

**А. Я. АВЕРБУХ, К. К. БОГУШЕВСКАЯ**

# **ЧТО ДЕЛАЕТ ХИМИЯ ИЗ ДРЕВЕСИНЫ**

---

**ИЗДАНИЕ ВТОРОЕ,  
ИСПРАВЛЕННОЕ И ДОПОЛНЕННОЕ**

**682333**

**ИЗДАТЕЛЬСТВО  
„ЛЕСНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ“  
Москва 1970**



# Содержание

	Стр.
Введение . . . . .	3
Наш зеленый друг и что он дает человеку . . . . .	4
Роль леса велика и многообразна . . . . .	6
Дары зеленого друга . . . . .	9
Комплексное использование древесины . . . . .	12
В. И. Ленин и лесная промышленность . . . . .	16
Некоторые данные о соединениях углерода и составе древесины . . . . .	26
Углеводы — источник энергии . . . . .	34
Состав и строение древесины . . . . .	37
Для чего и как используется древесина . . . . .	40
От дерева до готового изделия из него . . . . .	43
Защита древесины от гниения и огня . . . . .	48
Химические продукты из древесины . . . . .	52
Производство целлюлозы . . . . .	58
Применение целлюлозы . . . . .	69
Производство бумаги и картона . . . . .	70
Эфиры целлюлозы и их применение . . . . .	80
Отходы целлюлозного производства и их применение . . . . .	91
Искусственные волокна, мех и кожа . . . . .	95
Гидролиз древесины . . . . .	106
Термическая переработка древесины . . . . .	119
Канифольное производство . . . . .	131
Получение гербицидов, кормовых продуктов, лекарственных и других веществ . . . . .	136
Композиции материалов из древесины и связующих . . . . .	140
Задача огромного государственного значения . . . . .	165

## ВВЕДЕНИЕ

Успешное создание материально-технической базы коммунизма неразрывно связано со все возрастающим и эффективным использованием богатых природных ресурсов нашей страны.

В развитии химии большое значение имеет химическая и химико-механическая переработка древесины. Роль леса велика и многообразна. При комплексном использовании древесины страна получает топливо, целлюлозу, бумагу, картон, разнообразные строительные материалы, древесные пластики, шелк, фенолы, лаки и краски, растворители и много других различных соединений и материалов, необходимых народному хозяйству.

Использование древесины и продуктов ее переработки в народном хозяйстве показано на схеме (см. стр. 12).

Развитие и дальнейшее совершенствование многих отраслей промышленности, сельского хозяйства, а также культуры и быта советских людей немислимо без этих продуктов и соединений. Следует добавить, что человек дышит кислородом — продуктом жизнедеятельности растений. И, наоборот, целый ряд материалов, получаемых переработкой древесины (особенно механическими методами), не может быть использован без применения некоторых соединений, выпускаемых химической промышленностью.

Как известно, большая химия потребляет огромное количество сырья, среди которого главную роль играют природные и промышленные газы, продукты переработки угля, нефти, торфа, сланца и древесины. И из всех видов сырья древесина имеет два важнейших преимущества: лес растет в большинстве районов страны и, самое важное, лес может быть возобновлен, тогда как запасы других видов сырья восстановить нельзя (если не считать открытия новых месторождений).

Подсчитано, что человек за свою жизнь в среднем потребляет в виде топлива, а также на строительство жилищ, изготовление мебели, бумаги, искусственного волокна и других необходимых ему материалов такое количество древесины, которое составляет рощу почти из 400 деревьев.

## НАШ ЗЕЛЕНЫЙ ДРУГ И ЧТО ОН ДАЕТ ЧЕЛОВЕКУ

От льдов Арктики до гор Памира, от вод Балтики до Тихого океана простирается наша необъятная страна. Нет страны на свете больше нашей: на девять с лишним тысяч километров с запада на восток и более чем на 4500 километров с юга на север простирается ее территория. Вспомните, что пишет о Сибири в поэме «За далью — даль» А. Твардовский:

Сибири! Леса и горы скопом  
Земли довольно, чтоб на ней  
Раздаться вширь пяти Европам  
Со всею музыкой своей...

И на огромных просторных равнинах и горных хребтах зеленым необозримым морем раскинулись леса — наше национальное богатство, наше «зеленое золото». Огромные количества древесины, разнообразные плоды, ягоды, орехи, цветы, смолы, канифоль, лекарственное сырье, хвойное эфирное масло, дубильные вещества и многие другие необходимые человеку вещи дают лесные насаждения.

