать латекс уже на третьем или четвертом году; ввиду того, что сбор латекса ни особой

подготовки, ни расходов на оборудование не требует, плантации маниота могут разводиться не только крупными предпринимателями, но и мелкими землевладельцами *) . Если почва плантации подвержена размыву, то для закрепления ее сажают между каучуковыми деревьями промежуточные насаждения других растений; когда каучуковые деревья подрастает и своими корнями достаточно закрепляют почву, тогда промежуточные насаждения удаляются.

Такие смешанные культуры каучуковых деревьев с другими полезными тропическими растениями — земляным орехом, тапиокой, хлопком, индиго, кофе, чаем, какао — являются в некоторых случаях выгодными с точки зрения лучшего использования земли. Однако, они возможны только тогда, когда каучуковые деревья малы, потому что при разрастании последних, с одной стороны, не хватает солнечного света для промежуточных насаждений, с другой же стороны, промежуточные растения отнимают у почвы слишком много питательных веществ, отчего могут страдать каучуковые деревья.

**) Необходимость иметь каучуковые плантации в С. С. С. Р. была впервые ясно осознана в первые годы революции, когда совершенно прекратился импорт иностранного каучука. До этого времени мысль о возможности разводить каучуковые деревья на территории С. С. С. Р. и быть независимым от заграницы никому не приходила в голову, несмотря на то, что мы имели перед собой удачный пример насаждения чайных плантаций

*) Культура маниота оказалась в действительности экономически невыгодной. *Прим. Ред.*

**) Редактор воспользовался статьей д-ра Твонова в бюллетене Вав. „Красный Треугольник“, Том III, Вып. 4. *Пр. Ред.*

на Черноморском побережье Кавказа. В настоящее время Резинотрестом, при полном содействии со стороны В. С. Н. Х., ведутся работы по акклиматизации каучуковых деревьев в местности с почти тропическим климатом — в окрестностях гор. Батума. Хотя многие привезенные из заграницы экземпляры каучуковых деревьев и погибли при пересадке на кавказскую почву, в особенности в холодную зиму 1924 г., но уже выяснено, что фикус эластик и манигот картагенензис могли бы дать начало кавказским каучуковым плантациям. Многого ожидается от прививки каучуковых растений к местным породам; например, для фикуса эластик может, по всей вероятности, служить подвоем кавказский инжир (*Ficus carica*). Конечно, дело находится пока в состоянии длительных опытов и на получение в ближайшем будущем кавказского каучука рассчитывать не приходится.

Подсочка и коагуляция.

Млечный сок или латекс каучуковых деревьев находится, как указывалось выше, в особых млечных сосудах, лежащих под корою дерева. Для того, чтобы добыть латекс, нужно *подсочить* дерево, т. е. нанести ранку, обнажающую его млечные сосуды. Подсочка производится различными способами; хотя и наблюдается стремление к введению однообразия работы, все-таки каждая разновидность каучуковых деревьев имеет свой собственный лучший способ подсочки.

Сначала остановимся на способе, применяемом бразильскими серинтейросами. Он состоит в следующем: на высоте около 2 м. от земли по окружности ствола тевси делается небольшим топором (машадо)

от 2 до 5 насечек в виде буквы V (некоторые серингейро делают от 20 до 30 более мелких надрезов); под каждым надрезом при помощи комка глины прикрепляется небольшая жестяная чашечка (тигелина, т. е. «ласточкино гнездо»), в которую, в зависимости от числа надрезов, собирается от 10 до 30 куб. см. млечного сока. Содержимое чашек собирается в более крупный сосуд, куда иногда, во избежание преждевременного свертывания, прибавляется 3% раствор аммиака (панатерный спирт). Надрезы, закрывающиеся постепенно свертывающимся млечным соком, очищаются и могут давать млечный сок еще несколько раз. Через 2—3 дня надрубается новый ряд насечек, сантиметра на 4 ниже старых; эта операция продолжается до конца периода подсычки. Обычно каждый серингейро разбивает свою эстраду, насчитывающую 100—150 способных давать латекс деревьев, на 2 или 3 участка, производя подсычку каждый день поочередно на одном из участков. Количество добываемого латекса зависит от возраста и других индивидуальных особенностей деревьев; с одной эстрады снимается в среднем от 4 до 7 литров латекса в день, что дает за целый период подсычки в 150 дней (с мая по ноябрь) от 700 до 1000 литров млечного сока.

Способы подсычки, применяемые при более рациональной добыче каучука, как дикого, так и плантационного, значительно различаются от вышеописанного способа. Часто применяется подсычка «в олку» (см. рис. 3): с двух сторон под углом около 45° к оси ствола производится ряд надрезов, сходящихся в общий канал, у нижнего конца которого прикрепляется сосуд для сбора латекса. Теперь предпочтается, имея в виду

сохранение дерева, подсочка «в полуелку», т. е. надрезы делаются только с одной стороны сборного канала. Следует указать еще на способ подсочки с опускающимся V-образным надрезом. Делается только один V-образный надрез, от которого млечный сок отводится к земле вертикальным каналом. Когда такой надрез перестает давать латекс, под ним делается другой такой же надрез и т. д. По способу Циммермана на дереве делаются два V-образных надреза на расстоянии около 1 м. друг от друга, соединенные одним общим сборным каналом. По способу Кельвей — Бамбера в коре дерева надрубаются неглубокие вертикальные желобки с проколами в них на расстоянии 2 — 4 см. Наиболее хорошим способом подсочки в настоящее время считается надрез по одной трети окружности дерева сверху слева — направо вниз под углом в 15° ; млечные сосуды расположены в дереве под углом в 35° снизу слева — направо вверх, поэтому такой надрез пересечет большее количество млечных сосудов, нежели надрез, произведенный в каком-либо другом направлении.

В настоящее время на плантациях принимается, как правило, 8-ми летний перерыв, ранее которого прежние места подсочки вновь не подрезаются; дерево подсачивается не чаще, чем через день. Эти ограничения очень существенны для правильной эксплуатации плантаций, потому что при усиленной подсочке уменьшается содержание каучука в латексе и ухудшается его качество. Оловянные и жестяные чашки или скорлупы кокосовых орехов вытесняются легко очищающимися стеклянными, фарфоровыми или эмалированными чашками, потому что грязные сосуды способствуют появлению плесневых грибов, вызывающих преждевременное

свертывание млечного сока, вследствие чего получается много оскобков и недоброкачественный сырой каучук.

После получения млечного сока из каучуковых растений посредством одного из вышеописанных способов, его необходимо разделить на две составные части: каучук и сыворотку (серум.) Применяемые для этого способы чрезвычайно разнообразны и подогнать их под один шаблон, стандартизовать их еще труднее, чем способы подсочки. Некоторые млечные соки, напр. от маниота, *кокодируюти* (свертываются) часто на самом растении вскоре после выхода на поверхность коры иногда коагуляцию облегчают путем смазывания места подсочки разведенной кислотой - способ Лева); другие латексы, напр. от кастиллоа, отстаиваются, подобно коровьему молоку, при стоянии после разбавления водою; при центрофугировании такого разведенного латекса, каучуковые частицы выделяются, соединяясь в одну массу, постепенно коагулирующую. В большинстве случаев латекс коагулирует под влиянием кислот.

Сначала рассмотрим самый старый способ коагуляции - копчение, применяющееся серингейросами для получения каучука парá. Прежде всего латекс процеживается сквозь сито для очистки от посторонних частиц и хлопьев преждевременно коагулированного каучука. После процеживания происходит копчение на примитивном контильном очаге (фумейро); в нем разводится сучьями сильно дымящее пламя, в которое время от времени подбрасываются орехи пальмы *урукури* (*attalea excelsa*). Исследования Франка и Гнедигера установили, что масло, находящееся в ядре ореха урукури, по своему составу похоже на кокосовое. Испытанные смолы, полученной из скорлупы орехов, показало

присутствие муравьиной, пропионовой и, в особенности, уксусной кислот; смола содержит кроме того обычные составные части древесной смолы, в частности фенолы, феноловые эфиры, креозот и гваякол *). Еще до исследований Франка и Гнедигера, Биффену удалось установить в дыму пальмовых орехов присутствие уксусной кислоты, креозота и производных пиридина. Таким образом, при сторапли орехов образуются кислоты и фенолы; кислоты коагулируют латекс, фенолы и т. п. предохраняют от загнивания его белковые составные части, а теплота дыма способствует быстрой просушке образующегося каучука. Кончение производится обмакиванием деревянного весла или палки в латекс и держанием весла в дыму до тех пор, пока латекс не свернется; одновременно происходит испарение воды и, таким образом, образуется тонкий слой сравнительно сухого каучука. Погружение весла в латекс с последующим кончением повторяют до получения веретенообразного кэкса (каравая) каучука. Большие караваны, достигающие часто до одного метра в поперечнике, нельзя, конечно, удерживать руками на-весу; поэтому в последней стадии кончения весло опирается концом на деревянную подставку, а караван посредине, в утолщенной его части, поливается латексом. Когда караван готов, его разрезают пополам, освобождая весло.

Среди химических веществ, коагулирующих каучук, на главном месте следует поставить уксусную кислоту. Кроме нее применяется для коагуляции целый ряд других химических веществ, имеющих, однако, второстепенное значение: отвары различных растений, серная кислота, соляная

*) Различные дезинфицирующие и консервирующие вещества. *Прим. Ред.*

кислота, плавиковая кислота (пуруб), муравьиная кислота, мыльная вода, раствор квасцов и т. д. Иногда применяется немного измененный способ коагуляции каучука копчением. Например, по способу Да-Коста при помощи особого прибора в латекс вдувается струя дыма и водяного пара; при этом, якобы, каучук получается с более крепким «нервом». Паль запатентовал способ коагуляции распылением млечного сока в атмосфере углекислого газа, основываясь на предположении, что, при копчении, коагулирующей составной частью дыма является не уксусная кислота, а углекислый газ.

Каучук, добываемый на плантациях, поступает на рынок в виде *крена* или *смокед шитс* (конченных листов). Наиболее существенная разница между этими основными сортами плантационного каучука заключается в том, что из крена тщательным промыванием удаляется большая часть белковых составных частей латекса, способных вызывать загнивание; в смокед шитс такое загнивание предупреждается копчением получаемых листов каучука. В качестве коагулирующего средства применяется, за очень редкими исключениями, уксусная кислота. Отдельные партии латекса тщательно перемешиваются между собою до коагуляции, что обуславливает хороший внешний вид и однообразие получаемого каучука, который по своей окраске, чистоте и цвету должен отвечать определенным требованиям.

При получении крена, для перемешивания и разбавления латекса пользуются большими, вмещающими несколько сот галлонов *) цементами резервуарами, облицованными внутри глазурованными плитками. Млечный

*) 1 галлон == около 4½ литров. *Прим. Ред.*

сок доставляется рабочими (туземцами или китайцами — кули) в пристройку к зданию, в котором происходит дальнейшая обработка латекса; пристройка почти всегда ограждена металлической решеткой, во избежание прохода транспорта рабочих в помещение для коагуляции каучука, в котором всегда соблюдается строжайшая чистота. Доставленный и отмеренный млечный сок разбавляется водой при постоянном перемешивании деревянным ведром; после прибавления уксусной кислоты и вторичного перемешивания латекс оставляется в покое до следующего дня. Стустки свернувшегося каучука вынимаются из резервуара и подносятся к машинам для изготовления крена. Сначала снежно-белые стустки каучука пропускаются несколько раз через промывные зубчатые вальцы с крупным рифлением зубцов (о вальцах см. ниже); затем они переходят на промывные вальцы с более мелким рифлением зубцов, пропускаются через последние несколько раз и, наконец, обрабатываются на обкловенных гладких вальцах. При этой обработке они подвергаются основательной промывке водой, что придает им большую стойкость и предохраняет от плесени или «ржавчины». Последняя возникает от оставшейся в каучуке сыворотки, являющейся хорошей питательной средой для микроорганизмов; при промывке сыворотка выжимается вальцами на поверхность каучука и удаляется водой. Листы промытого крена подвергаются сушке, обычно в хорошо вентилируемых и защищенных от солнечного света помещениях. Изредка сушка производится на открытом воздухе; установлено, что солнечный свет, при не слишком продолжительном воздействии, не влияет на влажный каучук. На Цейлонских плантациях применяются специально

сушильные аппараты, действующие торачим воздухом, и вакуум—аппараты, в которых высушивание каучука разрежением воздуха достигается в несколько часов; при механической сушке листы крена должны быть меньшей толщины, чем при высушивании на воздухе. При высыхании каучук приобретает некоторую прозрачность. Каучук, вынутый из сушильных аппаратов, лишок на поверхности; он подается на машины, спрессовывающие его в пластины. Каучук, высушенный на воздухе, не дает хороших пластин, потому что он становится твердым и отдельные слои его при прессовании плохо соединяются. Иногда крен выпускается в виде толстых кусков прессованного «блока».

Для приготовления смокел нигде применяются непотопные способы работы. Раньше латекс коагулировался в отдельных формах; для этого отмеренное количество латекса перемешивалось, обрабатывалось кислотой и оставлялось в покое для равномерности коагуляции. Однако, скоро была понята важность разбавления молочного сода в зависимости от количества содержащегося в нем каучука. Если не принимать этого во внимание, то получаются листы неодинаковой толщины, требующие неодинакового времени копчения; результатом является неоднородно прокопченный каучук. В настоящее время работа ведется несколько иначе. Сильно разбавленный водной латекс процеживают через сито, задерживающее ступки преждевременно коагулировавшего каучука и посторонние тела—кору, щепки и т. д., и вливают в глазурированные цементные резервуары, имеющие меньшую высоту, нежели резервуары для коагуляции крена. При постоянном перемешивании латекса прибавляется сильно разведенная уксусная кислота, после чего смесь вторично

перемешивается; сильным разбавлением и тщательным перемешиванием латекса и кислоты достигается однородность, по крепости и толщине, получаемого каучука. После окончания перемешивания, в резервуар вставляются доски, которыми большой сосуд делится на ряд небольших ячеек, соответствующих прежним формам. После коагуляции в каждой ячейке получается по тонкому листу каучука, который вынимается и поступает на отжимные вальцы. Для этой цели пользуются, обычно, легкими вальцами, валики которых имеют одинаковую скорость вращения; таким образом, на этих вальцах каучук только отдает излишек воды, не перетираясь и не растягиваясь. Почти всегда валики имеют рифление и каучук, проходя через них, получает заводское клеймо. Иногда каучук обмывается снаружи для придания ему большей стойкости против плесени. Откатые листы смекодшита часто сушатся на воздухе; во всяком случае, предварительная подсушка листов перед кончением желательна. Кончение предохраняет каучук от «ржавчины». Контильня представляет собою двух-этажное здание с приспособлениями для вентиляции. В верхнем этаже на рамах развешивается каучук; в нижнем этаже помещается топка, продукты горения которой, пройдя через решетчатый потолок, попадают к каучуку. Для снятия прокопченных листов каучука было необходимо наличие особого дымохода, отводящего стороной продукты горения; это, конечно, приводило к охлаждению помещения и к нарушению непрерывности кончения. Для устранения этого неудобства было предложено множество улучшений. Контильня системы Девона делится на отдельные камеры, каждую из которых можно в отдельности загружать и разгружать извею. В контильне Боркера листы каучука,

вкладыши на рамах, продвигаются механическим путем по длинной камере, в конце которой помещается тонка (принцип противотока). Копчение продолжается, в среднем, 9—10 дней. Интересно остановиться на копчении по способу Вёрна, который является подражанием способу копчения каучука паром; при этом способе каучук коптится продуктами разложения уксусной и карболовой кислот, смесь которых льется на раскаленный противень. При таком способе копчения, судя по литературным данным, получается смокол шито с особенно крепким «нервом».

Перейдем к коагуляции диких *африканских каучуков*. Туземцы не очень разборчивы в средствах коагуляции, что сильно отражается на качестве африканских каучуков. Млечный сок часто коагулируется на самом дереве, для чего прорезанные в коре желобки смазываются коагулирующими средствами (сок диких лимонов, плодов хлебного дерева, тамаринда и т. д.). При таком способе коагуляции каучук получается в виде загрязненных корой полосок, которые либо заплетаются в жгуты, либо сбиваются в крупные комья. В некоторых местностях негры просто обмазывают свое тело млечным соком; коагуляция происходит за счет содержащихся в человеческом поте кислот: уксусной, масляной и т. д. При всех этих варварских способах коагуляции получается много отбросов, сильно загрязненных посторонними веществами; эти отбросы поступают на рынок малоценной разновидностью основного сорта каучука под общим названием „*скрепе*“ (*scrapes-окребки*). Подсочка каучуковых лат производится путем насечки в коре ряда поперечных надрезов; выделяющийся сок свертывается на растении по прошествии нескольких

часов, после чего каучук снимается небольшими полосками. До нанесения надрезов кора латекса часто натирается соленой водой, лимонным соком и т. д. Выделяющийся латекс иногда собирается в сосуды и коагулируется путем выливания в кипящую воду. Более выгодным способом, по количеству собираемого латекса, является срубание стеблей латекса; этот способ, однако, приносит серьезный вред растению. Срубленные стебли либо размалываются целиком, либо сначала сушатся, а затем околачиваются, что заставляет частицы каучука соединиться вместе и выступить на концах стеблей. Для размола существуют специальные дробильные машины, в которых части растений пропускаются между колесом с отдельными крупными зубьями и зубчатой же пружинящей доской; волокна растений, содержащие каучук, раздвигаются при этой операции. Оказались удобными небольшие переносные дробильные машины, в которых растения измельчаются на самом месте их добычи, что уменьшает расходы по транспорту. После дробления растения растираются на мельницах; древесные волокна вымываются струей горячей воды, а оставшийся каучук коагулируется. Подобным же образом добывается гвайюль: раздробленные волокна растения обрабатываются бензином, растворяющим заключенный в волокнах каучук.

В заключение следует остановить внимание читателей на последнем слове техники коагуляции—*«распыленном латексе»* Голкинсона. При этом способе латекс распыляется на мелкие капельки в атмосферу горячего воздуха, причем одновременно происходит как высушивание, так и коагуляция каучука, который получается при этом с очень крепким «первом» в виде мелкого

порошка. Этот каучуковый порошок, будучи смешан с серою и другими примесями, может непосредственно запрессовываться в формы и подвергаться вулканизации. Такой способ работы устраняет ряд машин вспомогательного характера — вальцы, каландры, мастикаторы и т. д. и является, пожалуй, новым этапом на пути развития резиновой промышленности.

2. Значение каучука в мировом хозяйстве.

Добыча и потребление каучука. *)

Мировая добыча каучука, составлявшая в 1911 г. всего около 75.000 тонн, за последние годы чрезвычайно возросла и с такой же интенсивностью продолжает расти. Количество добытого каучука с 1913 г. по 1924 г. указано в табл. I.

Таблица I. Мировая добыча каучука.

Г О Д.	Количество каучука в тоннах.
1913	108.440
1914	120.380
1915	158.702
1916	201.598
1917	265.698
1918	296.579
1919	326.850
1920	343.721
1921	293.960
1922	378.920
1923	408.000
1924	420.000

*) Таблицы частично дополнены по данным, помещенным в бюллетенях зав. „Красный Треугольник“. *Прим. Ред.*

Крупнейшим потребителем каучука являются Соединенные Штаты. Потребление каучука по отдельным странам видно из табл. II.

Таблица II. Мировое потребление каучука.

СТРАНЫ.	В 1917 г. в тоннах.	В 1923 г. в тоннах.
Соединенные Штаты	183.375	305.500
Англия	25.983	**)
Франция	17.000	31.108
Италия	9.000	7.996
Япония	4.500	16.246
С. С. С. Р.	7.500	5.000
Германия и Австрия	3.000	19.436
Прочие страны	5.323	20.058

Около 80% мировой добычи каучука идет в настоящее время на изготовление автомобильных шин.

Данные о количестве каучука, приходящемся в разных странах на 1 человека, помещены в табл. III.

Таблица III. Потребление каучука в разных странах для 1922 г.

СТРАНЫ.	Потребление на 1 челов. в англ. фунтах.
Соединен. Штаты	5,90
Англия	1,48
Франция	1,00
Италия	0,50
Германия	0,36
Япония	0,33
С. С. С. Р.	около 0,10

**) Около 40 — 45 тысяч тонн. *Прим. Ред.*

В настоящее время на долю плантационного каучука приходится около $\frac{1}{5}$ всего добываемого количества. Ход развития плантационного дела ясно виден из таблиц IV и V.

Таблица IV. Количество добываемого плантационного и дикого каучука.

Г О Д.	Плантационный каучук в тоннах.	Дикий каучук в тоннах.
1907	995	68.000
1908	1.800	63.000
1909	3.000	66.000
1910	8.200	66.000
1911	14.000	60.730
1912	25.518	70.410
1913	47.618	60.822
1914	71.380	40.000
1915	104.821	50.815
1916	152.850	49.948
1917	204.348	52.628
1918	—	—
1919	314.000	52.400
1920	330.000	38.000
1921	270.000	23.000
1922	374.000	25.000
1923	355.000	27.000
1924	389.500	30.500

Таблица V. Площадь занимаемая плантациями в акрах.

СТРАНЬ.	В 1917 г.	В 1923 г.
Малакка	800.000	2.226.000
Голландск. Ост-Индия . .	700.000	1.096.000
Цейлон	300.000	390.000
Индия	55.000	124.000
Британск. Борнео	50.000	50.000
Прочие страны	8.000	129.000

Следует отметить, что начало плантационного дела относится к 1876 г., когда на о. Цейлоне были впервые произведены насаждения бразильской гевей; однако, сильное развитие каучуковых плантаций начинается только с 1900 года.

Сорта каучука.

Выше указывалось, что высший сорт дикого каучука получается из бразильской и других гевей. По данным Уле и Губера, в районе реки Амазонки добывается каучук не только из гевей, но и из других видов молочайных. Все эти сорта каучука поступают на рынок, под общим названием „*пара*“, в виде больших, круглых, слегка сплюснутых кэксов (караваев) весом по 10—15 клгр.; *пара* отличается от других сортов каучука особым запахом, напоминающим запах ветчины. Этот сорт каучука делится на „*айленд*“ (*island*-остров) и „*эпривер*“ (*upriver* — верховье реки); разница между ними заключается в том, что первая разновидность

добывается в нижнем течении реки (отсюда и название „айленд“, потому что дельта р. Амазонки богата островами), а эпривер пара получается с верховьев реки; следует указать, что способы получения каучука и виды гевей могут быть очень различны, но строго разграничить, где кончается один сорт и начинается другой, является чрезвычайно затруднительным. Гораздо существеннее различие между „пара файн хард кьюр“ (*para fine hard cure* — высший пара сильно копченый) и „пара файн софт кьюр“ (*para fine soft cure* — высший пара слабо копченый). Пара хард коптится дольше и лучше; отдельные слои каучука можно довольно легко отделить друг от друга. Пара софт образует более однородные караваи с трудно отделяющимися слоями. По качеству оба сорта почти одинаковы и разница между ними незначительна. Каучук, в котором из за небрежной работы остается сыворотка млечного сова, продается под названием „пара энтерфайн“ (*para entrefine*) или „пара медиум“ (*para medium*), т. е. средний пара. Каучук из оставшегося в сосудах и коагулировавшего самопроизвольно латекса собирается совместно с каучуком, коагулировавшимся на дереве, слепляется в шары или полосы и поступает на рынок под названием „сернамби“ (*sernamby*) или „корз пара“ (*coarse para* — грубый пара). Еще ниже по качеству являются отбросы сернамби, поступающие в продажу в виде больших, неровных шаров, напоминающих курчавую голову негра, под названием „нигрохед“ (*negro head* — голова негра).