Известно, что 71% земного шара покрыт водой, а 29% (почти  $\frac{1}{3}$ ) оставшейся суши занято лесами. Около пятой части всех лесов земного шара, примерно 910 млн. га, находится на территории СССР. У нас леса больше, чем в США, Канаде, Швеции, Японии, Финляндии и Франции, вместе взятых. На каждого жителя Советского Союза приходится 3,88 га лесных насаждений и 341 кубометр запасов древесины. Общие запасы древесины в СССР примерно равны 80 млрд. кубометров<sup>1</sup>.

Наши прекрасные леса — красота и гордость нашей земли — воспеты в стихах и прозе. О них написано много произведений, сказаний, песен и былин. А. С. Пушкин, Л. Н. Толстой, И. С. Тургенев, Н. А. Некрасов, А. П. Чехов, А. М. Горький, Д. Н. Мамин-Сибиряк, С. Т. Аксаков, С. А. Есенин, М. М. Пришвин, Л. М. Леонов дали обаятельное описание красоты русского леса. В народных песнях поэты сравнивают тонкую рябину —

<sup>1</sup> Сб. «Лесное хозяйство СССР за 50 лет» (1917—1967 гг.). Изд во «Лесная промышленность», 1967, стр. 3.

с девушкой, дуб — с богатырем былинным, березу — с белой кудрявой красавицей... А сколько чудесных полотен И. И. Шишкина, И. И. Левитана, В. Д. Поленова, А. А. Рылова, А. Н. Ромадина, В. Н. Бакшеева и других великих мастеров кисти тонко и поэтично передают задумчивую красоту и неповторимое своеобразие родной природы.

Лес... Какое короткое слово и как много собрано в нем для человека: и обаяние природы и здоровье... Не случайно лес ласково мы называем зеленым другом. И очень трудно сказать, когда же он лучше и красивее: весной в пору пробуждения и буйного цветения, когда все кругом покрыто изумрудной свежестью молодых листьев, в жаркие дни лета, когда лучи заходящего солнца создают неповторимые по своей красоте виды, и зеленый ковер леса сливается с горизонтом, или «золотой» осенью с его великолепной яркой желто-красной расцветкой. А может быть, зимой, когда невольно залюбуешься спокойным лесом в его сверкающем сказочно белом наряде, пушистыми елями с шапками из снега на малахитовых лапах и той величавой, торжественной тишиной, которая вас окружает. Неповторима красота наших могучих лесов, стройных и кудрявых, веселых и нежных.

Хорошо в лесу! Приятная лесная прохлада, птичьи голоса, лужайки и журчащие ручейки, чистый воздух с упонтельным запахом хвои, смолы и ароматом других деревьев снимают усталость и вызывают чувство успокоения у человека, улучшая и укрепляя тем самым его нервную систему. Как легко дышится в хвойном лесу. И вот незаметно улучшается наше самочувствие и настроение, появляется бодрость и энергия.

Оглянись вокруг себя, читатель, посмотри на родную землю и ты увидишь сады, парки и леса, поражающие своим разнообразием и контрастностью. Не будь у нас лесов, совсем иными, может, беднее и скупер были бы наша проза и поэзия, живопись и музыка. Не случайно П. И. Чайковский, живший в Клину, около леса, шутя говорил, что он не сочинял там музыку, а просто записывал звуки, которые там слышал, — то дерево скрипнет, то ветер зашумит по верхушкам деревьев...

Певцом русского леса называют И. И. Шишкина. Вспомните такие его незабываемые полотна, как «Утро в сосновом лесу», «Корабельная роща», «Лесные дали» и другие. А. П. Чехов говорил, что пейзаж невозможно писать без пафоса, без восторга. В свое время П. И. Чайковский признался, что восторги от природы выше, чем от искусства.

С лесом, с его неувядаемой красотой связано в жизни каждого из нас все самое лучшее, заветное и дорогое. Родные перелески, кудрявая березка под окном, нежная рябина, задумчивая река на опушке леса, заветная тропинка в дубраве — все это Родина, образ которой мы вспоминаем в суровый час, когда надо мобилизовать все нравственные и физические силы. Не случайно лес, особенно береза, стали поэтическим символом Родины. Вспомните строки неизвестного поэта, написанные в фашистском застенке, может быть, в ожидании смерти:

Я вернусь еще к тебе, Россия,  
Чтоб услышать шум твоих лесов,  
Чтоб увидеть реки голубые,  
Чтоб идти тропой моих отцов.