Из других *бразильских* сортов каучука ограничимся перечислением следующих: „камета“ (*cameta*) — светлая равновидность нигрохедов, добывается из латекса гевей;

„манисоба“ (*manisoba*) или „цеара“ (*ceara*) — неопеченный сорт каучука, добываемый в округе Цеара из латекса манигота и представляющий собою скатанные в комья полупрозрачные капли каучука с большим количеством посторонних примесей; „каучо“ (*caucho*) — шары или полосы каучука из латекса гевей и кастиллоа; „маттогросо“ (*matto grosso*) или „вирджин пара“ (*virgin para*) — коагулированный кислотой каучук из округа Маттогросо, поступающий в продажу в виде светлых, плоских, четырехугольных кусков.

Кроме вышеуказанных сортов бразильского каучука, имеется много других *американских* сортов, поступающих из различных государств Южной и Центральной Америки. Следует упомянуть о „перувиан“, добываемом в Перу из латекса гевей, о „манабейра“ — из млечного сока ганкорнии специова — и о различных сортах каучука, добывающихся из латекса кастиллоа в Эквадоре, Колумбии, Панаме, Коста-Рика, Гондурасе, Никарагуа, Гватемале и Мексике. Большинство этих сортов каучука представляют собою темные, плоские, кожистые полосы или шары скрепа (оскребок) и называются по месту их добычи.

Большое разнообразие представляют *африканские* сорта каучука, которые, к тому же, добываются из самых разнообразных растений. Обычно они имеют форму шара; если шары массивны, то их обозначают общим названием „болл“ (*ball* — шар); если же шары составлены из отдельных полос, хлопьев, жгутов или оскребок, то они поступают на рынок под названием „нигер“ (*nigger* — негр). Из других форм африканских сортов каучука следует указать на блины (*biscuits*), шашки (*slabs*), листы (*sheets*) и колбаски (*sausages*). Сорта каучука,

добываемые преимущественно из ландольфий, фунтумий и фикусов, называются по месту их добычи: Сенегал, Гамбия, Сьерра-Леоне, Либерия, Лагос, Конго, Кассай, Мозамбик и т. д.

Наиболее важными из *азиатских* сортов дикаго каучука являются индийские, к которым относятся ассамские и бирманские сорта (последние под названием „рангун“ (*rangoon*)). Они добываются из латекса фикуса эластика и продаются резанными кусками правильной формы.

На Малаккском полуострове добываются сорта „пенанг“ и „потанг“; они получаются из латекса фикусов в виде больших коричневых комьев или плетеных жгутов. С Суматры и Явы поступают сорта каучука, схожие с Малаккскими сортами. Борнео поставляет сорта каучука различного происхождения и формы; часть их содержит много смолистых веществ, поэтому борнейские сорта каучука расцениваются довольно низко.

Плантационные сорта каучука, являющиеся в настоящее время преобладающими на мировом рынке, добываются главным образом из бразильской гевеи и делятся на мытые сорта (различные *крепы*) и копченый каучук (*смокед шитс*). Крепы делятся по цвету: светлый креп, средний креп, темный креп и черный креп. Промытый и прокопченный каучук идет под названием „смокед креп“. В настоящее время, не смотря на стремление плантаторов стандартизовать плантационные сорта каучука, почти каждая плантация обозначает выпускаемые ею сорта каучука своими собственными марками. Плантационный каучук обычно называется по месту его добычи.

Торговля каучуком.

Способы упаковки каучука, в особенности дикого, очень разнообразны и зависят от его качества и места добычи. Следует иметь в виду, что многие сорта дикого каучука, прежде чем они попадают на суда или железные дороги, подвозящие их на склады экспортной гавани, зачастую переносятся на сотни и даже тысячи километров по едва проходимым тропицам на спинах носильщиков или перевозятся в тюках на вьючных животных. Чем дальше переправляется каучук таким первобытным образом, тем меньших размеров должны быть отдельные тюки и ящики. Обычно каучук упаковывается в ящики, мешки или плетенки; при благоприятных условиях транспорта применяется более крупная упаковка; в некоторых случаях употребляются бочки емкостью до 500-700 кгр. На складах экспортной гавани часто происходит предварительная сортировка товара; караваны каучука пара или нарезаются, или отправляются дальше без сортировки под названием „*сикут*“ (*insit*—нерезанный). В гавани же происходит переупаковка каучука из небольших тюков в большие ящики.

Плантационный каучук транспортируется в гораздо лучших условиях. Все старания плантаторов направлены к тому, чтобы упаковывался и экспортировался только совершенно сухой каучук. Плантатору приходится вести систематическую борьбу с тропическим воздухом, пересыщенным влагою; однако, несмотря на все принимаемые предосторожности, по прибытии каучука в Европу часто обнаруживаются следы плесени, хотя при упаковке каучука листы его были безукоризненными. Дело в том, что как смокд шите, так и крепы поглощают влагу,

которая значительно увеличивает их вес. Пол упаковочного помещения делается обычно каменным, а не цементным, на котором может собираться влага, проникающая в упаковку. Это проникновение влаги усугубляется тем обстоятельством, что для упаковки каучука применяются дешевые деревянные ящики из рыхлого дерева, защита которых от влаги очень затруднительна. Наибольшее количество жалоб фабрикантов на загрязненность плантационного каучука должно быть объяснено плохой упаковкой; в плантационных сортах каучука попадают, главным образом, мусор и песок. На плантациях, в общем, стараются изготовлять и экспортировать только чистый продукт; порча каучука происходит обычно при переупаковках, сортировке, погрузке на суда, при повреждении ящиков и т. д.

До Европейской войны 1914 г. самым крупным местом торговли каучуком являлся Лондон. Недалеко от известного Лондонского моста через реку Темзу находятся большие склады сырого каучука, привозимого из различных тропических стран. По прибытии на склад, каучук распаковывается из ящиков и тюков, разрезается на более мелкие куски (если он прибывает крупными караваями) и подвергается тщательной сортировке и оценке. Отдельные сорта каучука размещаются на полках в больших, темных, защищенных от колебания температуры подвалах. Лица, желающие купить ту или иную партию каучука, берут ее пробы либо непосредственно на складе, либо из контор маклеров, расположенных в невзрачном, лишенном света переулке недалеко от Лондонского Банка. Образец партии исследуется на содержание влаги, количество посторонних примесей и на общие свойства каучука; приходя на двухнедель-

ные аукционы, покупатель, на основании результатов испытания образца, точно знает высшую цену, которую можно предложить за соответствующую партию. Аукционы бывают открытыми и, при правильной оценке каучука путем испытания образцов, можно безбоязненно предложить наивысшую, по мнению покупателя, цену. Таким образом, на этих аукционах соблюдаются как интересы покупателя, так и интересы продавца.

Система «записок», практиковавшаяся до Европейской войны в Антверпене (в Бельгии), сильно отличается от Лондонской системы продажи каучука с аукциона. Антверпенский покупатель тоже имеет возможность получить образцы и испытать их, но цена партии каучука дается им не на открытых торгах, а путем подачи закрытых письменных предложений, вскрываемых в день торгов. Партия каучука достается предложившему наивысшую цену. Если дело ведется честно, то никто из покупателей не знает цен своих конкурентов. Во всяком случае, при системе «записок» соблюдаются только интересы продавцов.

Главнейшими рынками каучука до войны 1914 г. были: Лондон, Ливерпуль (Англия), Гамбург (Германия), Антверпен (Бельгия), Нью-Йорк (Соед. Штаты), Роттердам (Голландия), Гавр и Бордо (Франция). После войны значение Англии на мировом рынке каучука сильно упало; в то время, как в 1915 г. через Англию проходила половина добываемого каучука, в 1918 г. ее рынки пропустили всего только одну шестую часть добычи каучука. В настоящее время самым крупным рынком каучука оказывается Нью-Йорк; одновременно Соединенные Штаты являются крупнейшим потребителем каучука. По всей вероятности, такое положение сохранится и в бу-

душем и заботливые предприниматели начинают завязывать сношения с Соединенными Штатами.

Цены на каучук подвержены сильным колебаниям, происходящим часто от чисто спекулятивных причин. Происходивший в 1920—1921. годах послевоенный застой промышленности настолько понизил цены на сырой каучук, что плантаторам пришлось правительственными мерами задерживать часть каучука на плантациях, чтобы иметь возможность выгодно продавать его. В конце 1924 года цены на сырой каучук подошли к довоенным ценам и имеют стремление все более и более повышаться, отчасти вследствие увеличивающейся потребности в каучуке в связи с ростом автомобилизма, отчасти же вследствие нежелания плантаторов сильно увеличивать плантации из за боязни понижения цен на каучук.

3. Химия каучука.

Латекс, составные части и основные свойства каучука.

При рассматривании под микроскопом, *млечный сок* (*латекс*) представляется нам, подобно коровьему молоку, смесью двух жидкостей: в прозрачной жидкости серума (сыворотки) плавают отдельные шарики другой жидкости, имеющие в поперечнике около 2-3 микронов (1 микрон — 0,001 миллиметра). Как удельный вес млечного сока, так и величина и число шариков зависят от породы каучукового растения; Тилле дает следующие цифры, могущие, конечно, в отдельных случаях весьма значительно отклоняться:

РАСТЕНИЕ	Удельный вес латекса	Диаметр шариков в микронах	Количество каучука в %/о
Бразильская гевея	0,986	3	32
Фигус эластича . .	0,957	3 — 7	40
Ландольфия оваринанте	0,990	1	28

Шарики млечного сока еще не представляют собою каучука; они являются химическим соединением угле-

рода с водородом — углеводородами жирного ряда, имеющими одинаковый с каучуком химический состав. При коагуляции млечного сока происходит полимеризация (уплотнение) жидких шариков, образующих при этом настоящий каучук. Кроме углеводов, шарики млечного сока содержат смолы, белки и красящие вещества. Анализ млечного сока бразильской гевеи дает, по данным Фарадея и др., около 56% воды, 32% чистого каучука, 7% азотистых красящих веществ, 3% растворимых в спирту веществ и 2% белков. Некоторые сорта каучука имеют большое содержание смол, что ухудшает качество продукта. Вследствие присутствия красящих веществ, каучук бывает окрашенным в более или менее темный коричневый цвет. Впрочем, эта окраска может зависеть от присутствия энзимов (микроорганизмов), действие которых парализуется погружением свежескоагулированного каучука в горячую воду.

Несмотря на многолетнее изучение *химического строения* углеводорода каучука, оно до настоящего времени еще окончательно не выяснено. По всей вероятности, сорта каучука из млечных соков различных пород растений, а может быть даже от того же растения, но коагулированные различными способами, имеют различный химический состав, по крайней мере различный молекулярный вес содержащегося в них углеводорода каучука; все-же, все они отвечают общей формуле $(C_{10}H_{16})_n$, где «*n*» является неизвестной, различной для отдельных сортов каучука величиной. Основываясь на предположении, что углеводород каучук представляет собою продукт полимеризации изопрена (C_5H_8), Вебер предложил в 1903 г. для этого углеводорода название «полипрен». Углеводород каучука на-

ходится в латексе в виде жидкого маслянистого вещества (вероятно в виде дипентена), что установлено Вебером, и образуется из него при коагуляции путем полимеризации. Степень полимеризации отдельных частиц углеводорода неодинакова и каучук представляет собою смесь различно-полимеризованных углеводородов.

С технической точки зрения, важнейшими химическими и физическими свойствами каучука являются: окисление кислородом воздуха и серною кислотой, растворимость в крепкой азотной кислоте с разрушением строения каучука, превращение в растворимое в спирту вещество при взаимодействии с хромовой кислотой, персульфатами и перекисями, деполимеризация (распад на более мелкие молекулы — явление, обратное полимеризации) при вальцевании, т. е. при механических воздействиях, при нагревании (начиная с 120°C .) и при взаимодействии с перманганатами, постоянство при обработке щелочами, соединение с серою и ее галондопроизводными (см. ниже главу «Вулканизация каучука»), частичная или полная растворимость в эфире, хлороформе, сероуглероде, четыреххлористом углероде, трихлорэтане, трихлорэтилене, скипидаре, жирных и эфирных маслах, в продуктах перегонки нефти (бензине, керосине и т. д.) и каменноугольной смолы (бензоле, ксилоле, сольвент-нафте и т. д.); нафталин, фенол, крезол, минеральные масла и нитробензол действуют растворяюще на каучук только выше его точки плавления (и одновременно точки деполимеризации). Во всех случаях растворению каучука предшествует его набухание в растворителе.

Каучук не растворим в воде, спирте и ацетоне, но может удерживать их, как и большинство других жид-

костей, в довольно больших количествах (воды до 26%), образуя с ними, по всей вероятности, твердые растворы; удаление этих жидкостей из каучука не легко и обычно может быть достигнуто только нагреванием.

По данным Шидровица, каучук, подобно другим коллоидам, имеет сетчатое строение, потому что он образуется из отдельных шариков, находящихся в млечном соке. Поэтому, растворы невальцованного каучука содержат отдельные шарики каучука, похожие на таковые в латексе. Удельный вес каучука колеблется около 0,950.

К наиболее важным *механическим свойствам* каучука относятся его растяжимость и упругость; в каучуке эти свойства одинаковы во всех направлениях и больше, чем у любого иного вещества; нити из каучука пара растягиваются до 4-х—7-ми кратной длины их и по прекращении растягивающего усилия возвращаются немедленно к своей первоначальной длине. Если растягивающее усилие действует на каучук в продолжении нескольких недель, то образуется некоторое остаточное удлинение и вернуть каучуку упругость (и то не в полной мере) можно только нагреванием его приблизительно до 40°. Упругость каучука и его большое сопротивление разрыву называют «*нервом*».

Для производства, кроме растяжимости, упругости, вязкости и сопротивления разрыву, важна *сила сцепления* каучука; свежие поверхности каучука, будучи прижаты друг к другу, соединяются между собою в одно целое, в особенности при небольшом нагревании. Так же сильна способность каучука соединяться в одно целое с некоторыми другими веществами, в особенности с тканями, с которыми свежие поверхности каучука прочно

соединяются прикатыванием; небольшое нагревание облегчает эту операцию.

Вышеупомянутыми свойствами каучук обладает только в пределах от 4° до 50° Ц.; при охлаждении ниже 4° каучук становится не эластичным, хрупким, кожистым и лишается способности сцепляться свежими поверхностями; для возвращения этих свойств охлажденному каучуку требуется нагревание его до 40° . При температуре выше 100° каучук становится клейким, при 180° начинает плавиться, превращаясь в вязкую жидкость, не затвердевающую при охлаждении.

Каучук горит сильно-копящим пламенем с резким, характерным запахом.

Очень важна газо- и водонепроницаемость каучука; конечно, об абсолютной непроницаемости не может быть и речи, потому что скорость диффузии (диффузия — прохождение газов или жидкостей через другие тела), зависящая от качества каучука и природы газа, как бы она ни была мала, никогда не равняется нулю.

В заключение следует указать на *незначительную тепло-и электропроводность* каучука.

Синтетический (искусственный) каучук.

В предыдущей главе указывалось, что вещество каучука представляет собою углеводород, т. е. соединение углеродных атомов с водородными; состав каучука выражается химической формулой $(C_{10}H_{16})_n$. Из продуктов распада, получающихся при сухой перегонке (нагревании без доступа воздуха) каучука, Гревиль Вильямс в 1860 году выделил *изопрен*, представляющий собою летучее маслообразное вещество и имеющий моле-

кулярную формулу C_5H_8 , похожую на формулу каучука. В 1879 году, а теоретически уже в 1875 году, Бушарда впервые произвел некоторое подобие синтеза каучука, полимеризовав (уплотнив) *изопрен* при помощи хлористоводородного газа и получив при этом каучукоподобное вещество. Этот синтез, осуществимость которого вызвала некоторые сомнения, был повторен в 1882 году Тильденом и Валлахом, получившими изопрен из американского скипидара при пропускании его через раскаленную до красна трубку. По Тильдену, полимеризация изопрена в полипрен происходила вследствие присутствия следов муравьиной кислоты. В 1892 году Джордж выбрал английской патент на получение каучука из изопрена путем обработки последнего соляной кислотой. Несмотря на то, что задача получения синтетического каучука была лабораторно разрешена, этот способ пополнения запасов природного каучука практического значения не получил.

Дальнейшие изыскания способов искусственного получения каучука основывались на чрезвычайно важных работах по изучению его строения, проделанных в 1904—1905 г. г. Гарриесом, получившим уже в 1902 году каучукоподобное вещество из мирцена ($C_{10}H_{16}$). В 1907 г. Гейнеманом были взяты английский и французский патенты на получение изопрена из ацетилен, этилена и хлорметана и синтез каучука из получаемого изопрена путем пропускания его через раскаленную медную трубку. Большие работы по техническому получению искусственного каучука были проделаны в лабораториях крупных немецких химических заводов, в особенности на заводе Байера в Эльберфельде. На этом заводе в 1909 г. Ф. Гофману и его сотрудникам удалось

получить синтетический каучук, имеющий большое сходство с природным продуктом, путем нагревания под давлением изопрена и его гомологов *) с прибавлением катализаторов, т. е. веществ, способствующих полимеризации. Высокая цена на каучук, доходившая в 1910 году до 13 р. 50 к. за килограмм, побуждала, конечно, к изысканию способов замены дорогого природного продукта искусственным; во время этого увлечения синтезом каучука—с 1910 г. по 1914 г.—было зарегистрировано до 500 патентов на способы получения синтетического каучука. Когда цена на него упала, работы по синтезу прекратились, как не имеющие непосредственного практического применения. Во время войны 1914 г. Германия с Австрией успешно возобновили работы по синтезу, покрывая недостаток привозного природного каучука синтетическим продуктом собственного производства; после войны получение синтетического каучука в Германии прекратилось.

Исходным материалом для получения синтетического каучука берутся 2, 3- диметилбутadiен—(1, 3), изопрен и зитрен. *Диметилбутadiен*, являющийся основным материалом для получения т. наз. «метилового каучука», добывается из ацетона, восстанавливая его в pinaкон и переводя последний в диметилбутadiен с отщеплением воды; для последней реакции pinaкон пропускается под уменьшенным давлением через нагретые до 400° Ц. куски глинозема или кипятится с небольшим количеством слабой серной кислоты.

Изопрен, который, по всей вероятности, должен стать в будущем главным исходным материалом для получения

*) Т. е. соединений, сходных с ним по строению. *Прим. Ред.*

синтетического каучука, чаще всего добывается тоже из ацетона. Для этой цели ацетон обрабатывается амидом натрия в эфирном растворе, причем он переходит в натриевую соль изоацетона. Из этой соли, путем прищепления ацетилену, получается 3-метилбутинол, дающий по восстановлению 3-метилбутенол, переходящий отщеплением воды в изопрен. Другими исходными материалами для получения изопрена являются пентаны, находящиеся в нефти, изоамиловый спирт, орто- и пара-крезол и целый ряд других веществ. Из-за сложности способов получения изопрена из этих веществ, в настоящем кратком очерке входить в подробное рассмотрение их не представляется возможным.

Эритрен, являющийся третьим исходным материалом для получения синтетического каучука, добывается различными способами при перегревании гидро-бензола или фенола, из первых отгонов сырого бензола, из нефти и т. д.

Способы полимеризации, при помощи которых из вышеупомянутых исходных материалов получают синтетический каучук, очень разнообразны, сложны и продолжительны. По способу Гофмана бутадиев полимеризуется при нагревании под давлением. Получающийся при этом каучук вулканизуется очень медленно и чрезвычайно легко окисляется. Добавляя некоторые примеси, можно сделать его эластичнее и задержать окисление.

Другие многочисленные способы полимеризации дают синтетические каучуки, различающиеся, более и менее, по своим свойствам друг от друга.

Что касается до значения синтетического каучука в будущем, то предсказать это в настоящее время не представляется возможным. Во всяком случае, во всех

странах, не исключая и С. С. С. Р., ведется дальнейшая научная разработка способов получения синтетического каучука; нужно надеяться, что в конечном итоге изысканий удастся получить дешевый искусственный каучук, не уступающий по своему качеству естественному. Нужда в получении синтетического каучука в большом масштабе может возникнуть очень скоро, потому что возрастание потребности в каучуке идет более быстрым шагом, нежели увеличение добычи каучука.

Вулканизация каучука.

Неоднократно упоминалось, что чистый каучук имеет очень ограниченное техническое применение и большая часть каучука применяется в *вулканизованном* состоянии т. е. в состоянии химического соединения с серой. Уже в 1832 году, т. е. в самом начале научного изучения свойств каучука, Людendorff заметил, что раствор каучука в скипидаре, нагретый с примесью 3% серы, теряет свою липкость и хорошо сопротивляется действию света и кислорода воздуха. Далее, Бензингером было найдено, что каучук, осыпанный серным цветом, имеет меньшую клейкость. Однако, только в 1839 г. американцу Чарльзу Гуд'иру удалось придать этому обстоятельству техническую ценность; после долгих неудачных опытов он нашел, по всей вероятности случайно, что каучук, нагретый до 130-150° в смеси с 7-15% серы в закрытом котле под давлением в 3-4 атмосферы, не становится хрупким при охлаждении до 4° Ц. Англичанин Ганкок, узнавший, что в способе обработки каучука Гуд'ира главную роль играет сера, нашел в 1842 году, что каучук, погруженный в расплавленную серу, дает при средних температурах упругий вулканизован-

ный каучук; при высоких температурах получается неэластичное, смолоподобное вещество.

Сравнительно подробные сведения о химизме процесса вулканизации даны впервые в работах Генрикеса и Вебера; последний, в своем труде «Основы теории вулканизации каучука», опубликованном в 1902 году, высказывает предположение, что при вулканизации образуется целый ряд соединений каучука с серой; по всей вероятности, высшим членом ряда является соединение $C_{100}H_{160}S_{20}$, а высшим членом — соединение $C_{100}H_{160}S$. Нижние члены этого ряда, получаемые при небольшом количестве серы, небольших давлениях и времени вулканизации, мало отличаются от сырого каучука («мягкая резина»); с увеличением количества прибавляемой в смесь серы, температуры и времени вулканизации каучук теряет постепенно свою клейкость и, взамен этого, становится эластичнее и тверже. При дальнейшем увеличении количества серы, температуры и времени вулканизации, каучук становится еще тверже; эластичность его при этом начинает уменьшаться и высший член ряда (с 50% серы, вулканизованный при $165^{\circ}C$. в течение 6-12 часов) представляет собою черную, совершенно лишенную запаха, рогообразную массу («роговая резина» или «эбонит»). Предел вулканизации достигается при содержании 32% связанной серы. Таким образом, вулканизация каучука может дать целый ряд веществ, значительно отличающихся друг от друга как по внешности, так и по своим физическим и химическим свойствам и имеющих, конечно, различное техническое применение.

Многолетним предметом исследований и обсуждений, в связи с развитием физической химии, в особенности

коллоидной химии, являлся вопрос о *сущности* вулканизации; однако, до сего времени неизвестно, представляет ли вулканизация химическую реакцию или физический процесс. До настоящего времени существуют различные теории вулканизации, как чисто химические, так и чисто физические, но большинство ученых склоняется к определению вулканизации, как физико-химического процесса. Из последних работ по вулканизации укажем на работы Спенса и Лёвена, являющихся сторонниками химического характера вулканизации; по их данным, вулканизация представляет собою каталитическую реакцию, происходящую при любой температуре; каучук, гуттаперча и балата относятся одинаково к вулканизации; последняя оканчивается при соединении каучука с 32% серы.

Количество серы, температура и время вулканизации, необходимые для получения определенной *степени вулканизации*, зависят от сорта каучука; пара и лучшие сорта плантационного каучука требуют меньшего количества серы, более низкой температуры и меньшей продолжительности вулканизации, чем африканские и индийские сорта каучука. При испытании различных образцов вулканизированного каучука выяснилось, что количество серы, требуемое для вулканизации, может быть различное, в зависимости от сорта каучука, не влияя при этом на степень вулканизации. Другими словами, равные количества связанной серы, при вулканизации различных сортов каучука, еще не указывают на равную степень вулканизации и, наоборот, различные количества связанной серы для различных сортов каучука может в итоге дать одинаковую степень вулканизации. Чтобы получить сравнимые величины,

необходимо из полученного при анализе процентного содержания каучука и связанной серы пересчитывать количество последней в процентах на чистый каучук; найденное таким образом число называется по Веберу „коэффициентом вулканизации“. Зная коэффициент вулканизации, можно во многих случаях определить, содержит ли то или иное изделие только каучук пара, смесь ли его с африканскими сортами или одни только африканские сорта; применение плантационных сортов значительно затруднило такие определения. Для мягкой резины коэффициент вулканизации составляет 4-15 ‰, для эбонита—20-50 ‰.

Для изучения степени вулканизации полезно также вычислять количество *общей серы* (сумму связанной и свободной, т. е. не соединившейся с каучуком; серы) в процентном отношении к полученному при анализе количеству каучука.

Всем видам вулканизованного каучука свойственны, в отличие от сырого каучука, малая клейкость свежих поверхностей, как между собою, так и с другими веществами, меньшая растворимость, пористость и теплопроводность и стойкость при температурах от 0°-150° Ц.

Описанные выше способы вулканизации—нагревание под давлением или погружение в расплавленную серу—называются „горячей“ вулканизацией. Кроме этих способов, существует еще „холодная“ вулканизация, состоящая в действии на каучук слабого раствора хлористой серы (S_2Cl_2) или ее паров. Этот способ вулканизации открыт в 1846 г. Александром Парксом; изделия погружаются, в среднем, на 1½-3 минуты в ванну, состоящую из 100 частей сероуглерода, бензина или бензола и 1-2½ частей хлористой серы (S_2Cl_2), после чего

быстро высушиваются в струе сухого воздуха, нагретого, приблизительно, до 25°. Процесс вулканизации при этом способе несколько иной, чем при горячей вулканизации, потому что хлор из хлористой серы тоже соединяется с каучуком, но результат процесса тот же — вулканизация каучука. В 1921 году открыт еще новый способ вулканизации, особенно пригодный для вулканизации тонкостенных изделий и прорезиненных окрашенных тканей, — газовой. При этом способе, открытом Пичи, на каучук действуют поочередно сернистым газом и сероводородом, поглощаемыми каучуком. Между двумя поглощенными газами происходит реакция, результатом которой является выделение серы, тотчас же соединяющейся с каучуком; в конечном итоге получается вулканизированный каучук.

В вулканизированном каучуке часть примешанной к нему серы непременно остается несвязанной с каучуком (т. наз. «свободная сера»). Избыток такой серы влечет за собою ее «выцветание», т. е. выступление серы на поверхность изделий, что придает им некрасивый вид и обесценивает их. Однако, в некоторых случаях приходится умышленно вызывать выцветание серы, чтобы придать темным смесям серую наружную окраску.

4. Примеси.

Минеральные и растительные примеси.

Примесь *серы* к *каучуку* необходима для его вулканизации; для этой цели обычно пользуются *серным цветом*, представляющим собою тончайший порошок выжженных паров *серы*.

Кроме *серы* часто *примешиваются* и другие вещества, имеющие своей целью придать *каучуку* какие-либо *специальные* качества: изменить *механические* свойства *каучука* в определенном направлении, окрасить его в определенный цвет или просто удешевить стоимость изделия.

Из *примесей*, улучшающих *механические* свойства *каучука*, следует на первом месте поставить *окись цинка* (*цинковые белила*) и *сажу*; последняя особенно способствует сопротивлению *каучука* на стирание. Конечно, кроме этих двух веществ, известны и многие другие вещества, тоже повышающие механическую прочность *каучука*. За последнее время, в связи с развитием исследования свойств *каучука* с помощью микроскопа, выясняется, что для повышения механической прочности *каучука* необходимо иметь примеси в состоянии *наитончайшего измельчения*. Затем, необходимо хорошее *смачивание* примесей *каучуком*, потому что иначе при смешении их на вальцах неизбежно обра-

зуются поры, сильно ухудшающие механическую прочность смеси; кроме того, плохое смачивание часто влечет за собою неравномерность распределения примесей в каучуке с образованием отдельных сгустков. Наконец, многое зависит от кристаллической структуры примесей, потому что некоторые из них, при смешении с каучуком, могут расположиться в однородном направлении их кристаллических осей, вызывая *слоистость* резины.

Для повышения *вязкости* применяются некоторые каучукоподобные вещества растительного происхождения. Первое место среди них принадлежит *балате*, добываемой из млечного сока растения *milvifera globosa*. Другое подобное вещество, добываемое из растений видов мимусопс и хризифиллум, составляет монополию особого синдиката, выпускающего его на рынок под названием «*мурак*» (*mirac*). Раньше применялся целый ряд таких примесей растительного происхождения, в особенности из некоторых африканских молочайных; теперь они употребляются довольно редко.

Для уменьшения *пористости* каучука, увеличения его *водонепроницаемости* и уменьшения *электропроводности* применяются асфальт, каменноугольная смола и темные фактисы (см. ниже); некоторые американские сорта природного асфальта поступают в продажу под названием «*минеральный каучук*» или «*идрокарбон*».

Значительное место среди примесей имеют вещества, служащие для придания вулканизованному каучуку определенного цвета. *Окрашивание* каучука имеет целью не только произвести приятное впечатление на потребителя; часто оно применяется для предохранения каучука от быстрого старения под влиянием света и солнечных лучей.

Чистый каучук пара с примесью от 7 до 15% серы, вулканизованный при 130° - 150° , имеет желтоватую или серую окраску; при постепенном повышении содержания серы до 50% и температуры вулканизации до 165° получается все более темный цвет изделия и, наконец, эбонит обладает совершенно черным цветом.

Для изменения окраски вулканизованного каучука применяется целый ряд веществ, как минерального, так и органического происхождения. Каучук окрашивается чаще всего в белый, черный или красный цвет; реже изделиям придается синяя или зеленая окраска. Для получения *черного* цвета применяются сажа, глет, свинцовые белила, смола и минеральный каучук. Различные оттенки *красного* цвета получаются при помощи сернистой сурьмы, киновари и мумии. *Белый* цвет получается от примеси цинковых белил или литопона. Ультрамарин окрашивает каучук в *синий* цвет, а окись хрома ($Cr_2 O_3 \cdot 2 H_2 O$)—в *зеленый*. Нежные тона, требующиеся для прорезинивания материй для дамских непромокаемых пальто, вулканизуемых холодным способом, получаются от примеси растворимых в маслах органических красок.

Примесь какого-либо из вышеупомянутых веществ должна улучшать или изменять в желаемом направлении качества каучука. Во многих случаях такое улучшение достигается; однако, очень часто границы переходятся и примеси становятся *наполнителями*, служащими не для улучшения качества резиновой смеси, а для удешевления изделий. При распространении спроса на резину и появлении дешевых резиновых изделий, количество наполнителей сильно возросло. Кроме вышеуказанных примесей, наполнителями служат различные фактисы и регенераты (см. ниже).

При большом содержании минеральных примесей, для смягчения резиновых смесей и для уменьшения пористости изделий применяются, как *смягчители*, касторовое и сурепное масла, вазелиновое масло, вазелин, парафин и церезин.

Ускорители вулканизации.

Ускорителями вулканизации или просто *„ускорителями“* называются некоторые вещества, примешиваемые к каучуку для ускорения процесса вулканизации. Они бывают как минерального, так и органического происхождения. В самом каучуке находятся некоторые соединения, главным образом белки, действующие в качестве естественных ускорителей вулканизации. Известно, что синтетический каучук, свободный от белковых веществ, сам по себе вулканизуется чрезвычайно медленно.

Хотя органические ускорители привились в резиновой промышленности только за последнее десятилетие, за границей уже имеется целый ряд заводов, работающих исключительно на них. Органические ускорители, сами по себе не особенно дешевые, находят главное применение при вулканизации роговой резины и вообще в тех случаях, где время вулканизации велико.

Из *минеральных* ускорителей следует назвать: окись магния, гашеную известь, едкий натр, глет, свинцовые белила. Из *органических* ускорителей назовем: альдегид-аммиак, пиперидин, паранитрозодиметиланилин, дифенилгуанидин, дитиокарбаматы, тиурамдисульфиды. Большинство органических ускорителей являются довольно сложными химическими соединениями; многие из них,

для выявления своего ускоряющего действия, требуют присутствия окиси цинка. По действию ускорителей на каучук, можно наметить два класса ускорителей; их деление представлено в следующей таблице*):

	Ускорители действующие постепенно, особенно развивая свою активность в конце вулканизации.	Ускорители действующие сразу в условиях вулканизации.
Минеральные	Окись магния, гашеная известь, едкий натр, сульфидрат натрия; сульцин.	Глет, свинцовые белила, окись ртути.
Органические в отсутствии окиси цинка	Все органич. ускорители.	
В присутствии окиси цинка	Альдегид - аммиак, пиперидин, анилин, орто- и пара-толуидин, пара-нитрозодиметиланилин, тиокарбамид, тиокарбанилид, ди- и трифенилгуанидин.	Дитиокарбаматы, тиурамдисульфиды, цинкалکیلксантаты.

Органические ускорители примешиваются в смесь в количестве $\frac{1}{4}$ —20/0, считая по весу каучука. Ускоряющее действие ускорителей, как органических, так и минеральных, может быть настолько велико, что они иногда бывают способны завулканизовать резину при

*) По Твиссу и Томасу. *Прим. Ред.*

ее предварительной обработке на вальцах, каландрах, в прессах для выпрессовки изделий и т. д.

Причины более быстрой вулканизации каучука в присутствии ускорителей, в особенности органических, до настоящего времени не выяснены; известно только, что одни ускорители, в особенности содержащие химически-связанную серу, помогают соединению каучука с серой, другие же, обычно содержащие азот, не столько влияют на скорость соединения серы, сколько улучшают упругие свойства вулканизованного каучука.

С введением органических ускорителей в практику резиновых заводов, возникает целый ряд задач, подлежащих разрешению. Приходится тщательно подгонять температуру крашения и каландрирования, во избежание преждевременной вулканизации, иногда уменьшать содержание серы в смесях и особенно тщательно следить за процессом вулканизации, протекающим гораздо быстрее обычного, вследствие чего всегда имеется опасность перевулканизовать изделие. Хранение невулканизованной резины с органическими ускорителями также вызывает ряд неудобств, потому что некоторые органические ускорители способны при долгом лежании завулканизовать резину; другие же ускорители при лежании легко разлагаются, вследствие чего скорость вулканизации уменьшается.

Фактисы.

Александр Паркс, изобретатель способа холодной вулканизации каучука, заметил, что льняное масло в смеси с хлористой серой образует каучукоподобное вещество. Руссен продолжил опыты А. Паркса и показал, что и горячая вулканизация растительных масел — нагревание масел с серой тоже дает похожие на каучук

вещества. Соответственно приобретаемому цвету, масло, вулканизованное хлористой серой, называется светлым фактисом, а вулканизованное нагреванием с серой — темным фактисом.

Светлые фактисы получают из сурепного (рапсового, репного), касторового, льняного и хлопкового масла путем приливания к налитым в большие глиняные сосуды маслам от 20 до 45% хлористой серы, разбавленной надлежащим образом. Первое время реакции не происходит, чем пользуются для тщательного перемешивания смеси; приблизительно через 1—2 минуты смесь внезапно нагревается приблизительно до 80° и загустевает. Затвердевшую массу обычно быстро вынимают из сосуда и разрезают на небольшие куски для свободного удаления выделяющихся при реакции газов; для связывания выделяющейся соляной кислоты в смесь прибавляется 2—3% магнезии. После охлаждения фактис размельчается на вальцах и промывается; сначала промывание производится разбавленным известковым молоком, а затем чистой водой. Наименьшего количества хлористой серы требует касторовое масло, почему оно и предпочитается для изготовления фактисов с небольшим содержанием серы или хлора.

При изготовлении фактисов часто примешиваются красители (сернистая сурьма, сажа, свинцовые белила и т. д.) или асфальт (минеральный каучук).

Светлые фактисы добавляются в количестве до 50% к резиновым смесям, вулканизуемым не только холодным, но и горячим способом; они особенно применимы для изготовления стирательной резины, которая в настоящее время иногда изготавливается из одного фактиса, совершенно без каучука.

Темные фактисы, являющиеся другой разновидностью фактисов, получаются при нагревании растительных масел с серою. Для их изготовления пользуются теми же маслами, что и при изготовлении светлых фактисов; наиболее часто применяются льняное, сурепное и хлопковое масло. Варка темных фактисов производится либо в котлах с паровой рубашкой, похожих на котлы для мыловарения, либо в печах особой конструкции, напоминающих хлебопекарные печи. В первом случае смесь масла с серою нагревается паром до наступления реакции, после чего пар прикрывается и впускается вода для охлаждения, во избежание перегорания фактиса. Когда первая часть реакции окончится, впуск воды прикрывается и начинается вторичное нагревание паром, во время которого фактис доходит до надлежащей густоты. Во втором случае смесь масла с серою, находящуюся в больших глиняных сосудах, нагревают в течение некоторого промежутка времени в печах до 160° Ц; когда смесь достигнет густоты сиропа, нагревание прекращается и реакция самостоятельно доходит до конца. Полученный фактис может идти в работу непосредственно, без промывки и каких-либо иных операций.

Темные фактисы отличаются большой мягкостью, упругостью и такой легкостью, что каучуковая смесь, даже при значительном содержании минеральных примесей, имеет сравнительно небольшой удельный вес. Иногда масла до изготовления фактисов *продуваются* воздухом; при этом происходит частичное окисление масла. Такие продутые масла требуют меньшего количества серы, которое может доходить всего до 3—4%; попытки изготовить фактис совершенно без серы, путем полного окис-

ления его кислородом воздуха, успехом не увенчались, даже в тех случаях, когда вместо воздуха продувался озон.

Особой разновидностью является темный фактис, полученный прибавлением хлористой серы к предварительно нагретому маслу. Такой фактис является в некоторых случаях более пригодным для резиновых смесей, чем обыкновенный темный фактис, полученный нагреванием масла с серою.

Совместно с фактисами рассмотрим другую группу веществ, применяющихся исключительно как наполнители резиновых смесей — затвердевшие *клеевые массы*, изготовленные из желатина или хорошего столярного клея. Твердость и упругость их обуславливается добавлением двуххромокалиевой соли (хромпика), формалина и других вяжущих веществ. Эти клеевые препараты, примешанные к резиновой смеси, служат только наполнителями, отнюдь не улучшая свойств резины. Некоторые изделия, напр. дверные буфера, можно изготовлять из одной клеевой массы, без примеси каучука; по внешнему виду они похожи на резиновые изделия, очень упруги и устойчивы против действия масел и кислот.

К сожалению, клеевые массы размокают от воды и теряют свои хорошие качества при высыхании поверхности изделий; они становятся хрупкими, покрываются трещинами и быстро приходят в полную негодность. Изделия, приготовленные из клеевых масс, могут быть как сплошными, так и пористыми. Пористые клеевые массы применялись одно время для заполнения автомобильных и велосипедных камер; конечно, для этой цели они являются абсолютно неприменимыми, потому что клеевая масса, под влиянием давления, быстро разрыхляется до полной непригодности.

Регенерированный каучук (буфер).

Наиболее ценной примесью каучука, кроме обрезков и отбросов невулканизованных резиновых смесей, является *регенерат*, изготовленный из старых, пришедших в полную негодность резиновых изделий. Каучук в изделиях находится в вулканизованном состоянии; следовательно, задача регенерации сводится к приведению вулканизованного каучука снова в пластичное состояние, пригодное для легкой повторной его обработки. Нужно считаться с тем обстоятельством, что резиновые изделия, помимо минеральных примесей, часто содержат ткани (авто-покрышки, калоши и т. д.), которые необходимо удалить. Таким образом, при регенерации резины нужно разрешить целый ряд задач.

Удаление волокнистых веществ может производиться как механическим, так и химическим путем. При *механическом* способе удаления тканей, старая резина размалывается в порошок и отвейивается струей воздуха, уносящей более легкие волокнистые вещества; однако, такое разделение отнюдь нельзя назвать полным, потому что волокна сильно сцепляются с резиной и отделить их сполна от резины одним разломом невозможно. Полное освобождение резины от остатков тканей может быть достигнуто исключительно химическим путем.

Сернокислотный способ, изобретенный Митчелем, состоит в обработке резины, очищенной на-черно от тканей, серной кислотой или смесью серной и соляной кислот при небольшом нагревании; волокнистые вещества разрушаются, а остаток их, вместе с частью минеральных примесей, удаляется последующей промывкой. Недостаток этого способа обработки состоит в том, что,

при недостаточно тщательной промывке регенерата, следы кислоты препятствуют его смешению; кроме того, при этом способе регенерации происходит обогащение регенерата минеральными примесями, в особенности сернокислыми солями.

Изобретенный Марксом *щелочной способ* заключается в обработке старых резиновых изделий в котлах крепкими растворами щелочей (чаще всего едкого натра), при более высокой, чем в сернокислотном способе, температуре и при большом давлении, с последующей тщательной промывкой. Преимущества щелочного способа заключается, во-первых, в том, что щелочи совершенно не действуют на каучук; во-вторых, вследствие удаления омыленных щелочью веществ (фактисов и т. п.) происходит обогащение регенерата каучуком; кроме того, при этом способе избегается образование сернокислых солей.

Способ „растворения“ является наиболее новым способом регенерации; только недавно, не более 10-15 лет тому назад, удалось подобрать подходящие растворители и сделать этот процесс регенерации экономически выгодным. Отдельные предприятия отнеслись сначала неодобрительно к новому способу, потому что для растворения вулканизированного каучука требуется довольно высокая температура, которая может вызвать распад вещества каучука. Способ этот состоит в следующем: размельченные каучуковые изделия погружаются в растворитель; каучук растворяется, а волокнистые вещества и минеральные примеси удаляются отстаиванием или центрифугированием. Освобожденный от примесей каучук осаждается спиртом или же, что случается гораздо

чаще, растворитель отгоняется нагреванием раствора перегретым паром.

Много усилий было затрачено на разрешение вопроса об удалении серы из вулканизованного каучука, чтобы можно было подвергнуть регенерат новой вулканизации. В настоящее время опыты Вебера показали, что удаление из вулканизованного каучука связанной с ним серы возможно только при разрушении его молекулы; это равносильно изменению главных свойств каучука, потому что получаемое при его распаде вещество сильно отличается от него по своим физическим и химическим свойствам. Все попытки удаления связанной серы, путем ли применения растворителей серы, напр. углекислых солей щелочных металлов, или путем продолжительного нагревания вулканизованного каучука, заранее обречены на неудачу. С другой стороны, свободную серу, имеющуюся в каждом вулканизованном изделии, вполне возможно удалить вышеназванными способами, а это имеет большое преимущество для дальнейшей переработки регенерата.

Следующей задачей регенерации, после удаления из вулканизованного изделия тканей, является придание регенерату *пластичности*. Как в кислом, так и в щелочном способе регенерации пластичность достигается применением более или менее сильного нагревания; при 150° - 180° пластичность каучука вполне восстанавливается. При способе растворения, каучук целиком переходит в раствор и при выделении из раствора становится пластичным само собою, без всякого нагревания. В некоторых случаях бывает достаточно, удалив самые грубые посторонние примеси, размолоть несодержащие тканей старые резиновые изделия и, смешав

размол с небольшим количеством минерального масла или смолы, пустить смесь, как регенерат, в дальнейшую переработку без обычной регенерации; это применяется тогда, когда желательно избежать излишней мягкости регенерата.

Широкое применение регенерата в резиновой промышленности привело к развитию торговли пришедшими в негодность резиновыми изделиями. Эта торговля сосредоточена в Европе в Лондоне, Берлине, Гамбурге и других промышленных городах; центрами торговли в Америке являются Нью-Йорк, Чикаго, Бостон, Цинцинати и Огайо.

Сборка старых резиновых изделий производится тряпичниками и старьевщиками, продающими собранный товар мелким посредникам. От последних товар переходит в руки оптовых торговцев, собирающих его в большие партии и продающих старую резину, после ее сортировки, на резиновые и специальные регенерационные заводы (см. рис. 26). Цены на старые резиновые изделия подвержены большим колебаниям, зависящим не только от запасов старой резины, но и от цен на сырой каучук. При низких ценах на сырой каучук спрос на регенерат понижается; напр., во время кризиса резиновой промышленности в 1921 году, когда цены на сырой каучук сильно упали, многие регенерационные заводы были принуждены закрыться. Главную массу старых резиновых изделий составляют автомобильные шины и калоши. Спрос бывает главным образом на авто-камеры; на авто-покрышки и калоши наблюдается гораздо меньший спрос, вследствие наличия в них большого количества тканей. Примерное соотно-

шение цен для различных старых резиновых изделий
указано в нижеследующей таблице (в центах за кгр.). *)

	Рука- ва	Маты	Кало- ши	Пок- рышки	Каме- ры
Нью-Йорк. Сентябрь 1911.	1 ¹ / ₂ — 4 ¹ / ₂ ц.	4 ц.	8 ¹ / ₂ — 9 ц.	8 ц.	87 ц.

По всей вероятности, регенерация каучука будет
играть в резиновой промышленности в будущем более
значительную роль, нежели в настоящее время.

*) 1 цент = около 2 копеек. *Прим. Ред.*

5. Подготовительные операции.

Промывка сырого каучука.

Поступающий на заводы каучук, особенно дикие его сорта, содержит, в зависимости от способа добычи, много различных посторонних включений. Меньше всего загрязнений встречается, помимо плантационного каучука, в высших сортах пара, являющихся, при тщательной коагуляции и копчении, самым чистым из диких сортов каучука. Однако, уже второстепенные сорта пара содержат много загрязнений в виде кусочков коры, листьев, песчинок, подверженных загниванию белковых веществ и т. д.; в африканских же сортах каучука, добываемых самыми примитивными способами, таких посторонних веществ бывает очень много.

Поэтому, прежде чем начать обработку каучука, его необходимо очистить от примесей; это достигается промывкой. Для этого крупные куски каучука нарезаются на более мелкие части и замачиваются в теплой воде в „ямках“, представляющих собою вырытые в земле и оцементированные бассейны, прикрываемые сверху листами рифленого железа или чугунными подъемными крышками; в ямках устроены приспособления для обогривания их паром. Замачивание должно продолжаться не более 3—5 часов, при температуре не выше 50° Ц., иначе

каучук слишком сильно размягчается и может частично потерять свой «нерв» (крепость).