Упоминание о лесе вы встретите всюду. Появились магазины сувениров «Березка», общеизвестен ансамбль песни и пляски под этим же названием. Вокруг крупнейшей в Европе гостиницы «Россия» в Москве посажен русский лес — неотъемлемый архитектурный элемент, связывающий здание с историческим ансамблем. 441 березка посажена в городе Пожареваце на могилах советских солдат, отдавших свою жизнь за Югославию, за мир на земле.

## **РОЛЬ ЛЕСА ВЕЛИКА И МНОГООБРАЗНА**

В законе об охране природы, принятом в 1960 г., подчеркивается: «леса подлежат охране и регулированию использования как источники древесины и другого технического сырья, пищевых и кормовых продуктов, как места обитания полезных животных и растений, как важная часть географической среды, имеющая водоохранное, водорегулирующее, почвозащитное, полезное, климатическое, оздоровительное и культурно-эстетическое значение».

Лесные насаждения поглощают из воздуха углекислый газ и выделяют необходимый для дыхания человека кислород. Лес предохраняет почвы от смыва водой и выветривания, регулирует уровень воды в реках, смягчает наводнения, создает прохладу, уменьшает силу ветра (самой ветроустойчивой породой в СССР является дуб), помогает бороться с засухой, предотвращая чрезмерное испарение влаги из почвы. «Дерево водой живет, дерево воду бережет» — говорит народная пословица. Сохраняя влагу на полях, лесные насаждения помогают

сбирать с полей высокие урожаи и одновременно увлажняют воздух. Так, с гектара лиственного леса испаряется в течение лета около 2500 тонн воды, которая увлажняет и освежает воздух (тополь увлажняет воздух в 9,6 раза лучше, чем ель, и в 4,3 раза лучше, чем дуб). Таким образом, лес влияет на климат, делая его более умеренным. Листья и ветви различных растений, препятствуя распространению звуковых волн, уменьшают уличный шум, поэтому в скверах всегда тише, чем рядом, у домов.

Влажные листья хорошо поглощают пыль и уменьшают концентрацию вредных газов в воздухе. Общеизвестно, что воздух чище там, где больше зеленых насаждений. Подсчеты показывают, что на 50 квадратных километров леса приходится 50 тонн пыли, тогда как на ту же площадь, но не покрытую лесом, — 400—700 тонн. Тополь, клен, вяз, сирень, орех, карагач, липа и некоторые другие породы деревьев являются хорошими «фильтрами» пыли.

Созданные полезные защитные лесные полосы не только преграждают путь губительным суховеям, встав на их пути зеленой стеной, но и сдерживают наступление сыпучих песков, унос плодородных земельных частиц верхнего покрова земли во время бурь, предохраняют реки от обмеления и укрепляют степные овраги, сыпучие пески и горные склоны. Майский Пленум ЦК КПСС (1966 г.), обсуждавший вопросы мелиорации земель, обратил большое внимание на посадку полезных и приовражных лесонасаждений. В борьбе с эрозией, суховеями и движущимися песками защитное действие лесных полос не может быть заменено никакими другими агротехническими мерами. Защитное воздействие леса было замечено и оценено давно. Сподвижник Петра, выдающийся механик А. К. Нартов, вспоминает: «Петр Великий, сажая сам дубовые желуди, ... желал, чтоб везде разводили дуб, и, приметив, что один из стоящих тут знатных особ трудам его улыбнулся, оборотясь к нему, гневно промолвил: Понимаю! Ты мнишь, не доживу я матерых дубов... Не для себя тружусь, польза государству впредь». Спустя более 150 лет великий ученый Д. И. Менделеев писал о защитных лесных полосах: «И я думаю, что работа в этом направлении настолько важна для будущего России, что считаю ее однозначней с защитой государства».

Лесные полосы являются надежным, долгодействующим мелиоративным средством, они повышают урожай зерновых культур в засушливые годы на 2—4 центнера с гектара (под агро-

климатическим воздействием лесных полос находится 1 млн. га пахотных земель). Лесные полосы прикрывают железнодорожные пути от снежных заносов, а в горах — от обвалов и селевых потоков.

Нельзя не вспомнить и о том, что зеленый цвет благотворно действует на глаза и нервную систему человека и, кроме того, зеленые насаждения предохраняют человека от воздействия прямых солнечных лучей.