Вынутые из ям куски каучука пропускаются через *первые промывательные вальцы*, изображенные на рис. 6; принцип их следующий: два чугунных валика из которых на одном имеются зубцы, вращаются в противоположном направлении и подаваемый сверху каучук протягивается между ними. Так как один из валиков вращается быстрее другого, то подаваемый в вальцы каучук разрывается на куски и перетирается; в зазор между валиками направлены беспрерывно текущие струйки воды, вытекающие из ряда отверстий установленной над вальцами дырчатой трубы. При разминании каучука, из его промятых кусков выступают заключенные в них примеси, выдавливаемые на поверхность его упругостью и уносимые с него водою.

После этого куски каучука пропускаются через *вторые промывательные вальцы*, более поджатые друг к другу и удаляющие более мелкие загрязнения; для этого один валик снабжается более мелкими зубцами. После этого каучук часто обрабатывается в *голландерах*, похожих на применяемые в бумажном производстве; валик голландера, имеющий крупные борозды, удаляет последние остатки примесей из каучука, разорванного предварительной промывкой на мелкие части. Для некоторых сортов его требуется после этого дополнительная обработка раствором едкого натра для химической очистки поверхности кусков; после такой обработки каучук вновь промывается в голландере чистой водою для удаления следов едкого натра. Наконец, каучук пропускается через плотно поджатые гладкие вальцы и выходит из них в виде довольно однородного листа (шкурки) промытого каучука.

Для предварительной промывки каучука оказались особенно пригодными аппараты завода «Вернер и Пфлейдерер» (см. рис. 7), отличающиеся от обычных промывательных вальцев тем, что каучук в них не столько разрывается, сколько месится, вследствие чего он не нагревается и сохраняет свой «нерв».

Промывка дикого каучука, за очень редкими исключениями, производится только по прибытии его на завод, тогда как плантационный каучук (крены) почти всегда подвергается тщательной промывке на плантациях. Поэтому, плантационные сорта меньше портятся при перевозке, не становятся липкими, не плесневеют и не загнивают. По мере возможности, следует стремиться к промывке дикого каучука на месте его добычи и к выпуску его на рынок в однообразном, стандартизованном виде; низшие сорта дикого каучука от этого значительно выиграли бы в качестве и получили бы большее распространение. К сожалению, практика показала, что промывка дикого каучука на месте его добычи большей частью не выгодна, потому что экономия расходов по перевозке, получаемая от уменьшения веса каучука, не всегда покрывает стоимость требуемого оборудования и оплаты труда обслуживающего машины персонала; конечно, следует учитывать, что при своевременной промывке качество каучука улучшается и, соответственно, цена на него повышается.

Вышеописанный способ промывки каучука является непригодным для изготовления прозрачных резиновых изделий; от нагревания, возникающего во время прохождения каучука через промывательные вальцы, каучук становится темным и мутным. Поэтому, для вышеуказанных изделий сырой каучук очищается *растворе-*

нием в одном из растворителей (обычно на 1 часть каучука берется 30 частей бензина для высших сортов и 15—20 частей бензина для более низких сортов каучука). Раствору каучука дают отстояться, процеживают его сквозь мелкое сито, дают вторично отстояться и изготавливают изделия либо маканием (см. главу «Изделия без шва»), либо получают каучук из раствора в виде тонких листов выливанием в плоские формы с последующим испарением растворителя.

Раньше усиленно занимались изучением вопроса об удалении запаха из каучука. Хорошие сорта пара имеют довольно приятный запах ветчины; этот запах присущ и вулканизованным изделиям. Плантационные сорта и хорошие сорта дикого каучука, коагулированные уксусной кислотой, обыкновенно пахнут очень слабо и не имеют неприятного запаха. Африканские же сорта каучука почти всегда обладают резким, противным запахом гнили. В изделиях, применяющихся в пищевой и вкусовой промышленности (на сахарных, пивоваренных заводах и т. д.), желательно удаление вообще всякого сильного запаха. Для этого, кроме обычной основательной промывки дикого каучука, применяется промывка его растворами некоторых веществ. Кроме того, применяется небольшое нагревание каучука, производимое с большой осторожностью во избежание потери его «нерва» и других ценных качеств. Можно получить хорошие результаты от помещения каучука в порошок древесного угля, обладающего большой способностью газопоглощения. Этим же способом можно удалить запах и из готовых изделий; следует, однако, иметь в виду, что при этом запах удаляется только из внешних слоев и современем может вновь появиться.

Сушка промытого каучука.

После промывки каучука необходимо удалить из него воду. Для этого листы развешиваются на колоннах в хорошо-вентилируемых помещениях или в обогреваемых паром *сушильных*. *Температура* помещения играет большую роль при сушке влажного каучука; температуру в 50—60° Ц., часто встречающуюся в сушильных помещениях, следует признать не особенно целесообразной. Вообще говоря, не следует сильно ускорять сушку, потому что тогда каучук сохнет только с поверхности, а во внутренних слоях остается сырым; каучук, при ускоренной сушке, легко может сделаться липким. При высокой температуре сушки каучук легко теряет свой «нерв», вследствие деполимеризации (распада) углеводорода каучука. Наибольшее количество воды удерживается поверхностью листов; поэтому, иногда каучук после промывки *отжимается* в центрофугах. Для ускорения процесса сушки, рекомендуется делать сушильные камеры не слишком большими, приблизительно, площадью пола в 3—5 кв. метр. и около 4 м. высоту; при небольших сушильных камерах нет необходимости загружать камеры с почти просохнувшим каучуком новыми, совсем влажными листами. Если естественной вентиляции помещения не достаточно, то для удаления влажного воздуха ставятся мощные вентиляторы, действующие периодически. Воздух, поступающий в сушильные камеры, рекомендуется предварительно подогревать до 25—30° Ц.; продолжительность сушки и допускаемая температура зависят от сорта каучука и толщины его листов.

Для некоторых сортов каучука, которые не получают в виде плотных, толстых листов, оказывается вы-

годной сушка в *вакуум-аппаратах* (рис. 8); небольшие пластинки каучука, уложенные на решетчатые железные полки, загружаются в вакуум-аппараты и сушатся при температуре около 60° в воздухе, разряженном воздушным насосом. Этот способ не может считаться достаточно безопасным, потому что, как указывалось выше, при высокой температуре сушки может произойти деполимеризация каучука, вызывающая его липкость.

От промывки и просушки каучук *теряет в весе*; величина потери зависит от сорта его и колеблется от 15 до 50%. Лучшие сорта дикого каучука, более чистые и тщательнее просушенные (пара, маттогроссо, вирджин пара, оберконго и др.), теряют при промывке и сушке меньше других, а самые низшие сорта каучука (нигтеры, камета, маягабейра и др.) имеют наибольшую потерю в весе. Покупателю сырого каучука важно знать процент убыли в весе после промывки и сушки покупаемого сорта каучука; для этого имеются специальные таблицы, показывающие среднюю потерю в весе различных сортов каучука. Однако, при пользовании этими таблицами следует всегда иметь в виду, что различные партии каучука одинакового названия и происхождения могут сильно разниться друг от друга и правильный процент потери в весе получается исключительно пробными промывкой и сушкой.

Вальцевание и крашение каучука.

В главе «Примеси» указывалось, что к каучуку примешиваются различные вещества, как для улучшения его качества и ускорения вулканизации, так и для

удешевления резиновых изделий. Смешивание с примесями — т. наз. «крашение» — производится на *смесительных вальцах* (рис. 9); чтобы примеси могли войти в тесную связь с каучуком, его необходимо предварительно привести в пластичное состояние. Это достигается *вальцеванием* каучука на тех же смесительных вальцах, обогреваемых изнутри паром. Следует избегать слишком сильного нагревания, потому что при высокой температуре и при продолжительном вальцевании каучук теряет свой «нерв». При механической обработке на вальцах каучук сам по себе нагревается; поэтому в известной стадии крашения встречается необходимость не в нагревании, а, наоборот, в охлаждении вальцев; это достигается путем впуска в вальцы холодной воды.

Дать какие-либо правила для крашения резины очень трудно, потому что это зависит от назначения резины, сорта каучука, характера и количества примесей и т. д. В общих чертах *процесс крашения* состоит в следующем: лист каучука пропускается между предварительно нагретыми гладкими вальцами, вращающимися с различной скоростью, причем каучук наматывается на ближайший к рабочему валик, вращающийся более медленно. При размягчении (т. наз. „*распускании*“) каучука валик нагревается сильнее и приходится начинать его охлаждение впуском воды; температура каучука должна поддерживаться, приблизительно, до предела переносимого рукой. В промежуток между валиками начинают посыпать примеси, часто просеивая их над вальцами через сито. Затем, по обмотанному каучуком валику делается горизонтальный надрез и надрезанная часть загибается, образуя утолщение каучукового слоя, что способствует лучшему облипанию примесей каучуком. Примешивание

жидкостей—масел, вазелина и т. д.—можно производить путем предварительного смешения их с твердыми порошкообразными примесями, втирая на вальцах полученное густое тесто в каучук. Фактисы и регенераты примешиваются обыкновенно в конце крашения, когда остальные примеси уже более или менее соединились с каучуком. Для более основательной переработки смеси вальцы, по мере смешения, сближаются; при этом тоже требуется охлаждение. После того, как резина сделалась вполне однородной, она срезается с вальцев и скатывается в валик.

Для смешения каучука с примесями иногда применяются особые смесительные аппараты, в которых смешение происходит в закрытой камере при помощи винтообразных лопастей.

Каландрирование резины.

Смешанную резину, вышедшую с вальцев, необходимо раскатать в листы определенной толщины, в зависимости от дальнейшего ее назначения. Работа формования смешанной резины в листы или пластины определенной толщины и ширины производится *каландрами*, имеющими от 2-х до 4-х больших, тяжелых стальных валиков (рис. 10); резина проходит через одну, две или три пары смежных валиков. Диаметр валиков доходит до 50 см., а длина их—до 1¹/₂ м. Прежде довольствовались тем, что выходящий из каландра лист резины закатывали вручную в подкладку, сматываемую вручную же с одного деревянного валика на другой. Этим способом было очень трудно [получать равномерно-тонкие листы резины и он сохранился только

для легких, небольших каландров, выпускающих листы резины фасонного профиля (т. наз. *вульц-каландры*). В настоящее время лист резины, выходящий из каландра, попадает на бесконечное полотно, движущееся со скоростью, равной скорости вращения поверхности валиков; с бесконечного полотна резина закатывается в подкладку, подающуюся, благодаря особому приспособлению, с почти одинаковой скоростью. Благодаря такому устройству, в настоящее время листы резины могут выпускаться почти равномерного калибра.

В каландрах сортовой резины все валики вращаются с одинаковой скоростью; в т. наз. „*инпредер-каландрах*“, т. е. 3-х валиковых каландрах, служащих для промазывания резиной тканей, средний валик вращается быстрее крайних. Промазываемая ткань пропускается между средним и нижним валиками; средний валик, благодаря своему быстрому ходу, вмазывает в ткань размягченную нагреванием резину. Сортные 3-х валиковые каландры можно тоже приспособить для промазывания тканей, устроив переменную передачу скоростей для среднего валика.

Натуральная резина.

«*Натуральная резина*» или «блок», называемая по немецки «*патент-гумми*» (*Patentgummi*) и по английски «*файн кет шит*» (*fine cut sheet*), имеет большое применение в качестве полуфабриката некоторых хороших, чистых резиновых изделий. Она готовится из лучших сортов каучука (пара, плантационные сорта и т. д.); иногда примешиваются в небольших количествах наиболее тонкие примеси. Хорошо промытая резина сме-

шивается на обычных смесительных вальцах с фактисами и красителями, прорабатывается до полной однородности и *прессуется* в теплом состоянии в особых стальных цилиндрах. Образовавшийся большой цилиндрический кусок резины называется „блок“. Блоки держатся в стальных цилиндрах под прессом не менее суток, до тех пор, пока не прекратится усадка и не получится *плотная масса резины, не содержащая пузырьков воздуха*. По прекращении усадки резины, блоки вынимаются из цилиндров и направляются в *холодильник*, где они замораживаются при помощи холодильных машин; температура и время охлаждения зависят от состава смеси; средняя температура охлаждения составляет около -10° Ц. Промерзший насквозь блок переносится на *резательную машину* (рис. 11), разрезающую его при помощи быстро-движущихся стальных ножей либо на отдельные пластины, либо в одну длинную полосу; под нож, к месту резки блока, непрерывно течет вода. От движущегося ножа листы натуральной резины получают характерные поперечные рубчики. Листы бывают различной толщины и поступают в продажу под номерами, напр.: № 1 — толщина 4,15 мм., № 4 — 2,35 мм., № 8 — 1,14 мм., № 12 — 0,54 мм., № 16 — 0,33 мм..

Качество натуральной резины, по мере понижения цен на резиновые изделия, *постепенно ухудшалось*; брались более плохие сорта каучука, а количество примесей увеличивалось. Особенно большое применение нашли светлые фактисы, прибавляемые иногда в количестве до 50 0/0. От этого страдает окраска изделий, принимающая зеленоватый оттенок, вместо естественного коричневого цвета каучука; для маскирования зеленоватого оттенка к фактису прибавляются краски, придающие резине

натуральный цвет каучука. В качестве примесей можно применять и темные фактисы, но с некоторой осторожностью, потому что большое количество их размягчает резину и блоки из такой резины режутся очень трудно.

Кроме настоящей натуральной резины существует ее *имитация*, получаемая не резкой блоков, а каландрированием, причем рубчики, характеризующие натуральную резину, делаются рифлением валиков каландра; специалисты легко отличают подделку, потому что свойства каландрированной в горячем состоянии резины значительно отличаются от свойств резины, полученной резкой промерзших блоков.

6. Резиновый клей.

Вопрос о *растворимости* каучука интересовал многих ученых; Фрезно, первый исследователь свойств каучука, в своем докладе французской Академии Наук сообщил о нерастворимости каучука в воде и спирте и о растворимости его, при небольшом нагревании, в ореховом масле. Число растворителей каучука при последующих исследованиях значительно увеличилось, но действительно пригодных растворителей, применимых на практике, немного, даже в настоящее время. Растворы каучука — резиновые клеи — находят свое главное *применение* при изготовлении прорезиненных тканей, для склеивания изделий из нескольких отдельных частей, для склеивания резины с кожей и, наконец, при изготовлении изделий без шва, получаемых маканием соответствующих форм в каучуковые клеи с последующим испарением растворителя.

Главными *растворителями* каучука являются: различные сорта бензолов и бензинов, сероуглерод, хлороформ, четыреххлористый углерод и хлоропроизводные ацетилена.

На первом месте среди сырых бензолов стоит *солвент-нафта*, отгоняющаяся до 155° Ц. в количестве 95 %. Применяются и отдельные составные части сольвент-нафты, кипящие при более низкой температуре —

бензол, ксилол и толуол. Различные производные бензола, находящиеся в сольвент-нафте, являются продуктом сухой перегонки каменного угля; *бензины* получают из низко-кипящих погонов нефти, отгоняющихся до 150° Ц.; последующие погоны нефти дают обыкновенный керосин, тоже являющийся хорошим растворителем каучука. На бензин похоже *сланцевое масло* или „*шал ойл*“ (*shale oil*), получаемое при сухой перегонке сланцев.

Сероуглерод является тоже одним из главных растворителей каучука. Он получается действием паров серы на раскаленный древесный (лучше всего березовый) уголь, находящийся в железных ретортах; сероуглерод кипит при 46° . Главное применение сероуглерода в резиновой промышленности — разбавление хлористой серы, служащей для холодной вулканизации изделий; под влиянием сероуглерода каучук сильно набухает, вследствие чего хлористая сера легче проникает во внутренние слои резины.

Все упомянутые растворители каучука легко *воспламеняются*; так как температура кипения их низка, пары их в смеси с воздухом могут легко образовать гремучие (взрывчатые) смеси. Конечно, для взрыва необходимо известное соотношение между воздухом и парами растворителя. Для бензола, например, гремучей смесью является смесь из одного объема паров бензола и 14 — 37 объемов воздуха; это составляет 2,7 — 6,0% паров бензола; для бензина пределами гремучей смеси являются 2,5 — 4,8% его паров. При других соотношениях смеси сгорают не взрывая.

Из вышеприведенного ясно, что для образования гремучей смеси достаточно уже небольшого количества паров растворителя; поэтому, при *хранении* раствори-

телей на складе необходимо принимать все возможные меры к предохранению их от испарения; кроме того, необходимо устранять нагревание бочек и цистерн солнцем или отоплением. На благоустроенных заводах резиновой промышленности запасы растворителей находятся в расположенных в стороне от завода подземных хранилищах, защищенных от нагревания. Для избежания смешения паров растворителя с воздухом, растворители часто хранятся под слоем углекислого газа.

Кроме обычных растворителей, применяемых в больших количествах, следует назвать еще несколько растворителей, не применяемых в широком масштабе вследствие их высокой цены и немного отличающихся физических свойств; это — лимонное, эвкалиптовое и некоторые другие эфирные масла, примешиваемые к обычным растворителям для ускорения растворения. Небольших количеств эфирных масел достаточно для повышения растворимости каучука; напр., при добавлении 5—10 вес. частей эвкалиптового масла к 100 вес. частям бензола или 20 вес. частей того-же масла к 100 вес. частям сероуглерода, каучук растворяется на 16—20 вес. частей больше, чем при равных условиях, но без добавления эвкалиптового масла.

Переходя к *технической стороне* получения резиновых клеев, следует разграничить клеи, служащие для прорезинивания тканей, с содержанием серы, от клеев, идущих для склеивания и для изготовления изделий без шва, без содержания серы (заводские клеи частично содержат серу). В обоих случаях придерживаются правила брать исключительно очищенный, хорошо промытый, совершенно сухой каучук. Для клеев без содержания серы применяются почти всегда высшие сорта каучука

(пара и лучшие плантационные сорта) без добавления низших сортов каучука и без минеральных примесей; впрочем следует заметить, что небольшое содержание серного цвета повышает устойчивость клея.

Предназначаемую для получения клея резину следует, для лучшего ее растворения, предварительно размельчить; для этого на крупных заводах она пропускается через вальцы, вращающиеся в одном направлении, но с разной скоростью. Измельченная резина непосредственно подается в растворитель и через несколько часов полностью растворяется; растворение ускоряется перемешиванием в аппарате Пфлейдерера (см. рис. 12).

Иногда резина подогревается (размягчается) на смесительных вальцах и срезается с них в виде тонкого листа, идущего в металлические ящики для предварительного набухания с небольшим количеством растворителя. Набухшие листы резины переносятся из ящика в аппарат Пфлейдерера, где происходит образование однородного клея. Лучшие сорта клеев, особенно жидкие сорта, иногда пропускаются перед употреблением через полотно или медную сетку для улавливания попадающих в клей при работе песчинок, тряпок и т. д.

Нужно иметь в виду, что *механическая обработка* резины, при получении резиновых клеев, является решающей для получения из тех же количеств резины и растворителя клеев той или иной вязкости. Напр., из 1 кгр. каучука пара и 15 кгр. бензина можно приготовить раствор настолько вязкий, что он не будет выливаться при опрокидывании сосуда; это получается в том случае если невальцованный каучук, будучи высушен после промывки при умеренной температуре, не-

посредственно режется на куски для набухания в растворителе. С другой стороны, из 1 кгр. того же каучука пара и 1 кгр. бензина получается жидкий, текучий клей, если предварительно нагретый каучук провальцевать в продолжении 30—45 минут. Клея с большим содержанием развальцованного каучука очень липки; клея с небольшим содержанием мало вальцованного каучука не липки и дают по высыхании сильно-блестящую поверхность.

Содержание каучука в клее имеет решающее значение для его цены; поэтому, при выборе резинового клея следует всегда обращать внимание на содержание в нем каучука. Два клея, тождественные по виду и вязкости, могут содержать совершенно различные количества каучука, а потому и цены на них должны быть различны.

От назначения клеев зависят их вязкость и содержание каучука. Для промазки водонепроницаемых тканей применяются жидкие клеи, при дублировании прорезиненной ткани с другой тканью промазка производится более густым, вязким клеем; в обоих случаях берутся клеи с большим содержанием каучука, который для этой цели хорошо провальцовывается. Для эмалей (лаков), которые должны давать сильно-блестящую поверхность и не липнуть, следует применять жидкие клеи с небольшим содержанием каучука.

Примешивание серы к каучуку производится на обычных смесительных вальцах; точно так же примешиваются обычные красители, для получения окрашенных резиновых клеев, и обычные наполнители, для удешевления стоимости резиновых клеев (конечно, за счет их качества). Для более тщательного перемешивания

вания примесей иногда применяются специальные машины — «рейбкalandры».

Под названием «*роговой клей*» или «*эбонитовый клей*» следует подразумевать клей с большим содержанием серы, дающий после вулканизации слой роговой резины.

7. Вулканизация.

Горячая вулканизация.

Прежде чем перейти к описанию приемов фабрикации отдельных резиновых изделий, следует ознакомиться с механическим оборудованием, применяющимся при вулканизации; химизм вулканизации был описан в главе 3 «Химия каучука». Обращаясь сначала к горячей вулканизации, можно заметить, что она производится несколькими способами: во-первых, — вулканизация открытым паром, при которой вулканизуемые изделия постушают в котлы без оболочки, или непосредственно, напр. массивные *) шины, (грузо-шины, экипажные шины и т. д.), или в тальке, напр., шнуры и трубки без прокладок; во-вторых, — вулканизация в расплавленной сере и, в третьих, — вулканизация изделий в формах под прессом. Четвертый способ вулканизации — в парах серы — в настоящее время применяется только в исключительных случаях.

Вулканизация открытым паром. Она производится в особых вулканизационных котлах (см. рис. 13), рассчитанных, приблизительно, на 6-7 атмосфер давления пара; крышки котлов съемные, при вулканизации они

*) Под термином „массивные“ подразумеваются изделия сплошные, независимо от размеров. *Прим. Ред.*

плотно прижимаются к котлам целым рядом болтов. Вулканизуемые изделия загружаются в котел на движущейся по рельсам тележке. Главным преимуществом вулканизации открытым паром является возможность равномерного распределения тепла и точный контроль температуры. Правда, способ этот применим не для всех изделий, напр., изделия, изготовленные из резины с большим содержанием фактисов, не могут вулканизоваться этим способом, потому что под влиянием пара фактисы могут омыляться, отчего, конечно, страдает качество изделий. В таких случаях являются удобными вулканизационные котлы с паровой рубашкой, т. е. с двойными стенками; в этом типе котлов пар поступает в пространство между стенками и своим теплом согревает свободную от пара внутреннюю камеру котла; эти вулканизационные котлы выгодны и при обычной вулканизации, потому что их можно до вулканизации прогревать, заранее впуская пар в паровую рубашку, отчего пар, впущенный во время вулканизации во внутреннюю камеру котла, не так быстро конденсируется.

Для нагревания пара до требуемой температуры приходится применять повышенное давление; для получения температуры в 120° требуется давление пара в 2 атмосферы, для 144° — 4 атмосферы, для 152° — 5 атмосфер, для 159° — 6 атмосфер и для 165° — 7 атмосфер. Пар впускается в котел не непосредственно, а через особую распределительную трубку; последняя на конце закрыта, имеет во всей своей длине ряд небольших отверстий и идет по дну котла. Если не заботиться о равномерном распределении пара в котле, то нельзя ручаться за равномерность вулканизации изделий. Кроме того, при влажном паре может получаться брак.

от капель конденсировавшейся на поверхности изделий воды. Эти недостатки побудили к отделению процесса обогрвания котла от давления в нем и привели к вулканизации в котле с паровой рубашкой с выпуском во внутреннюю камеру *воздуха*, которому компрессором сообщается требуемое давление. Во избежание осмоления каучука горячим воздухом, последний заменяется другими газами — азотом, углекислым газом, аммиаком или сероводородом. Наконец, можно вулканизовать в горячей *воде* при соответствующем ей давлении.

Температура вулканизации (или, что то же самое, давление пара) устанавливается опытным путем и зависит от многих факторов — сорта сырого каучука, примесей, размеров изделия, предварительной обработки (крашения и каландрирования) и т. д.

По окончании вулканизации необходимо наблюдать за постепенностью уменьшения давления пара: быстрый спуск пара может иногда вызывать образование пузырей в изделиях. Обязательный постепенный спуск пара занимает, конечно, много времени и это обстоятельство часто являлось причиной замены вулканизации в пару вулканизацией в *горячем воздухе*, при обычном давлении.

Вулканизация в расплавленной сере. Для тонкостенных изделий, как из «натуральной резины», так и из хороших сортов каландрированной резины, можно применять особый способ горячей вулканизации: погружение на определенный промежуток времени в расплавленную серу. Для этой цели применяются четырехугольные железные ящики около 1 м. глубиною и по 1½ м. в длину и ширину, обогреваемые непосредственно огнем, или паром. Для удаления образующихся при вулканизации паров серы, вредно действующих на человеческий орга-

низм, над ящичками устраиваются суживающиеся кверху колпаки с вытяжными вентиляторами. Боковые стены колпаков делаются обычно съёмными, для большего удобства загрузки вулканизуемых изделий; последние кладутся в расплавленную серу и равномерно переворачиваются в ней деревянной мешалкой.

Большим преимуществом этого способа вулканизации является экономия времени: в стоящей наготове ящик можно, по мере надобности, загружать больше или меньше изделий, не ожидая, как при других способах вулканизации, предварительного накопления некоторого количества изделий.

Вулканизация под прессом. Опыт показывает, что результаты вулканизации, при равных остальных условиях, будут тем лучше, чем выше давление, которому подвергаются вулканизуемые изделия. При вулканизации открытым паром требуемое давление достигается упругостью пара; если только позволяет форма изделия, то более надежный результат получится при вулканизации под гидравлическом прессом. Прежде всего, при этом способе давление распределяется более равномерно и может быть легко регулируемо; затем, при одинаковой температуре вулканизации можно применять различные давления, что недостижимо при вулканизации открытым паром, потому что температура пара строго зависит от его давления и при повышении давления пара соответственно меняется его температура.

Вулканизационный пресс состоит из двух или нескольких, расположенных друг над другом, полых стальных полок, обогреваемых изнутри паром (см. рис. 14). Нижняя полка укреплена на поршне, движущемся в стальном цилиндре гидравлического пресса, и нажимает

на верхние полки с силою в несколько сот атмосфер. Полки могут двигаться вертикально вверх и вниз по направляющим; число полок — от 4-х до 6-ти. Полки имеют длину и ширину в 60—80 см. для вулканизации небольших изделий и около 120 см. для более крупных. Для вулканизации очень крупных изделий применяются большие пресса с полками длиною более 4 м. и шириною в 1,5 м.; такие пресса имеют обычно только 2 полки и от четырех до пяти поршней.

Недостатком этого способа вулканизации является невозможность контролировать температуру полок: нагрев их довольно неравномерный, потому что у краев полки охлаждаются быстрее, чем в середине.

Совмещение хороших сторон вулканизации открытым паром с легкостью регулировки давления достигается в *автоклавных прессах*: гидравлический пресс устанавливается в котле, который во время вулканизации наполняется паром до требуемого давления (см. рис. 15).

Для вулканизации небольших изделий иногда применяются ручные пресса.

Холодная вулканизация.

Холодная вулканизация, открытая Парксом в 1845 г., состоит в действии на каучук хлористой серы. Этот способ применяется для изделий, могущих пострадать от действия на них горячего пара или даже от простого нагревания выше определенной температуры, напр., для различных прорезиненных тканей. Вулканизация хлористой серой не требует больших и дорогих приспособлений, необходимых при горячей вулканизации, но она применима только для тонких изделий, потому что

действие хлористой серы поверхностно и не проникает глубоко. Следует заметить, что многие обычные примеси, как сурик, глет, сернистый цинк и др., довольно сильно реагируют с хлористой серой, а поэтому резина, содержащая эти примеси, является непригодной для холодной вулканизации.

Хлористая сера действует очень сильно на каучук; для холодной вулканизации она применяется только в разбавленном виде, в „растворе“. В настоящее время самым пригодным растворителем считается сероуглерод; кроме него применяются бензин, бензол, керосин и т. д., но все эти растворители, по сравнению с сероуглеродом, обладают некоторыми недостатками. «Раствор» делается обычно с содержанием от двух до пяти процентов хлористой серы. Вулканизуемые изделия либо окунаются в «раствор», либо смазываются им при помощи щетки или валика. Конечно, при холодной вулканизации должны приниматься предосторожности от вдыхания паров «раствора».

При описании способов изготовления прорезиненных тканей (см. дальше) разбирается более подробно приспособление, служащее для промазывания тканей «раствором».

Некоторые изделия, изготовляемые из менее ценных сортов резины, напр., спринцовки, баллоны и т. под. предметы хирургии, приходится, для придания им лучшего внешнего вида, покрывать эмалью, т. е. слоем высохшего резинового клея лучшего качества. Для этой цели вулканизованные изделия чистятся, иногда даже шлифуются, и окунаются в клей, окрашенный в соответствующий цвет; после этого они сушатся в сушильных шкафах в струе теплого воздуха.

Для вулканизации эмалей ни горячая вулканизация, ни вулканизация маканием изделий в раствор хлористой серы непригодны; приходится применять другой способ—вулканизацию в парах хлористой серы. Для этого изделия помещаются в герметически-закрывающиеся камеры; испарение хлористой серы происходит в плоских свинцовых сосудах, помещенных в камерах и обогреваемых паровым змеевиком. Пары хлористой серы, для равномерности вулканизации, все время перемешиваются при помощи установленных в камерах вентиляторов. По окончании вулканизации пары хлористой серы удаляются и в камеры впускается аммиак, действующий нейтрализующе на остатки хлористой серы и тем предохраняющий изделия от довулканизации в дальнейшем.

Этот же способ холодной вулканизации—в парах хлористой серы—применяется при изготовлении тонких прорезиненных тканей для авиационных целей и прорезиненных материй с бархатистой поверхностью. После нанесения на шпредиат-машине последнего «штриха» каучукового клея (см. главу «Прорезиненные ткани»), ткань пропудривается с лицевой стороны картофельной мукой и развешивается для вулканизации на колосниках камеры. Таким же способом происходит вулканизация подмышников, изготовляемых из тонких листов каландрированной резины, проложенной между двумя слоями тонкой ткани, купальных чешцов, сосок, презервативов и других тонкостенных изделий.

8. Изделия без прокладок.

В прежнее время изделия из мягкой резины часто подразделялись на плавающие и не плавающие, т. е. имеющие уд. вес меньше или больше единицы. Удельный вес сырого каучука меньше единицы и составляет, в среднем, около 0,950. Однако, судить о сорте сырого каучука по удельному весу изделий невозможно, как невозможно по удельному же весу судить о качестве готовых изделий; конечно, при увеличении содержания минеральных примесей в резине, ее удельный вес увеличивается; однако, прибавляя в резину вещества, удельный вес которых меньше единицы (фактисы, минеральные масла и т. д.), можно удельный вес смешанной резины вновь понизить до единицы и менее. Фактисы и минеральные масла применяются очень часто для понижения удельного веса смесей, ставших слишком тяжелыми от большого содержания минеральных примесей.

В настоящее время *удельный вес* может иметь значение только в тех случаях, когда изделия продаются по весу и, следовательно, более тяжелая резина, при одинаковой цене и одинаковом качестве, является менее выгодной для потребителя.

Определение удельного веса производится путем взвешивания изделия в дистиллированной воде. Потеря

веса изделия в воде соответствует весу объема вытесненной им воды; отсюда узнается объем изделия и удельный вес его. Для определения удельного веса небольших кусков резины очень удобными оказываются весы Вестфала.

Наиболее простым способом изготовления резиновых изделий является обработка различными приемами листов резины. *Листы*, являющиеся главным исходным полуфабрикатом резиновой промышленности, получают или каландрированием резины на каландрах, или резкою замороженных блоков резины на резательных машинах. Существует еще один способ получения листов: хороший сорт резинового клея наносится на шпреди́нг-машине (см. главу «Прорезиненные ткани») на ткань, предварительно покрытую слоем шеллака; после вулканизации листы легко отделяются от ткани.

Исходным материалом для изготовления *резиновых нитей* являются листы; для этой цели вулканизованные листы наматываются на барабаны и пропускаются с них в машины, автоматически разрезающие листы на отдельные нити.

Из листов же вырезаются или вырубаются *прокладки, клапана, буффера, пробки для бутылок* и ряд других изделий из мягкой резины и, после закладывания их в соответствующие формы, вулканизируются горячим способом.

При изготовлении *резиновых матов и половинок* можно, не говоря о вырезывании и вырубании различных узоров, придавать им цветные рисунки и надписи. Это достигается различными приемами. Мраморные узоры, например, достигаются путем первоначального изготовления листов различных цветов и оттенков и однородной их вулканизации. Вулканизованные листы

размельчаются на мелкие куски и ввальцовываются в невулканизованную основную массу (фон). Придав этой резине с разноцветными вкраплениями требуемую форму, окончательно вулканизуют ее, получая от мелких разноцветных вкраплений впечатление мрамора или гранита. Для полного успеха основную массу следует делать более быстро вулканизирующейся, а разноцветные листы, до их размельчения, вулканизовать лишь настолько, чтобы окончательная вулканизация дала равномерно вулканизованное изделие. Мозаичные узоры, повторяющиеся однообразно по всей поверхности половика, достигаются путем накладывания слоев цветной резины друг на друга, прессовки их в блок и ревки на пластины в направлении, перпендикулярном к слоям. Пластины будут состоять из чередующихся разноцветных полос; если их вторично наложить друг на друга, соблюдая, чтобы на отдельные полосы накладывались полосы другого цвета, спрессовать и разрезать в направлении, перпендикулярном к полосам, то получается желаемый мозаичный рисунок, сохраняющийся до полного износа матов. Иногда выбитые определенным узором кусочки различно-окрашенных сортов резины собираются в формы, спрессовываются и вулканизируются под прессом. Обратная сторона матов и половиков покрывается какой-нибудь суровой тканью. Резиновые маты и половики применяются главным образом в больницах, детских домах, гостиницах и вообще в тех местах, где требуется чистота и тишина. Они прочны и легко подвергаются чистке; в то же время они хорошо заглушают шум ходьбы.

Листы резины служат также исходным материалом для получения *резиновых лент и кожи*. Для этой цели

листы, выпущенные возможно глаже из каландра, пресуются между листами цинка, для придания им еще большей гладкости, и режутся на полосы требуемой ширины. Последние свертываются в трубки при помощи особой машины, крепко сдавливающей края полосы в одно целое; при этом большую роль играет способность невулканизированной резины соединяться чистыми свежими поверхностями при небольшом давлении (напр., прижимании пальцами) без применения клея. Трубки насаживаются на дорны (полированные металлические цилиндры), вулканизируются в воде и разрезаются на автоматических станках на ленты или кольца.

По тому же принципу — соединением свежесрезанных краев кусков резины — изготавливаются мячи, игрушки, спринцовки, табачные кистеты и тому подобные резиновые изделия, обычно относимые к большой группе хирургических изделий. Всю эту группу можно разделить на массивные (сплошные) и полые изделия.

Способ изготовления массивных изделий, путем вырубания их из листов, описывался выше; если толщина листа не достаточна для изготовления изделия, то листы дублируются до требуемой толщины, т. е. два или несколько листов накладываются друг на друга и прикатываются роликом, не допуская образования пузырьков воздуха между отдельными листами резины.

Другие массивные изделия, вулканизуемые в формах, изготавливаются путем закладывания в форму кусков резины до заполнения формы; после этого, находящаяся в форме резина подвергается подпрессовке, причем излишек резины, выступающий из пазов формы, удаляется. Изделие, вынутое из формы, слегка пропудривается

тальком, вкладывается обратно в форму и вулканизуется. Некоторые формовые изделия, напр. *вентильные шары*, часто содержат ядро из дерева или металла; в таких случаях следует принимать меры к предупреждению сдвига ядра с центра изделия. Для этого ядро обмазывается густым резиновым клеем с примесью серы и равномерно обкладывается со всех сторон вырезанными из листа резины сегментами. При накладывании дальнейших слоев резины следует наблюдать, чтобы швы предыдущих слоев перекрывались.

Изготовление *полых* изделий является более сложным делом. Они тщательно составляются вручную из выкроенных кусков резины соответствующей формы. Для изготовления *мячей* берутся от 4-х до 8-ми долей указанной на рис. 16 формы; они выкраиваются при помощи шаблонов и края их скашиваются под углом в 45° . При клейке мячей края отдельных кусков соединяются между собою так, чтобы скосы ложились один на другой. Соединение краев долей должно делаться очень тщательно, потому что швы, для успешной вулканизации, не должны совершенно пропускать воздуха. Для прижимания мяча к формам во время вулканизации, перед окончательной заделкой мяча внутрь его вливается немного воды или кладется определенная порция углекислого или азотнокислого аммония; при температуре горячей вулканизации внутри вулканизуемого мяча образуются пары воды (или, соотв., углекислый аммоний разлагается на пары воды, углекислый газ и аммиак), раздувающие мяч. При охлаждении мяча после вулканизации, газы, заключенные внутри его, тоже охлаждаются, об'ем их уменьшается и мяч обычно сморщивается. Поэтому, при клейке мяча к одной из долей

его прикрепляется пробка из резины с небольшим содержанием серы; после вулканизации мяча пробка прокалывается, остатки углекислого аммония удаляются промыванием и мяч надувается воздухом до желаемого давления; отверстие в пробке заделывается резиновым клеем.

Для клейки мячей в больших количествах неоднократно конструировались специальные машины; однако, на практике они встречаются только в виде исключения, потому что, хотя машины и увеличивают производительность, но процент брака после вулканизации при их применении больше, чем при ручной клейке.

Мячи вулканизируются в формах; отдельные формы часто соединяются в большие «мячные прессы», вулканизирующие в один прием сто и более мячей.

Куслы и другие полые резиновые *шпулки* изготавливаются по способу, описанному для мячей.

Резиновые *перчатки*, изготовляемые также макетным способом (см. дальше главу 12 «Изделия без шва»), делаются приблизительно тем же способом, как мячи и т. п.: из листов каландрированной или «натуральной» резины, чаще всего серого или красного цвета, выкраиваются по шаблону или вырубаются нижние и верхние половинки перчаток, на края их наносятся слои резинового клея и половинки соединяются вместе; иногда на швы, для придания им большей прочности, накладываются узкие полоски резины. Остающийся незаклеенным конец перчатки утолщается либо путем загибания его, либо наклеиванием на него резиновой полоски.

Резиновые перчатки и рукавицы имеют большое применение в электротехнике (в этом случае почти исклю-

чительно из лучших сортов натуральной резины с трикотажной подкладкой), в красильных и прачешных, на химических и кожевенных заводах, в фотографии, для хирургических целей и т. п.

Резиновые штемпели получают отпечатыванием на резину оттисков со специальных матриц. Прежде всего, из отдельных литер типографского шрифта набирается требуемая надпись, т. наз. «патрица»; она смазывается керосином, прокладывается шелковой папиросной бумагой и слегка отпечатывается на матричной массе, состоящей из смеси гипса, талька и декстрина. Удалив папиросную бумагу, патрицу вновь смазывают керосином и опять вдавливают в матричную массу, следя, чтобы патрица попала на то же место; это вдавливание патрицы со смазыванием ее каждый раз керосином повторяется до тех пор, пока матрица не сделается достаточно глубокой и отчетливой; тогда ее осторожно просушивают и накладывают пропудренную тальком полоску штемпельной резины (содержащую обычно примесь темного фактиса, магнезии, глета, цинковых белил, мела и серы); резина вдавливается прессом в углубления матрицы и вулканизуется с нею горячим способом.

К этой же группе резиновых изделий следует отнести *стирательную резину*, изготовляемую тоже из листов каландрированной резины. Листы стирательной резины вдавливаются в матрицы, вынимаются, обрезаются и вулканизируются в тальке; иногда вулканизация производится в формах под прессом. Некоторые сорта стирательной резины режутся при помощи автоматических резательных машин из предварительно вулканизованных листов; нарезанные резинки иногда затачиваются на шлифовальных станках.

Смеси мягких, нежных сортов стирательной резины содержат мало наполнителей; к более твердым сортам примешиваются молотое стекло, пемза, мел и барит. Для изготовления мягкой карандашной резины, не портящей при стирании бумаги, в смесь прибавляется светлый фактис, приготовляемый обработкой растительных масел хлористой серой. Имеются сорта стирательной резины, изготовленной из светлого фактиса совершенно без примеси каучука.

Резинки, составленные из двух сортов стирательной резины—мягкой для карандаша и твердой для чернил, т. наз. резинки «Уньон»—изготавливаются следующим образом: листы обоих сортов резины режутся на полосы; стороны полос, подлежащие склеиванию, смазываются резиновым клеем с большим содержанием серы, обе полосы соединяются под небольшим давлением покрытыми клеем сторонами и вулканизируются под прессом. Мраморные резинки получаются от неполного смешения различно-окрашенных смесей.

Особое положение в резиновой промышленности занимают различные сочетания каучука с *асбестом*. Прежде всего следует упомянуть про «*вулкан-асбест*», изготавливаемый путем смешения хорошо-прочесанных асбестовых волокон и резинового клея с прибавлением различных минеральных красителей и наполнителей: цинковых белил, барита, магнезии и т. д. Тщательно смешанная масса намазывается на металлические листы до требуемой толщины, растворитель испаряется и образовавшиеся пластины спрессовываются, после сушки, под большим давлением в гидравлических прессах. Из пластин режутся или вырубаются различные изделия для изоляции, вулканизуемые затем под прессом.

Другой комбинацией каучука с асбестом являются различные «иттовые пластины», носящие такое название потому, что отдельные марки изготовляющих их фирм оканчиваются на «ит» (клингерит, трармит, паронит и т. д.). Они изготовляются из асбеста, (большой частью среднего качества), минеральных примесей, связывающих веществ и резинового клея; смесь вальцуется до полного смешения и испарения растворителя на специальных иттовых вальцах. Эти пластины применяются главным образом в качестве прокладок в паровых котлах и паропроводах, где обычные резиновые прокладки являются непригодными вследствие высоких температур и давления.

За последнее время большое распространение приобрели *резиновые губки* — имитация природной губки, представляющая собою резиновую массу с большим содержанием сообщающихся между собою пор. Следует отметить, что первые резиновые губки появились в России*) и долгое время способ их изготовления составлял секрет русского завода. Правда, до этого за границей изготовлялась резина, имевшее некоторое сходство с губочной, т. наз. Moosgummi (от Moos—мох), появившаяся в конце прошлого столетия. Она представляла собою мягкую смесь с примесью гуттаперчи и балаты, к которой, для ее подъема во время вулканизации, прибавлялись отруби или пшеничная мука, пропитанные бензином или керосином. Поры этой резины были очень малы, приблизительно с булавочную головку, и она обладала неприятным запахом.

Для изготовления губочной резины существуют различные способы; некоторые из них до сего времени

*) На Заводе „Красный Треугольник“. *Прим. Ред.*

являются секретом предприятий. Один из сравнительно удачных способов приготовления этой резины состоит в следующем: смесь, состоящая из лучшего пара или плантационного сорта каучука, сернистой сурьмы, мела, литопона, цинковых белил (по 10⁰/₀ общего количества), пшеничной муки (около 5⁰/₀), оливкового (прованского) и касторового масла (по 1,5⁰/₀), тщательно перемешивается, развальцовывается в тонкие листы и смешивается обрызгиванием листов с последующей перевальцовкой со смесью уксусноамлилового эфира *) (100 частей), винного спирта (2 части) и воды (20 частей); смесь имеет своей задачей вдувать каучук во время вулканизации. Резина может принять в себя довольно большое количество этой примеси (свыше 10⁰/₀); смешение следует производить аккуратно, не слишком медленно, но и не слишком быстро. Необходимо тщательно избегать образования в резине пузырьков воздуха. Смесь срезается с вальцев в виде толстой пластины и закладывается для прессовки в выложенные фольгой металлические формы. Поверхность резины чистится бензином, смазывается касторовым маслом и обкладывается папиросной бумагой; нижняя сторона листа тоже смазывается маслом, но бумагой не обкладывается. Вулканизация губочной резины производится в вулканизационных котлах с двойными стенками, причем резина кладется на сетчатые полки котла. Котел должен нагреваться очень равномерно, во избежание образования конденсационной воды. Вулканизация начинается при давлении пара в 5½ атмосфер и длится около получаса, причем на это время котел наполняется водою; затем давление

*) Грушевая эссенция. *Прим. Ред.*

пара понижается и вулканизация в течении 1 часа, происходит в пару. После вулканизации губка, разорвавшая свою бумажную оболочку, кипятится в 4% растворе каустической соды и вальцуется на обтянутых войлоком вальцах до тех пор, пока не разорвутся все стенки пор, не лопнувшие во время вулканизации. После этого губка кипятится в воде, разрезается на куски требуемой величины и душится амброй, мускусом или другими пахучими веществами. Производство губок является очень трудным делом, потому что разница в нескольких минутах вулканизации или разница в незначительной доле атмосферы давления может повлечь за собою большое количество брака, не могущего быть исправленным дополнительной вулканизацией.

Губочная резина применяется вместо натуральной растительной губки, перед которой она имеет преимущество ббльшей прочности и более тщательной стерилизации. Кроме того, она применяется на стельки для обуви, каски, наконечники для спринцовок, для платежных тарелок, перочисток и т. под.

Широкое применение и все более и более возрастающее значение имеет *обкладка резиною валиков*. Круг применения валиков, обложенных резиною, чрезвычайно велик; в настоящее время они применяются во многих машинах писчебумажных, прядильных, ткацких, суконных, ситце-набивных, пищевых и др. фабрик, в печатном деле, в пишущих машинках и т. под. В бумажном производстве применяются большие отжимные валы (гауч-прессы), выжимающие из бумажной массы излишнюю воду; в производстве пергаментной бумаги резиновые валики наносят на бумагу слой серной кислоты, служащей для пергаментации бумаги; в печатном

деле резиновые валики переносят краску на печатные формы; в литографиях применяются резиновые лино-вальные валики; цветная бумага, обои и клеенка печатаются резиновыми узорчатыми валиками. На папиросных и сигарных фабриках резиновые валики применяются для разглаживания табачных листьев; на конфектных фабриках волнистыми или зубчатыми резиновыми валиками чистят миндаль; сюда же следует отнести резиновые валики, применяемые для обдирки и шлифовки риса.