Растения выделяют в окружающую их среду огромные количества веществ, получивших название фитонцидов. Они задерживают рост бактерий, микробов и грибов и таким образом оздоравливают воздух, мешают распространению многих инфекционных заболеваний. В воздухе соснового бора, кедрового или дубового леса очень мало бактерий. Подсчитано, что гектар соснового леса выделяет в воздух ежедневно 30 килограммов фитонцидов, а дубовый лес — 15 килограммов. Только эфиромасличные растения земного шара выделяют в атмосферу ежегодно до 175 млн. тонн летучих веществ.

Установлено, что если в комнате есть эвкалипт, то в нее не залетают мухи, комары и москиты. Только что сорванные ветки пихты уменьшают число микробов в комнате в 7—10 раз. Фитонциды черемухи и лавровишни в определенных условиях могут на расстоянии убить даже мышь или крысу. Человек, находясь в лесу, вдыхает не только чистый воздух, насыщенный кислородом, но и различные летучие органические вещества, убивающие болезнетворные микробы.

Лесные массивы — хорошее место для отдыха и оздоровления людей. В жаркое время года в лесной тени, где температура на 8—12° С ниже температуры асфальта, улучшается деятельность сердца человека, дыхание становится глубоким.

Лесные насаждения создают благоприятный микроклимат на Черноморском побережье Кавказа и Крыма, на Карельском перешейке под Ленинградом и во многих других местах страны.

Зеленые насаждения очищают атмосферный воздух городов и поселков от загрязнений, выбрасываемых промышленными предприятиями и содержащихся в выхлопных газах автомобилей. Для этой цели лучше всего использовать насаждения акации белой, ивы белой, тополя канадского, ели колючей, можжевельника и др. Полоса шириной 20 метров вокруг предприятия примерно вдвое уменьшает содержание вредных веществ в атмосфере.



## ДАРЫ ЗЕЛЕННОГО ДРУГА

Наша страна славится не только величиной своих зеленых насаждений, но и исключительным разнообразием древесных пород.

Наши леса неповторимо разнообразны и каждый из них имеет свой облик, свои наиболее характерные древесные породы. Если на севере, в притундровом лесу, мы встретим лишь карликовую березу или иву, то южнее, в тайге, находится главная «кладовая» зеленого золота. Невольно вспоминаешь слова популярной песни: «Зеленое море тайги...» Тут и могучий кедр, и мохнатая ель, пихта, строевая вечнозеленая сосна, лиственница и другие ценные породы деревьев. На территории нашей страны находится 58,2% всей хвойной древесины мира<sup>1</sup>. Древесина лиственницы обладает большой прочностью, твердостью, высокой сопротивляемостью при сжатии и изгибе. Она хорошо сохраняется как в воде, так и в земле, поэтому применяется при сооружении мостов, молот, плотин и других подводных сооружений. Известно, что мост из лиственницы, построенный древними римлянами, служил примерно 1700 лет. Дома и даже целая крепость на берегу Илама в Сибири, сложенные из этого дерева 300 и более лет тому назад, стоят и в настоящее время. Десятки электролиний вдоль Ангары и Братского моря и сотни километров высоковольтных электропередач построены на опорах из лиственницы, что позволило сэкономить более 12 000 тонн металла и 8 000 кубометров железобетона.

Насколько велики запасы древесины в тайге, говорит следующий приблизительный подсчет. Если вырубить годовой естественный прирост леса только одной сибирской тайги, то он будет равен почти 25% количества всей древесины, потребляемой за год на всем земном шаре. А общий средний прирост древесины за год по Советскому Союзу примерно равен 900 млн. кубометров.

Еще южнее, в лесостепной зоне средней полосы страны, появляется сперва смешанный, а затем и лиственный лес: нарядная липа, величавый кряжистый дуб, ясень, осина, ажурный клен, серебристая ива, вяз, стройный тополь, рябина, кудрявая нежно-зеленая береза. Пожалуй, не найти в наших лесах другого дерева, которое бы так широко использовалось населе-

---

<sup>1</sup> Сб. «Лесное хозяйство СССР за 50 лет» (1917—1967 гг.): Изд-во «Лесная промышленность», 1967.

нием, как береза. Есть и черная, и желтая береза — всего ее 40 видов растет в наших лесах.