Способ изготовления резиновых валиков всецело зависит от их назначения. В каждом отдельном случае необходимо точно знать, какая работа потребуется от изготавливаемых валиков, потому что от этого зависит как выбор сорта резины, так и способ выполнения заказа. Все валики, обкладываемые резиной, делаются сплошными или полыми из железа; до обкладки они прокаливаются и чистятся бензином. Сначала на металл наносится слой рогового клея, т. е. резинового клея с большим содержанием серы. После подсыхания клея, на валик накладываются листы резины, при чем сначала валик обкладывается слоем резины с большим содержанием серы, вулканизирующимся в роговую резину, а затем накладывается слой более мягкой резины до получения требуемого диаметра валика. Наконец, весь валик закатывается в крепкую, плотную бумажную ткань (верхний слой лучше делать из льняной ткани) и медленно вулканизуется в котле при постепенно повышаемом давлении. Гладкость поверхности валиков достигается обточкой и шлифовкой на токарных станках.

9. Шприцованные (выдавленные) изделия.

Шприцованные изделия имеют между собою то общее, что их непосредственно выдавливают из мягкой резиновой массы без какого-либо предварительного формования резины. Конечно, каучук не обладает способностью плавиться и выливаться в формы, как это общепринято думать, но при нагревании и одновременном развальцовывании на вальцах можно достичь такой *пластичности* каучука, которая позволяет придавать ему различные формы выдавливанием под давлением.

Резиновые нити. Для изготовления резиновых нитей круглого сечения служат машины, т. наз. *шприц-машины*, (рис. 18) в которых подготовленная резина подается в обогреваемые воронки; из воронок резина захватывается червячным валом, движущим ее к пластинке с рядом круглых отверстий (т. наз. «патрон»); через отверстия пластинки резиновая масса выдавливается в виде бесконечных нитей, подобно получению макарон или графитовых стержней для карандашей; по выходе из шприц-машины нити пудрятся тальком и вулканизуются в тальке же горячим способом.

Трубки без прокладок. Если в середину отверстия, из которого выдавливается резина, поместить сердечник, то вместо нити получается полая трубка. Самые тон-

кие трубки, получаемые этим способом, идут для стеблей искусственных цветов. Более толстые трубки применяются для лабораторных целей, для кружек Эсмарха, для полутвердых изоляционных трубок и т. д. Вулканизация производится в тальке горячим способом.

Массивные шины. К изделиям, изготовляемым с помощью шприц-машин, принадлежат массивные (сплошные) шины; такие шины применяются для колес детских колясок, заводских вагонеток, экипажей, автомобилей и, в особенности, для тяжелых грузовых автомобилей. Хорошо провальцованная смесь пропускается через шприц-машину, похожую на шприц-машину для изготовления нитей или трубок, но соответственно больших размеров. Шины для детских колясок и т. п. вулканизуются в формах под прессом и в уже готовом виде натягиваются на обод колеса. Тяжелые грузо-шины накладываются, непосредственно по выходе из шприц-машины, на специальную стальную грузо-ленту и вулканизуются под прессом в собранном виде. Для лучшего соединения резины с стальной лентой, на последнюю предварительно накладывается слой роговой резины, плотно впрессовывающийся в нанесенные на грузо-ленте желобки. Грузо-ленты с вулканизованными на них шинами надеваются на колеса грузовых автомобилей. Кроме укрепления с помощью грузо-лент, существуют и другие способы укрепления грузо-шин. Толстые грузо-шины можно изготовлять из листов каландрированной резины, аналогично вышеописанному способу обкладки резиной валков.

Переходом от массивных шин к пневмо-шинам являются шины, имеющие один или несколько каналов, наполненных воздухом, т. наз. «кушион-тайр» (cushion-

tyre). Они отличаются от обычных пневматических шин тем, что состоят не из двух отдельных частей — камеры и покрышки, — а только из одной шины, являющейся одновременно как покрышкой, так и камерой.

Пневматические камеры. Велосипедные, мотоциклетные и автомобильные камеры и покрышки принадлежат к одним из самых распространенных изделий резиновой промышленности. Применение при езде надутых воздухом камер имеет два преимущества: во-первых, автомобиль или велосипед, снабженный такими камерами, идет ровнее по камням и другим мелким неровностям мостовой; мелкие неровности вдавливаются в эластичную шину и колесо не испытывает толчка. Во-вторых, толчки, которым подвергается колесо при более крупных неровностях пути, поглощаются эластичной воздушной камерой и до оси доходят значительно ослабленными. Результатом такого действия камер, принимающих на себя все сотрясения, является, с одной стороны, экономия в расходуемой энергии и, с другой стороны, ровный, спокойный ход, предупреждающий быстрый износ машины.

Главная роль в пневматической шине принадлежит не столько резине, сколько воздушной подушке, заключенной в шине; однако, эта воздушная подушка может выполнять свое назначение только в том случае, если чехол ее, т. е. камера, будет легко поддаваться всем ее деформациям и, в то же время, будет достаточно воздухонепроницаем. Всем этим требованиям удовлетворяет только один материал — резина — и в этой области она не имеет соперников.

Вело-, мото- и авто-камеры изготавливаются одним из вышеуказанных способов из серой или (с примесью

сернистой сурьмы) красной резины; стенки камер, в зависимости от назначения, делаются толщиной от 1 до 3,5 мм. Для изготовления камер из листов каландрированной резины применяется специальная машина, которая одновременно разрезает листы на отдельные полосы, каждую полосу обертывает вокруг дорна и заделывает шов, прижимая друг к другу свежие края полосы. Если камеры вырабатываются пропускаям резины через шприц-машину, то, при выходе камеры из шприц-машины, внутрь ее вдувается сжатым воздухом тальк, иначе стенки невулканизованной камеры при лежании слипаются. Камеры вулканизируются на гладких латунных и луженых дорнах в котлах.

В вулканизованную камеру вставляется вентиль для надувания воздуха; для этого вырезают в стенке камеры небольшое отверстие, изнутри вставляют вентиль, а снаружи наклеивают кусок прорезиненной ткани и закрепляют вентиль гайкою.

Камеры обычно делают бесконечными; для этого оба конца камеры зашаршавливают, смазывают резиновым клеем и соединяют оба конца вместе, образуя кольцо. Для некоторых специальных целей камеры делают конечными, т. е., каждый конец закрывается отдельно, а соединение в кольцо происходит при помощи особых зажимов после того, как камера вложена в крышку. Такие конечные камеры изредка применяются для велосипедных шин, главное же их применение — для мотоциклетов, у которых смена бесконечных камер затруднительна, а иногда и не возможна практически, потому что для этого необходимо каждый раз вынимать колесо из вилки.

Об изготовлении покрышек см. главу 11 «Изделия с прокладками».

Провода и кабели с резиновой изоляцией. Изготовление резиновых проводов и кабелей, покрытых изолирующим слоем резины, основано на том же применении шприц-машины. Провода обычно не делаются из одной проволоки, потому что, при большом поперечном сечении, они были бы слишком жестки и негибки; они вырабатываются из нескольких тонких проволок (числом от 3-х до 12-ти), сплетаемых или скручиваемых в один провод. Если проволок много (более 12), то они скручиваются не все вместе, а сначала изготавливаются пряди в 3-7 проволок, которые затем соединяются в одно целое. Для скручивания проводов применяются специальные машины, похожие на машины для скручивания пеньковых канатов.

Для изоляции берутся только лучшие сорта каучука: пара или плантационные сорта. При составлении резиновой смеси следует иметь в виду, что некоторые примеси способствуют уменьшению изолирующей способности резины, другие же увеличивают сопротивление резины прохождению электрического тока. Недостаточно просушенные примеси и вообще слишком большое количество наполнителей сильно понижают изолирующую способность резины; поэтому, все примеси должны смешиваться с известной осмотрительностью, в особенности, если резина имеет своим назначением изоляцию проводов высокого напряжения. Примесь темного фактиса, асфальта, озокерита (похожий на воск минерал), масел и т. п. до известной степени повышают изолирующую способность резины. Если смесь идет на изоляцию проводов низкого напряжения, то

обычно к каучуку, кроме наименее вредящей примеси—регенерата, добавляются различные минеральные вещества—окись цинка, мел, каолин, тальк, магнезию, глет и т. д. Бывают вполне хорошие смеси, содержащие всего 20-30% каучука.

Провода покрываются резиной либо путем обмотки на специальных машинах, либо при помощи шприц-машин. Обмотка производится следующим образом (см. рис. 17): обматываемый провод (d) протягивается подающим колесом сквозь полую ось; на оси находится вращающаяся вокруг нее каретка (b) для шпульки (c) с намотанной узкой резиновой лентой (e), свивающейся спирально на провод по мере его продвижения вперед. Если провод покрывается резиной при помощи шприц-машины, то провод протягивается через центр круглого отверстия шприц-машины, а резина выходит из шприц-машины со скоростью, равной скорости движения провода.

Вулканизация проводов происходит открытым паром в вулканизационных котлах; для этой цели провода наматываются на железные барабаны. Кабели получают перед вулканизацией дополнительную обмотку прорезиненными бумажными лентами, что производится машинами, похожими на машины для обмотки проводов резиновыми лентами (см. рис. 17). Более тонкие кабели оплетаются пряжей на оплетательных машинах. Толстые кабели покрываются после вулканизации слоем свинца в специальных свинцовых прессах; свинец наливается в цилиндр пресса в расплавленном состоянии, но покрывание кабеля свинцом происходит после его застывания, подобно покрыванию проводов слоем резины шприц-машинами.

10 Прорезиненные ткани.

Прорезиненные ткани применяются как в виде полуфабрикатов—для изготовления рукавов, покрышек и т. д., так и в виде вполне законченных изделий—для непромокаемых пальто, матрасов, подушек, воздушных шаров и т. д. В зависимости от назначения прорезиниваются различные ткани; применяются *льняные* (полотно), *бумажные* (чаще всего миткаль и перкаль) и *шелковые* ткани (тафта).

Сорта клея, идущие на прорезинивание тканей, описывались в главе 6 «Резиновый клей»; в зависимости от назначения ткани, клея берутся с большим или меньшим содержанием наполнителей. Смешивание сухих составных частей производится на обычных смесительных вальцах; растворение резины в бензине или бензоле происходит в закрывающихся металлических сосудах; когда масса растворяется до густоты теста, то она подвергается тщательному перемешиванию на особых вальцах, у которых над валиком, вращающимся быстрее, устанавливается нож, срезающий переработанную массу и вновь подающий ее в вальцы для дальнейшего перемешивания.

Для нанесения на ткань слоя резинового клея служит *шпреди́нг-машина*, схема которой изображена на рис. 20, а общий вид на рис. 19. Ткань подается на полый поли-

рованный чугунный валик К, закаленный снаружи; в этом месте резиновый клей попадает на ткань из обогреваемого паром сосуда и равномерно размазывается по ткани ножом (скребком) М, под которым проходит ткань; к валику примыкает сушильный стол, обогреваемый изнутри паром. При прохождении ткани над сушильным столом, растворитель испаряется и на находящийся по другую сторону стола барабан наматывается совершенно сухая прорезиненная ткань. Все металлические части шпрединг-машины должны быть тщательно заземлены, потому что в противном случае от трения резины и ткани легко возникают электрические искры, могущие воспламенить смесь паров растворителя с воздухом и, следовательно, вызвать опасные взрывы и пожары.

За последнее время шпрединг-машины все более и более вытесняются шпредер-каландрами, причем для последних берутся не клея, а мягкие сорта хорошо развальцованной резины. Применение этих каландров возможно, однако, только в тех случаях, когда наносимый слой резины не слишком тонок, потому что для получения тонкого слоя необходимо сильно сближать валики, а это может повлечь за собою растягивание и даже разрыв ткани.

Кроме простых прорезиненных тканей бывают *дублированные* ткани, идущие для изготовления пальто и накидок; они состоят из наружной ткани и подкладки. Наружная ткань прорезинивается до полной водонепроницаемости, подкладка же получает прорезинивание лишь настолько, чтобы она хорошо склеивалась с наружной тканью.

Прорезиненные ткани имеют очень большое применение в *авиации* и *воздухоплавании*; в этом случае

они более газонепроницаемы, прочны и удобны для упаковки, чем ткани, пропитанные льняной олифой, хотя последние являются немного более легкими и более дешевыми.

Для целей воздухоплавания и авиации применяются, во первых, совсем легкие шелковые и бумажные ткани (55—100 гр. на 1 кв. метр), служащие для изготовления пробных и сигнальных шаров, во вторых, более толстые бумажные и льняные ткани (100—190 гр. на 1 кв. метр) для аэропланов и, в-третьих, дублированные бумажные ткани (200—400 гр. на 1 кв. метр) для дирижаблей и воздушных шаров. Последние изготавливаются из лучших сортов хлопка—египетского или Sea-Island (Си-айленд); наружная ткань окрашивается в желтый цвет для предохранения резины от разрушающего действия солнечного света; для окрашивания в желтый цвет применяются невыцветающие анилиновые краски, сернистый кадмий или свинцовый крон; ткани, окрашенные свинцовым кроном, могут вулканизоваться только холодным способом, потому что при горячей вулканизации образуется черный сернистый свинец.

В этом случае ткань покрывается сначала слоем окрашенной резины без содержания серы, т. е. не вулканизирующейся; на этот слой накладывается второй слой, содержащий серу; наружная ткань, покрытая двумя слоями резины соединяется с подкладкой, прорезиненной и уже вулканизованной *). Ткани накладываются либо по диагонали, либо параллельно друг другу — основа по основе и уток по утку; полагают, что ткани, наложенные параллельно, прочнее на разрыв, чем те, в которых

*) В настоящее время ткани вулканизируются горячим способом после дублирования. *Прим. Ред.*

нити пересекаются по диагонали под углом в 45° . При промазывании и дублировании тканей необходим тщательный надзор за работой шрединг-машин, потому что каждое неравномерное растягивание ткани влечет за собою уменьшение прочности на разрыв готового изделия. Прочность тканей на разрыв должна составлять для воздушных шаров 600—900 кгр. на пог. метр, для дирижаблей — 700—2.000 кгр. на пог. метр. Ткани должны давать не более 10 куб. метров суточной утечки газа на квадратный метр поверхности. Ниже указываются нормы для прорезиненных тканей, принятые в германской армии:

	Вес 1 кв. метр. не более	Прочность на разрыв на пог. метр ширины по крайней мере	Разрыв при давлении сверх атмосферного не менее
Воздушн. шары . . .	280 — 285 гр.	450 — 800 кгр.	0,4 атм.
Змейковые аэрост.	280 — 285 гр.	900 — 1000 кгр.	0,6 атм.
Аэростаты	до 340 гр.	1400 кгр.	0,45 атм.

Все ткани, указанные в таблице, должны вулканизоваться горячим способом и окрашиваться желтыми анилиновыми красками; при стоянке аэростатов в эллингтах потеря газа в течении 14 часов не должна превышать 1,5 объемных процента.

Сравнительно недавно было найдено, что, для предохранения резины от влияния солнечных лучей, ткань можно покрывать алюминиевой бронзой, вместо окра-

шивания в желтый цвет. В настоящее время ткани, идущие для целей воздухоплавания, не окрашиваются, а поверхность их покрывается металлом, распыленным электрическим путем.

Вулканизация прорезиненных тканей производится различными способами. Для *горячей* вулканизации применяются резиновые клеи, содержащие примесь серы; прорезиненная ткань наматывается на железные барабаны, при чем промазанная сторона ткани опудривается тальком, во избежание слипания слоев во время вулканизации. Барабаны с намотанной тканью закатываются в полотняную или бумажную материю, защищающую прорезиненную ткань от непосредственного соприкосновения с паром. Барабан устанавливается в вулканизационный котел; вулканизация происходит при непрерывном обновлении пара.

Прорезиненные ткани, портящиеся от вулканизации паром, вулканизируются в *горячем воздухе*; в этом случае ткани вулканизируются либо на барабанах, либо развешиваются на колосниках вулканизационной печи.

Лучшие сорта прорезиненных тканей обычно вулканизируются *холодным способом* (см. рис. 21). В этом случае ткань проводится прорезиненной стороной по деревянному валику (обычно из бука), нижняя часть которого погружена в сосуд М, с раствором хлористой серы. После нанесения на резину раствора хлористой серы, большая часть растворителя — сероуглерода — испаряется естественным путем, а остаток его удаляется сушкой ткани на горячем барабане.

Прорезиненные ткани могут также вулканизоваться в *парах хлористой серы*. Для этого ткань свободно развешивается на колосниках герметически закрываю-

щейся камеры, наполненной парами хлористой серы (для этого хлористая сера помещается в камеру в небольших свинцовых сосудах, обогреваемых паром). По прошествии известного промежутка времени, необходимого для вулканизации, пары хлористой серы удаляются.

Для вулканизации шелковых прорезиненных тканей, окрашенных органическими красками, теряющими свой цвет от действия хлористой серы, за границей с успехом применяется *газовая* вулканизация по способу Пичи (см. главу «Вулканизация»).

Вулканизация дублированных тканей производится почти исключительно горячим способом. Иногда наружная ткань вулканизуется отдельно и соединяется с невулканизуемой подкладкой на дублировочном каландре; в большинстве случаев ткани сперва дублируются, а затем вместе вулканизируются.

11. Резиновые изделия с прокладками.

Рукава. В главе «Шприцованные изделия» указывалось, что трубы получаются пропусканьем смешанной резины через шприц-машину и вулканизацией горячим способом в тальке; применение этого способа сравнительно ограничено, потому что стенки труб при этом способе изготовления получаются неравномерной толщины и их поперечное сечение бывает не одинакового диаметра. Для устранения этого недостатка труба насаживается на дорн; если его длина соответствует длине трубы, то можно непосредственно протягивать дорн через шприц-машину, накладывающую на него слой резины, причем дорн предварительно опудривается тальком во избежание прилипания к нему резины. По выходе из шприц-машины трубы закатываются в бумажную ткань для придания им правильного профиля и вулканизируются.

Трубы, имеющие матерчатые прокладки, называются обычно *рукавами*; прокладки их делаются из льняных или бумажных тканей, покрытых тонким слоем резины и разрезанных по диагонали на узкие полосы. Рукав, находящийся на дорне, обертывается с помощью обмоточных машин полосками прокладочной ткани, причем полоса немного заходит краем на предыдущий оборот обмотки. Рукав, состоящий из внутреннего слоя резины

и прокладки, пропускается еще раз через шприц-машину для наложения на прокладку наружного слоя резины.

Рукава, подобно трубам, закатываются перед вулканизацией в какую-нибудь бумажную материю для более плотного соединения внутреннего и наружного слоев резины с прокладочной тканью. Закатывание состоит в бинтовании всего рукава нарезанными определенной ширины полосками тонкой бумажной материи. В настоящее время ручное закатывание обычно заменяется закатыванием на специальных машинах.

Вулканизация рукавов производится в особых котлах, отличающихся от обычных вулканизационных котлов своею длиною.

Особо-прочными рукавами следует считать рукава для высокого давления, прокладка которых состоит не из обыкновенной ткани, а из пеньковой или бумажной оплетки; оплетка производится на специальных оплетательных машинах (т. наз. *шпуль-машины*) непосредственно по выходе внутреннего слоя резины из шприц-машины. Оплетка соединяется с внутренним слоем резиновым клеем. После высыхания клея поверх оплетки накладывается наружный слой резины.

Еще более прочными являются рукава, в которых между внутренним слоем резины и прокладкой помещается проволоочная спираль.

Особым сортом являются пеньковые рукава, имеющие только внутренний слой резины; этот слой резины заготавливается на шприц-машине или клеится, немного вулканизуется (завулканизовывается), смазывается снаружи резиновым клеем, втягивается в предварительно изготовленный пеньковый рукав и довулканизовывается пропусканьем через рукав струи пара. Другой способ

прорезинивания пенковых рукавов состоит в том, что внутренняя поверхность рукава равномерно смазывается густым резиновым клеем с помощью особого поршнеобразного приспособления со щетками.

Резиновые приводные ремни. К числу изделий с прокладками принадлежат резиновые ремни, применяющиеся как для передачи силы, так и для транспортерных ремней. Для ремней берутся бумажные ткани различной толщины и прочности, промазываемые на шпредеркаландре резиновой смесью и складываемые по ширине, как указано на рис. 22; отдельные слои ткани при складывании прикатываются роликом. Сложенные и прикатанные ремни прошиваются прочной пряжей и, если потребуется, смазываются резиновым клеем и покрываются со всех сторон листом резины. После этого они посыпаются тальком и вулканизируются в особых длинных гидравлических прессах (рис. 23). Транспортерные ремни сналиваются, главным образом, с верхней стороны, в особенности по середине; поэтому для них отдельные слои ткани часто складываются уступами, так, чтобы к краям слой ткани был толще, а середина заполнялась бы более утолщенным слоем резины. Резиновые приводные ремни являются особо-удобными для работы в сырых помещениях, потому что они не боятся сырости.

Пневматические шины. Производство велосипедных и автомобильных шин является одной из самых важных отраслей резиновой промышленности; в настоящее время на производство вело-и авто-шин идет около 80% мирового потребления каучука и это число имеет стремление увеличиваться с каждым годом. Пневматические шины, как указывалось выше, состоят из внутренней

камеры и покрышки. Рис. 24 изображает поперечный разрез авто-покрышки, находящейся в форме для вулканизации (состоящей из керна К и 2-х наружных половинок F). На разрезе можно заметить, что покрышка составляется из следующих частей: 1) из ряда прокладок из крепкой, плотной бумажной ткани, пропитанной предварительно жидким резиновым клеем и промазанной затем на шпрединг-машине с обеих сторон более густым резиновым клеем; на нарезанные по диагонали полосы накладывается прослойка резины, не доходящая до краев полосы; если бы прослойка резины доходила до краев, то крылья покрышки не были бы достаточно прочными; 2) из толстого наружного слоя (G); 3) из помещенных между слоями прокладок крыльев которые не должны делаться слишком толстыми.

Вулканизация частей покрышек иногда производится в горячем воздухе, готовые же покрышки вулканизируются под прессом, причем особенно успешной оказалась вулканизация в *автоклавных прессах* (см. главу «Вулканизация» и рис. 25). Форма покрышек много раз изменялась, да и в настоящее время часто меняется. В прежнее время изменения производились не редко не из технических соображений, а обуславливались прихотями спортсменов или модою. Шины укрепляются на ободах колес чаще всего при помощи крыльев, захватывающихся закраинами обода (тип «*клинчер*»); при надувании воздухом камеры, последняя давит на покрышку и вставляет ее плотно прижиматься к закраинам обода. У шин системы *Денлопа* в края покрышки заделывается проволока; при помощи этих проволок покрышка ложится на обод и удерживается закраинами обода, причем одна из закраин делается с'емной.

Главным врагом пневматических шин, кроме неизбежного износа от трения о мостовую, является прокалывание их посторонними телами—гвоздями, острыми камнями и т. д.

При применении пневматических шин приходится считаться с заносом (поперечным скольжением) колес, состоящим в стремлении задних колес автомобиля на гладких и скользких мостовых (в особенности на мокром асфальте) отходит в сторону от направления движения; эта склонность к заносу проявляется особенно сильно на поворотах и, вообще, при каждом резком, хотя-бы и небольшом, изменении направления пути; такие заносы могут легко повлечь за собою катастрофу. Кроме заносов; следует считаться и с продольным скольжением пневматических шин, выражающимся в стремлении колес скользить по гладкой поверхности пути при быстрой остановке машины и торможении колес. Во избежание заносов и продольного скольжения, беговой поверхности покрышки придается различная форма. Беговая поверхность профилируется продольными и поперечными бороздками; на покрышке перед вулканизацией укрепляется особый *протектор* с металлическими заклепками и накладками *); иногда применяются кожаные протектора, снабженные металлическими накладками и укрепляющиеся на вулканизированной покрышке (вулканизация покрышки с наложенным кожаным протектором производится иногда в горячем воздухе.)

Конечно, такие приспособления, предохраняя шины от скольжения, в каком-нибудь отношении ухудшают

*) Этот тип протектора в настоящее время считается устаревшим. *Прим. Ред.*

качество самой шины, либо ослабляя взаимную связь отдельных частей покрышки, либо уменьшая эластичность шины и требуя тем самым большего расхода энергии. Однако с этими недостатками приходится мириться, потому что, помимо уменьшения возможности скольжения, протектор до некоторой степени предохраняет шину от проколов, разрывов и разрывов посторонними телами.

Повреждений пневматических шин пытаются избежать, наполняя камеры не воздухом, а *эластичными массами*, не вытекающими из шины при повреждениях.

В качестве таких наполнителей камер применяются как сплошные, так и губчатые массы, в особенности различные клеевые составы. Не говоря о том, что они чрезвычайно недолговечны и очень быстро высыхают, применение их сильно увеличивает вес шин и уменьшает их эластичность, потому что в этом случае автомобиль идет не на воздушных подушках, а на гораздо менее эластичном наполнителе.

За последнее время за-границею быстро распространились и завоевали полное доверие покрышки с прокладками из *кордовой ткани*; такие покрышки являются более прочными и часто более легкими по сравнению с покрышками обычного типа, изготовляющимися с прокладками из плотных бумажных тканей. Кордовая ткань отличается от обычных тканей почти полным отсутствием утка; чрезвычайно прочные нити основы соединяются между собою очень редким и очень слабым утком. В обычных тканях нити основы и утка прочно переплетаются между собою; при деформациях покрышки, вызываемых ударами и толчками от неровностей пути, нити основы и утка, имеющие некоторую подвижность,

быстро перетираются друг об друга и покрывка выбывает из строя. В кордовых покрывках нити ткани, за исключением редкого и, к тому же, слабого утка, не переплетаются между собою. При трении от деформаций покрывки расплзается уток, оставляя основу в целости, и такого сильного сдвигания ткани, какое наблюдается в обычных покрывках, не происходит. Вследствие лучшей изолированности отдельных нитей можно брать меньшее количество слоев кордовой ткани (не уменьшая требуемой прочности покрывки), что объясняет меньший вес кордовой покрывки.

Способ изготовления кордовых покрывок отличается довольно значительно от изготовления покрывок обычного типа. Главное отличие заключается в том, что при вулканизации покрывка кордовая ткань находится в напряженном состоянии. Это делается главным образом для предупреждения смещения отдельных нитей кордовой ткани и достигается применением резиновых *варочных камер* (с небольшим содержанием серы), вкладываемых в покрывку и надуваемых воздухом во время вулканизации; надутые варочные камеры прижимают покрывку к форме и удерживают ткань в напряженном состоянии.

Калоши и другая резиновая обувь. Производство калош и другой резиновой обуви является одной из самых крупных отраслей резиновой промышленности; как калоши, так и другая резиновая обувь — гимнастические туфли, боты, водолазные сапоги и т. д. — относятся к клееным резиновым изделиям с прокладками. Широкое развитие калошного производства привело к созданию особых способов работы и устройству специальных машин, применение которых, с одной стороны,

дает прочные и однородные изделия, а с другой стороны — ускоряет работу и дает большую экономию дорогого ручного труда. Калоши, как и обычная кожаная обувь, собираются (клеются) из отдельных частей на колодках; последние бывают как деревянные, так и металлические (чугунные, алюминиевые и т. д.); отдельные части калош — подошва, переда, матерчатая подкладка и т. д. требуют совершенно различных резиновых смесей и способов их обработки.

Подошва, подвергающаяся наибольшему износу, должна вырабатываться из прочной резины хорошего качества. Подошва изготавливается пропусканьем резины через особый каландр, т. наз. «*подошвенный каландр*», выпускающий листы надлежащей толщины и формы — середина наиболее тонкая, перед потолще и каблук самый толстый; одновременно, на том-же каландре, происходит гравировка подошвы и выдавливание фабричного клейма и частей каблука, служащих для соединения с верхом. Из резины, выпускаемой подошвенным каландром в виде бесконечной полосы, особые машины вырезают отдельные подошвы.

Калошные *переда*, составляющие резиновую часть верха, стираются меньше подошв, зато они подвержены большему растягиванию и отгибанию во время обувания, носки и снятия калош.

Подкладка состоит из крепкой материи (трико, байка, миткаль и т. д.), прорезанной с одной стороны; из материи вырубают или вырезают отдельные части (стельки, задник, пятку и т. д.) для покрытия ими подошвы и боковых стенок калош.

Соединение отдельных частей калоши в одно целое представляет собою одну из самых трудных производ-

ственных операций и производится преимущественно вручную. Отдельные части калоши накладываются поочередно на колодку, слегка смазываются резиновым клеем, швы сдавливаются зубчатым колесиком. На колодку сперва накладываются отдельные части матерчатой подкладки, поверх нее укрепляется перед, подошва прикрепляется последней.

Резиновые смеси для отдельных частей калош готовятся либо черными уже в невулканизованном состоянии, либо чернеющими во время вулканизации.

Для придания калошам более привлекательного внешнего вида — гладкости, блеска — они до вулканизации покрываются или просто окунаются в *калошиный лак* — жидкую смесь льняного масла, скипидара, глета и серы.

Калоши вулканизируются преимущественно в горячем воздухе. Для этой цели калоши, находящиеся на колодках, загружаются на вагонетках в *калошиную печь*, обогреваемую до температуры в 130° — 140° Ц. при помощи системы паровых труб, расположенных по поду и по боковым стенкам печи. Иногда калоши вулканизируются в больших котлах (см. рис. 13).

Ремонт различных резиновых изделий. Ремонт изделий из мягкой резины производится обычно при помощи клея и заплат из невулканизованной резины. Такая починка может давать вполне удовлетворительные результаты, если к ремонтируемым изделиям не предъявлять требование большой прочности; даже авто- и вело-камеры, испытывающие в работе постоянное сильное давление, могут после ремонта хорошо держать воздух, если только ремонт произведен правильно. При ремонте следует поврежденное место обмыть бензином,

протереть наждачной бумагой и вновь обмыть бензином. Зачищенное место повреждения смазывается резиновым клеем с большим содержанием каучука; после подсыхания клея края разрыва прижимаются друг к другу и покрываются резиновой заплатой; если имеется поперечный разрез, то наиболее прочный ремонт достигается накладкой резиновой манжеты вокруг всей камеры. Следует рекомендовать заделывание поврежденных мест двумя заплатами — наружной и внутренней. Если ремонт производится домашними средствами, то приходится оставлять место ремонта невулканизованным. Во всяком случае, не следует вулканизовать холодным способом, потому что такая вулканизация, при не вполне точном выполнении, скорее может разрушить место ремонта, чем придать прочность соединению. Довольно хорошие результаты получаются от применения небольших автоклавов для горячей вулканизации.

Все, сказанное о камерах, в еще большей степени относится и к покрышкам. Вследствие требования большой прочности, предъявляемого к покрышкам, в особенности к авто-покрышкам, ремонт заплатами или при помощи холодной вулканизации недостаточен; правильный, прочный ремонт покрышек можно произвести только на резиновых заводах или в специальных ремонтных мастерских, снабженных всеми необходимыми приспособлениями.

12. Изделия без шва.

Многие резиновые изделия не имеют швов, напр. резиновые нити, трубки, различные формовые изделия и т. д.; однако, название «изделия без шва» относится только к тонкостенным резиновым изделиям, получаемым макательным способом (погружением форм в резиновый клей). К этой категории изделий относятся: соски, напальчники (для врачей и фотографов), перчатки (операционные, акушерские и для домашнего обихода), колпачки для бутылок, презервативы, детские воздушные шары, грудные наклейки и т. д. Принцип изготовления изделий без шва заключается в следующем: изделиям придается требуемая форма путем макания специальных форм в резиновый клей; число маканий зависит от требуемой толщины стенок изделий и производится от одного до шестнадцати раз; изделия снимаются с форм руками. *Формы* делаются из полированного дерева, стекла или фарфора и укрепляются по несколько штук на деревянной доске; несколько досок с формами вставляются в общую железную рамку. *Клей* готовится растворением 1 вес. части хорошего каучука (пара, плантационные сорта и т. д.) в 9—10 вес. частях бензина; в примесь к каучуку иногда добавляются фактисы и необходимые красители (киноварь, сажа и т. под.) Смешение каучука с примесями

происходит на обычных смесительных вальцах; полученная резина растворяется в бензине в специальных закрытых сосудах с мешалкой. Резина с примесью фактиса дает матовую поверхность; в таких случаях, для придания изделиям глянца, последнее макание производится в клей без содержания фактиса (аналогично эмалированию изделий).

Работа производится в помещениях с равномерной температурой; рамки с формами медленно опускаются в резиновый клей, держатся в нем 2-3 секунды, вынимаются и подвешиваются над сосудом с клеем для стекания излишка. Затем рамка ставится, формами вверх, для сушки на вращающийся круг, для достижения равномерного распределения каучука на форме. Для получения презервативов и напальчников макание форм производится обычно не более 2-3 раз; для изделий с более толстыми стенками число маканий увеличивается и иногда доходит раз до шестнадцати. Для уничтожения запаха толстостенные изделия без шва просушиваются после каждого третьего макания в шкафах, нагретых до 50° Ц. В настоящее время взамен примитивного ручного макания применяются автоматические аппараты (зав. «Ширм»), в которых рамы с формами и сосуды с клеем находятся в герметически-закрытых камерах; все управление работой производится снаружи рычагами. Ящики с клеем поднимаются к формам любое число раз; формы, после каждого погружения в клей, вращаются для просушки и равномерного распределения каучука по их поверхности.

Изделия без шва вулканизируются различными способами. Чаще всего применяется *холодная вулканизация* сероуглеродным раствором хлористой серы. Для тонво-

стенных изделий берется 2%-ный раствор хлористой серы. Доска с формами, покрытыми тонкой пленкой каучука, погружается на короткий срок в раствор хлористой серы; после надлежащей просушки, изделия снимаются с форм, выворачиваются, одеваются на алюминевые решетки и погружаются еще раз в раствор на 10-25 секунд; чем толще стенки изделия, тем дольше приходится держать их в растворе. Для предохранения рабочих от вдыхания вредных паров сероуглерода вулканизация изделий без шва производится перед особыми вытяжными устройствами, снабженными сильными вентиляторами. Вулканизованные изделия моются в чистой воде, сушатся при температуре около 50° Ц. и вывариваются в слабом растворе едкого натра.

Для придания изделиям окраски (напр. розового цвета презервативам), к раствору хлористой серы добавляются анилиновые или растительные краски. Презервативы и другие тонкостенные изделия не промываются, а опудриваются рисовой мукой или картофельной мукой.

Для более толстых изделий можно применять, вместо холодной вулканизации, *вулканизацию в расплавленной сере*. Изделия, напр. соски, устанавливаются на железный лист, имеющий целый ряд отверстий; над каждым отверстием устанавливается по соске и все заливается расплавленной серой, причем концы сосок прилипают к листу. После этого лист перевертывается сосками вниз и погружается на определенный промежуток времени в расплавленную серу. Преимущество этого способа вулканизации заключается в приобретении изделиями нежной бархатистой поверхности.

Вулканизация в парах хлористой серы состоит в следующем: изделия, находящиеся на формах, вулканизируются в парах хлористой серы в деревянных шкафах, опудриваются и снимаются, выворачиваясь с форм. Липкая, невулканизованная внутренняя поверхность изделий тоже опудривается; изделия надеваются на проволочную решетку и внутренняя, еще невулканизованная поверхность изделий вулканизуется обычным способом в растворе хлористой серы.

Большинство изделий без шва получают, для большей прочности, утолщение венчика. Соски делают во время макания немного длиннее окончательного размера; перед вулканизацией излишек закатывается в виде валика. Края презервативов утолщаются для прочности закатанными или вклеенными резиновыми кольцами.

13. Изделия из роговой резины.

Свойства вулканизованной резины сильно меняются в зависимости от количества примешиваемой к каучуку серы, температуры вулканизации и ее продолжительности. Конечным продуктом является роговая резина (эбонит или вулканит).

Число *примесей* к каучуку при изготовлении изделий из роговой резины значительно меньше, чем при изготовлении изделий из мягкой резины. Самой важной примесью в смесях для роговой резины является, кроме серы, *роговая пыль*, получаемая частью из остатков производства, частью же специально вырабатываемая из особо-отсортированных старых изделий из мягкой резины. Роговая пыль тщательно сортируется; для изделий, предназначенных для электротехнических или химических целей или требующих тщательной полировки, роговая пыль берется без содержания минеральных примесей или пылинок металла. Для прочих изделий можно применять роговую пыль с небольшим содержанием минеральных примесей; незначительное содержание металлической пыли тоже не будет иметь большого значения в данном случае. Отбросы производства роговых изделий тщательно отсортировываются опытными рабочими и размалываются в нагретом состоянии. Роговая пыль загрязняется при размоле металлическими пылин-

ками от машин. Для удаления пылинок металла и других посторонних примесей роговую пыль подвергают отвеиванию: роговая пыль попадает через воронку в камеру с работающим вентилятором; ток воздуха от вентилятора имеет постоянную скорость, поэтому роговая пыль, имеющая меньший удельный вес, отвеивается дальше металлических частиц, падающих на дно камеры вблизи вентилятора.

Роговые смеси резины вырабатываются из хороших или средних сортов каучука; в зависимости от назначения, к каучуку добавляются различные примеси: небольшое количество льняного масла, воск и т. п.; в сорта более низкого качества идут фактисы, асфальт, минеральные примеси и т. д.. В смесь, перемешиваемую обычным путем на смесительных вальцах, добавляется сера, и, для ускорения вулканизации, небольшое количество окиси магния; смешанная резина пропускается через каландр, полученные листы дублируются до требуемой толщины.

Дальнейший ход производства зависит от рода изделий. Сначала рассмотрим изготовление простейших изделий — *эбонитовых гребней*.

Одним из важнейших вспомогательных средств производства роговых изделий является *оловянная фольга* (листовое олово), между которой помещается пластинка роговой смеси для прессовки и вулканизации изделий. Заводы роговой резины обычно имеют свои собственные олово-литейные и олово-прокатные мастерские, что, конечно, сильно удешевляет производство. Олово, доставляемое на заводы в слитках, расплавляется в плавильных котлах и выливается в пластины толщиной около 1,5 см. Полученные пластинки развальцовываются на

специальных олово-прокатных вальцах в листы требуемой толщины. По выходе из каландра, резиновая закладка вкладывается между двумя листами фольги и разрезается вместе с нею на куски, соответствующие размерам гребневых форм. Заготовленный материал поступает под гидравлический пресс, придающий гребням их форму и выдавливающий излишек резины. По выходе из под пресса, в фольге пробивается отверстие для подвешивания оттисков во время вулканизации. Вулканизация гребней производится обычно в воде, хотя иногда гребни вулканизируются и в открытом пару. Во время вулканизации давление пара постепенно повышается до 3,5 атмосфер и остается на этом уровне в течении 10-12 часов. По окончании вулканизации фольга снимается с гребней и идет в переплавку.

Дальнейшая обработка получившего общую форму гребня — *нарезка зуба* — может производиться двумя способами. Один из них заключается в нарезке зуба круглой пилой, для чего гребень, укрепленный на салазках, подается эксцентриком к быстро-вращающейся круглой пиле, нарезающей отдельные прорезы; после окончания нарезки прореза салазки автоматически отводятся обратно и подаются для нарезки следующего прореза. Другой способ заключается в пробивании прорезов гребня острым ножом.

Окончательная отделка гребней — *шлифовка и полировка* — производится в следующей последовательности. Сначала гребни шлифуются на наждачном кругу и подшлифовываются пемзовым порошком на кожаном кругу. Затем гребни полируются трепелом с маслом и, наконец, чистым суконным полировочным кругом.

Большое значение в роговом производстве имеют *роговые пластины*, являющиеся частично полуфабрикатами многих изделий, в том числе некоторых сортов гребней. Производство таких пластин требует особого внимания и сноровки. Резина, выпускаемая из каландров в листах до 0,5 мм. толщиной, не должна иметь пузырьков воздуха и каких-либо иных изъянов. Резина раскладывается на гладком чугунном подогревательном столике, предварительно покрытом листом оловянной фольги. Поверх листа резины кладется новый лист фольги и все прокатывается тяжелым чугунным валиком, для придания листу резины плотности и совершенной гладкости; оба листа фольги смазываются перед употреблением льняным маслом, керосином, вазелином или скипидаром. На первый лист резины накладывается второй лист и т. д. до получения пластины требуемой толщины. На полученную пластину резины накладывается лист фольги, все вновь прокатывается валиком и отправляется на вулканизацию в воде; пластины крупных размеров требуют предварительной вулканизации под прессом.

Здесь же будет уместным коснуться резиновых смесей для зубоорачебных целей. Следует различать небные пластины (присосы) и смеси для десен. Для *присосов* имеются в продаже смеси различной твердости, которые, однако, должны хорошо пружинить, не размягчаться, не выцветать и не становиться хрупкими. Цвет их бывает различный: красный, розовый, желтоватый, коричневый и черный. Для изготовления *искусственных десен* применяются смеси только красного и розового цвета. Смеси состояются из лучших сортов сырого каучука с добавлением бинновари, сернистого

цинка, литопона или цинковых белил. Резина тщательно провальцовывается и пропускается через каландры, выпускающие ее в виде листов толщиной в 0,9—2 мм. Резина, остывшая после прохождения через каландры, режется на куски и перекладывается калькой, благодаря которой листы не слипаются и предохраняются от вредного влияния света и воздуха. В зубной технике эти кусочки резины набиваются в гипсовые слепки и в них же вулканизуются горячим способом.

В технике часто применяются *эбонитовые сосуды*, в особенности для хранения кислот; к ним же следует отнести и аккумуляторные ящики. Роговая смесь должна в этом случае хорошо сопротивляться раз'едающему действию серной кислоты и сильным толчкам; она делается обычно с примесью порошкообразной пемзы или чистых сортов кремневой кислоты (инфузорной земли и т. д.). Чугунная форма обертывается листом роговой смеси и помещается в тальк, в котором и вулканизуется.

Таким же способом происходит покрывание слоем роговой резины центрофуг, труб, подшипников для пропеллерных мешалок и т. п.; они также вулканизуются в тальке. Толщина слоя талька, покрывающего вулканизуемое изделие, зависит от толщины рогового слоя изделия и от степени вулканизации; чем толще слой талька, тем равномернее происходит повышение температуры и, стало-быть, получается более однородная вулканизация рогового слоя.

Многие изделия, особенно выходящие из вулканизации с уже гладкой поверхностью, как ирригаторные наконечники, краны, ручки для самопишущих перьев и т. д., сначала выпрессовываются в стальных формах, а затем вулканизуются горячим способом. Иногда изделия

прессуются в стальных или шпидатровых *) формах и в них же происходит предварительная вулканизация. Такой способ может применяться и в производстве гребней.

Для *окончательной отделки* многих роговых изделий применяется, кроме упомянутых выше шлифовки и полировки, целый ряд других механических операций, напр. обточка и сверление на токарных станках, выгибание после предварительного размягчения эбонита в горячей воде и выбивание, производящееся следующим образом: пластинка роговой резины подогревается на чугунном подогревательном столе и выбивается под прессом при помощи матриц, имеющих соответствующий профиль. Для сохранения мягкости во время операции, резина подогревается небольшой струей пара.



*) Сплав олова с сурьмой. *Прим. Ред.*

ОГЛАВЛЕНИЕ.

	Стр.
Предисловие к русскому изданию	III
Введение	V—VII
1. Происхождение и добыча каучука	8—31
Каучуковые растения	8—15
Плантационный каучук	15—20
Подсочка и коагуляция	20—31
2. Значение каучука в мировом хозяйстве	32—42
Добыча и потребление каучука	32—35
Сорта каучука	35—38
Торговля каучуком	39—42
3. Химия каучука	43—55
Латекс, составные части и основные свойства каучука	43—47
Синтетический (искусственн.) каучук	47—51
Вулканизация каучука	51—55
4. Примеси	56—69
Минеральные и растительные примеси	56—59
Ускорители вулканизации	59—61
Фактисы	61—64
Регенерированный каучук (буфер)	65—69
5. Подготовительные операции	70—80
Промывка сырого каучука	70—73
Сушка промытого каучука	74—75
Вальцевание и крашение каучука	75—77
Каландрирование резины	77—78
Натуральная резина	78—80

	Стр.
6. Резиновый клей	81—86
7. Вулканизация	87—93
Горячая вулканизация	87—91
Холодная вулканизация	91—93
8. Изделия без прокладок	94—105
9. Шприцованные [выдавленные] изделия	106—111
10. Прорезиненные ткани	112—117
11. Резиновые изделия с прокладками	118—127
12. Изделия без шва	128—131
13. Изделия из роговой резины	132—137

Таблица 1.

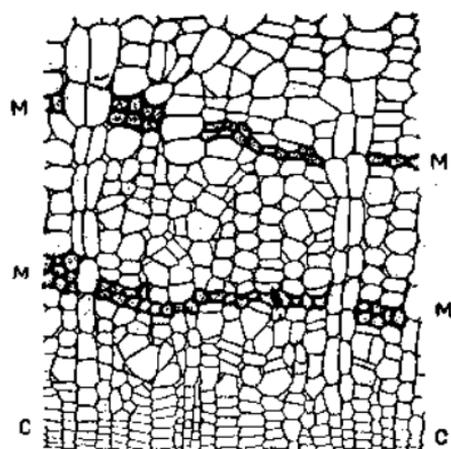


Рис. 1. Слой коры каучукового дерева под микроскопом.

ММ — млечные сосуды. СС — внутренний слой коры, прилегающий к древесине.

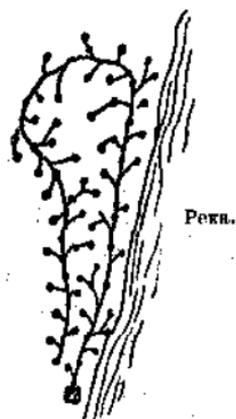


Рис. 2. Схема «эстрады».

Участок располагается по реке. Квадрат — валаш сборщика. Точки — каучуковые деревья. Линии — главная и боковая тропинки.

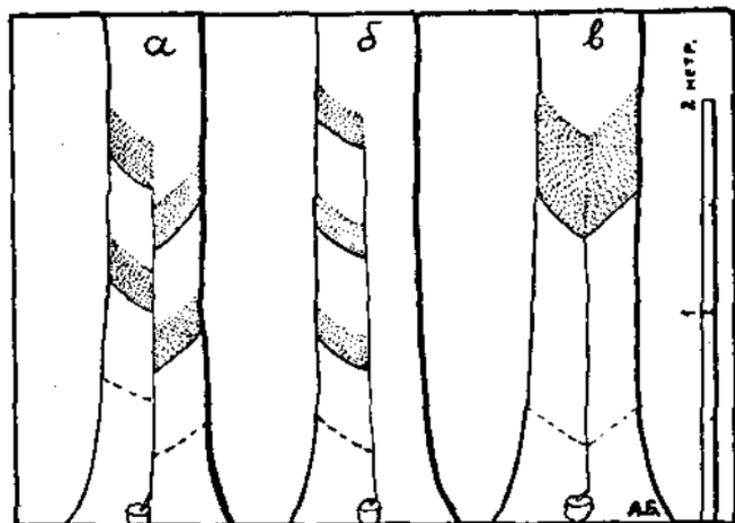


Рис. 3. Различные способы подсочки.

а — «в олку», б — «в полуюлку», в — Y-образный надрез. Затенены места зарубцовывающейся коры от прежних надрезов. Пунктирные линии — предел подсочки.

Таблица II.



Рис. 4. Копчение научука «спара».



Рис. 5. Момент подсочки на одной из плантаций о. Суматры.

Таблица IV.



Рис. 6. Ряд прольвательных галъцев.

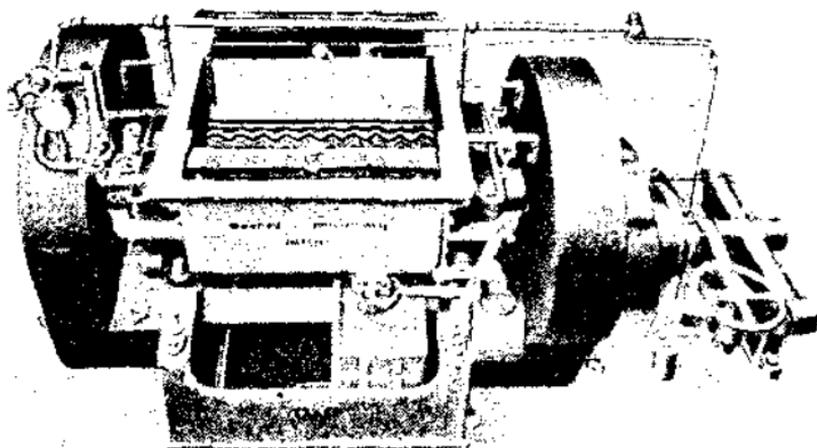


Рис. 7. Аппарат для промывания каучука (фирмы «Вернер и Пфлейдерер»).

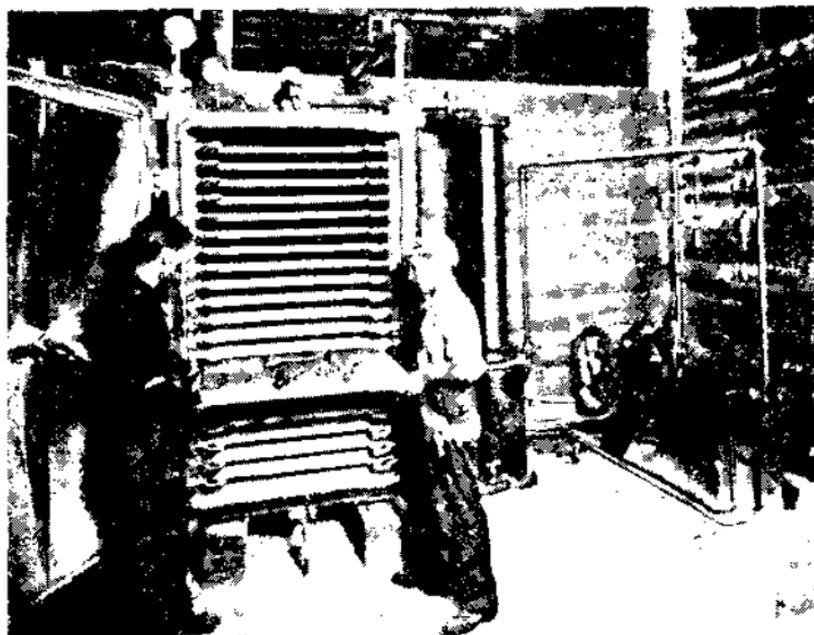


Рис. 8. Вакуум-аппарат для сушки промытого каучука.

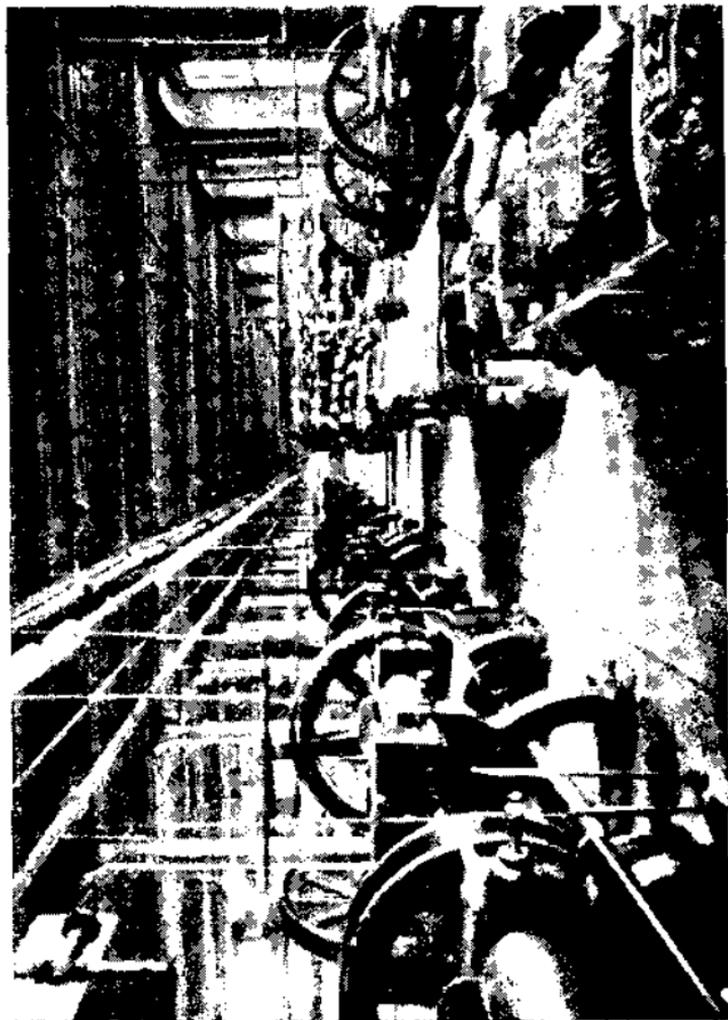


Рис. 9. Вальцовка.

Слева — ряд вальцев, справа — стеллажи с емкостями для сырья.

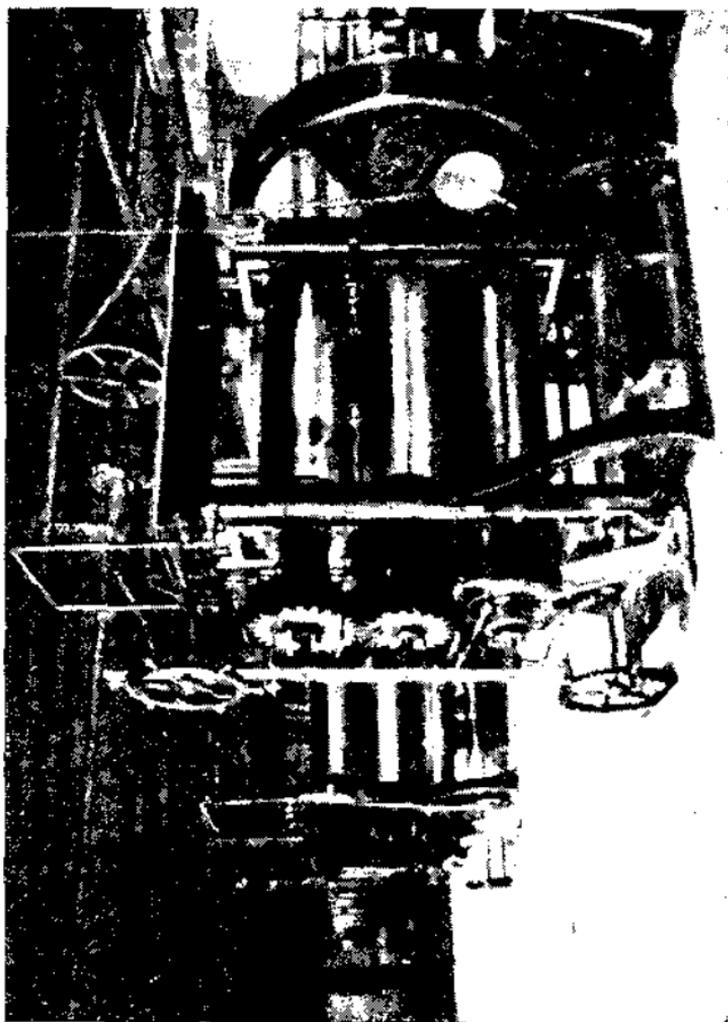


Рис. 10. Каландр.

Таблица VIII.

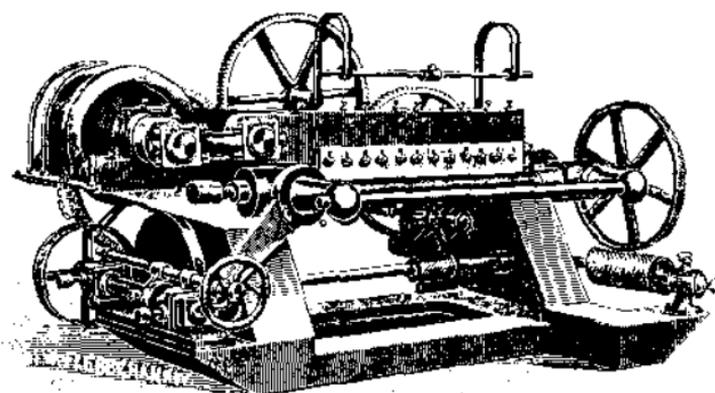


Рис. 11. Машина для резки «натуральной резины».

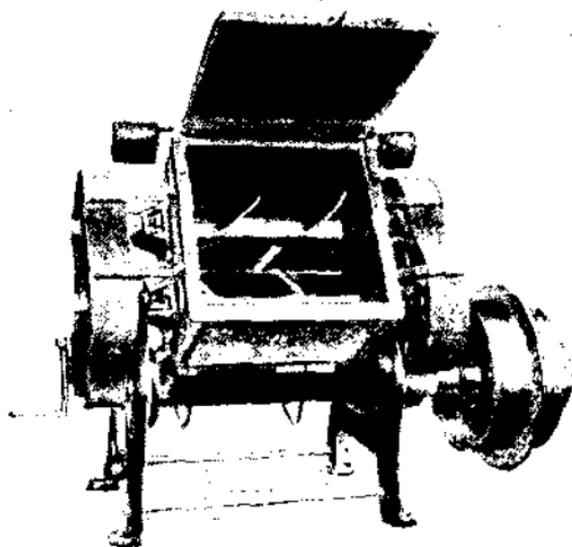


Рис. 12. Аппарат фирмы «Вернер и Пфлейдерер» для изготовления резинового клея.

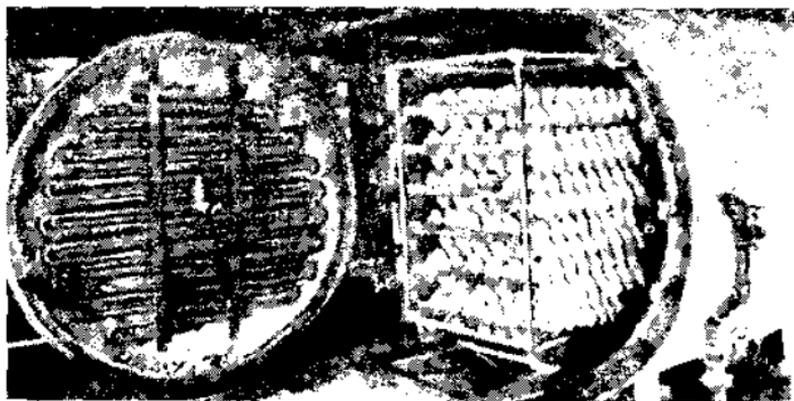


Рис. 13. Большой котел для вулканизации каучука.

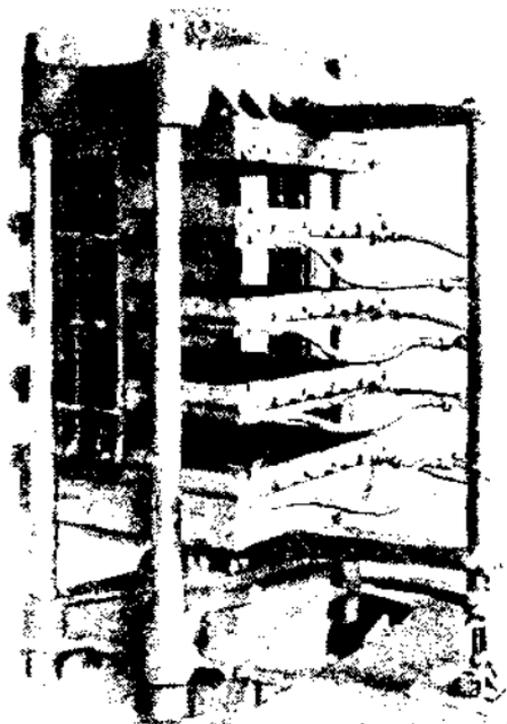


Рис. 14. Вулканизационный пресс с 4-мя роликами.

Таблица X.

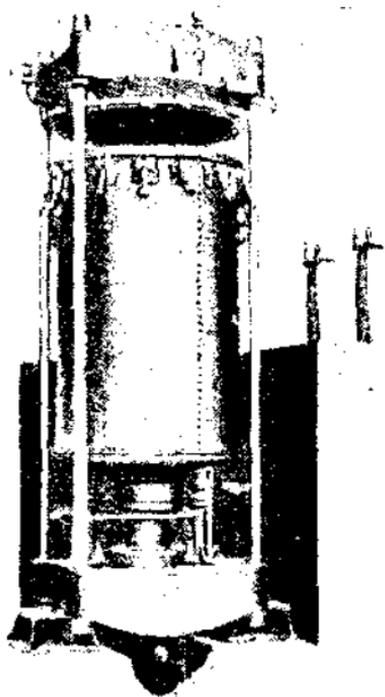


Рис. 15. Автоклавный вулканизационный пресс.

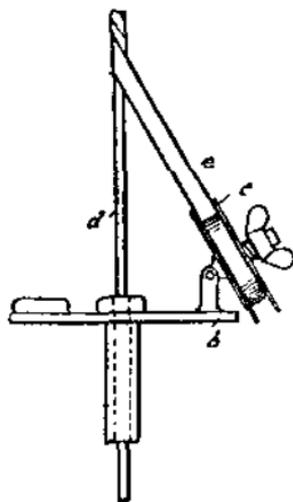


Рис. 17. Схема машины для накладки изоляции на провод.

а — провод, б — ползучая проволочная катушка, в — заготовка, г — шпулька.

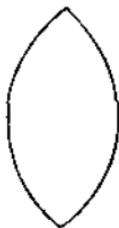


Рис. 16. Форма кусков резины для клейки мячей.



Рис. 18. Работа на шприц-машине.

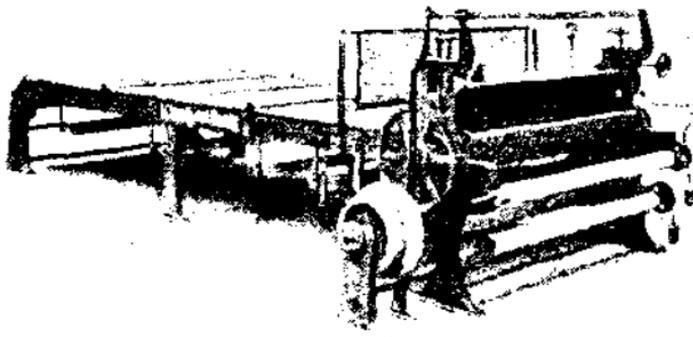


Рис. 19. Шпрединг-машина.

Таблица XII.



Рис. 20. Схема шрединг-машины. См. главу 10.

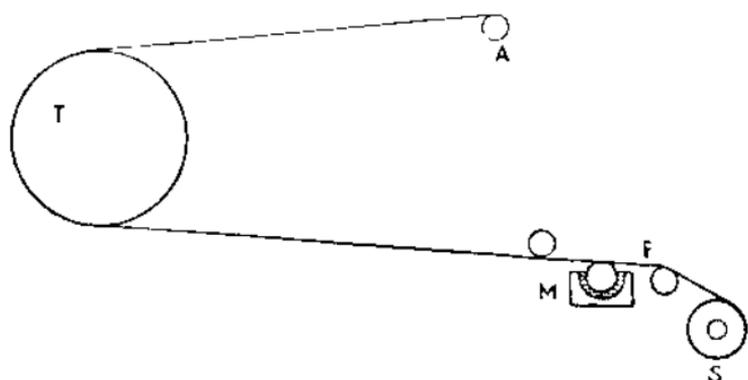


Рис. 21. Схема аппарата для холодной вулканизации прорезиненных тканей. См. главу 10.

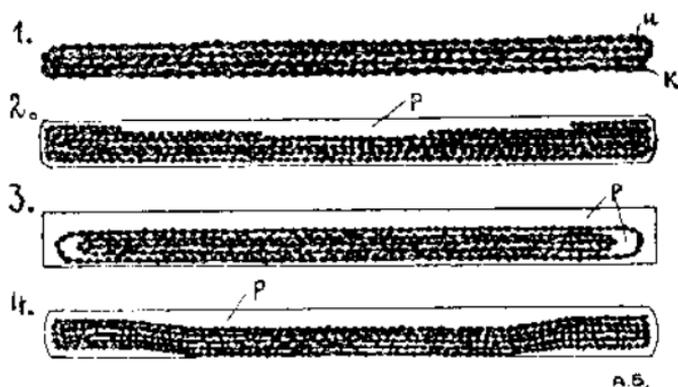


Рис. 22. Схематические разрезы ремней.

1. Резиновый привальный ремень без облатки.
2. Привальный ремень с удлиненным резиновым слоем сверху.
3. Привальный ремень с удлиненным резиновым слоем сверху и с боков.
4. Облаточный привальный ремень привального ремня.

Р — резина.

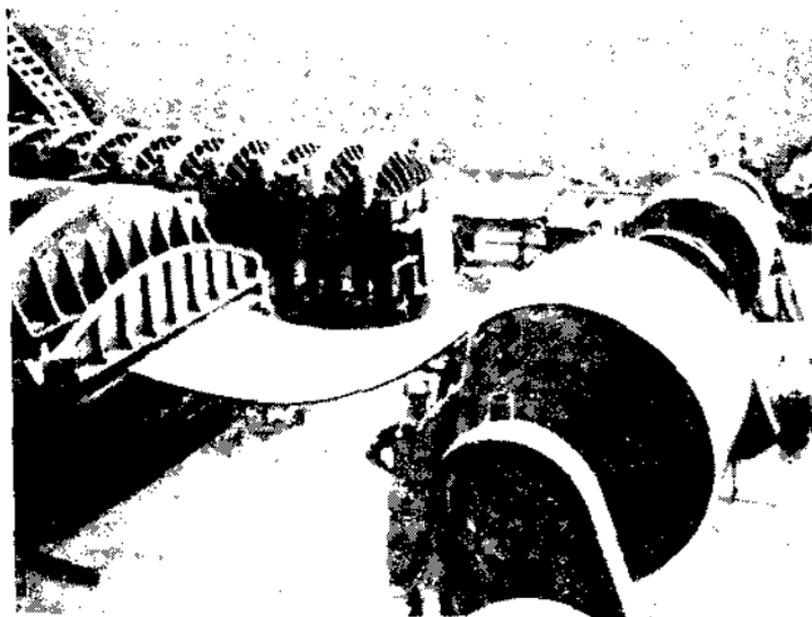


Рис. 23. Вулканизация транспортного ремня.

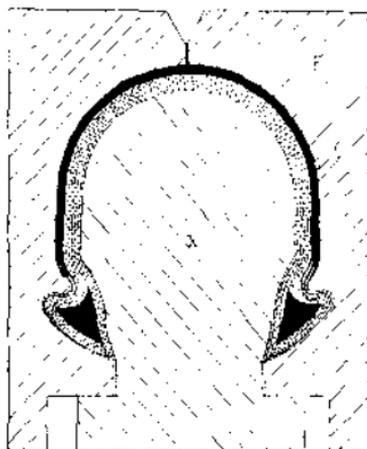


Рис. 24. Разрез формы для вулканизации авто-покрышек.

Таблица XIV.

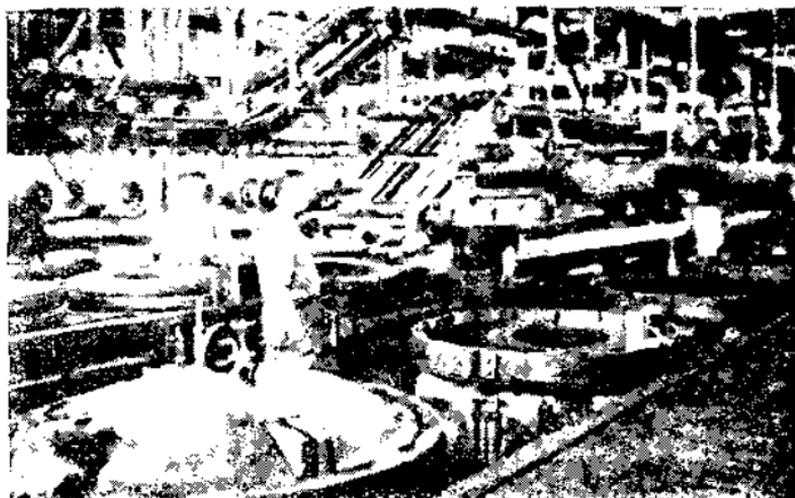


Рис. 25. Вулканизация авто-покрышек.

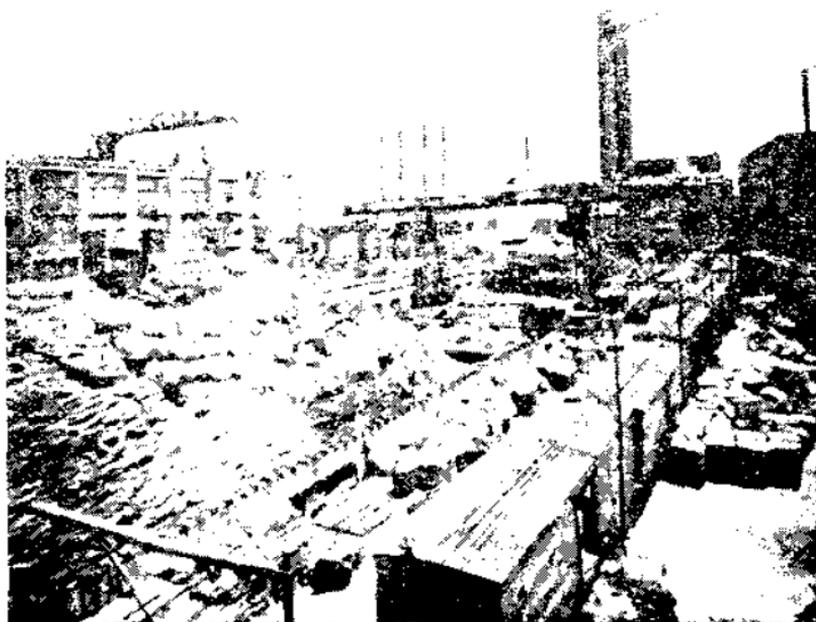


Рис. 26. Склад старой резины крупного американского регенерационного (буферного) завода.

Цена 1 руб.

46020

590405

СКЛАД ИЗДАНИЯ
при Научно-Технической Библиотеке
Завода „КРАСНЫЙ ТРЕУГОЛЬНИК“.