Из древесины березы изготавливают самые разнообразные изделия: фанеру, колеса, посуду, топоры. Береза является лучшим древесным топливом. Из нее получают хороший уголь, деготь и... ароматное вино. Каждое дерево может дать в год без вреда около 300 литров сока, в котором содержится 2—4% сахара.

Из коры березы — бересты изготавливают кораба, кроют ею жилища и обшивают небольшие лодки. Сотни берестяных грамот нашли участники экспедиций Академии наук в Новгороде с записями, сделанными древними новгородцами 500—600 лет тому назад. Шемогодские мастера (Вологодская область) простым ножом вырезают красивые тончайшие кружевные узоры на берестяных баклажках (туесках) и на коробках. Эти изделия, получившие медали на международных выставках, экспонируются во многих музеях мира. Литовский народный скульптор Эльжбета Даугвилене известна своими громадными горельефными композициями из бересты. Так называемая карельская береза имеет очень прочную древесину, цвет и красивый рисунок, который делает ее похожей на желтый мрамор.

На Дальнем Востоке растет железная береза. Ее крепкая и тяжелая древесина сопротивляется сжатию вдоль волокон подобно чугуну, а изгибу — как железо. Изделия из такой древесины по виду напоминают костяные, ее прочность такова, что можно изготавливать из нее ткацкие челноки и подшипники опорных катков гусеничных тракторов. Список изделий, получаемых из березы, можно было бы продолжить. Не случайно столько песен, стихов, поговорок и сказок посвятили народы нашей страны своей любимой березе.

Очень разнообразна флора на Дальнем Востоке. Кроме уже перечисленных выше различных пород, в дальневосточной тайге растет и «амурский бархат» — отечественный заменитель алжирского дуба, считавшегося до последнего времени почти единственным пробконосом на земном шаре. Из светло-серой коры амурского бархата, имеющей хорошо развитый пробковый слой, изготавливают ценные изоляционные плиты.

Чем дальше на юг, тем больше дуба, ясеня, ореха. А в Крыму, на Кавказе произрастают пальмы, цитрусовые деревья, бамбук (из него легко изготовить водопроводные трубы), гуттаперчевое дерево, тис, орех твердый, как железо, самшит, инжир, пробковый дуб, карагач, тунговое дерево (лучшее быстровысыхающее масло для олифы и лаков), бук, эвкалипт (верный друг

человека в борьбе с малярией), граб, каштан, маслина (оливковое масло, богатое белками и витаминами), лаковое дерево (дает в год около 150 килограммов сырого, так называемого японского лака), разнообразные фруктовые деревья (например, авокадо, плод которого богат витаминами и по пищевой ценности не уступает мясу) и многие другие породы (фисташки, миндаль, гваюла, хинное и шоколадное деревья).

В Аджарии, в Чаквском совхозе им. В. И. Ленина, есть единственный дом-павильон, построенный в 1951 г. целиком из бамбука. На Фучжоуской чайной фабрике в Китае работают автоматические поточные линии, сделанные из бамбука и других пород дерева.

На побережье Кавказа встречаются стройные красивые деревья, которые по своему внешнему виду напоминают веерные пальмы. Это — драцены, листья которых похожи на щетину животных и конский волос. Щетки из драцены с успехом применяются в самых различных отраслях народного хозяйства. Темир-агач (в переводе с азербайджанского «железное дерево»), растущий в Азербайджане, по прочности можно сравнить с металлом. Из его древесины изготавливают различные машинные детали, в том числе шестерни, валы и т. п.

В Грузии есть леса дзельквы (в переводе с грузинского обозначает «каменное дерево»). Ее тяжелая и очень прочная древесина красновато-желтого цвета используется в кораблестроении и мебельном производстве.

На юге страны сохранилось много деревьев — «ветеранов». Возраст многих из них достигает 1000 и более лет. В нагорном Карабахе растет платан, диаметр ствола которого более 9,5 метра, а возраст 2000—3000 лет. Возраст исполинской туи в Ленинабаде превышает 2000 лет. В Дербенте имеются три платана, одному из которых уже 1000 лет, а двум — более 900 лет. В Крыму взято на учет около 800 деревьев-долгожителей. Среди них 1000-летняя дикая фисташка и такого же возраста можжевельник (мыс Ай-Тодор). На Ай-Петри живет тысячелетний ягодный тис, а в Никитском ботаническом саду — скальные и пушистые дубы, возраст которых превысил 1000 лет. В Литве имеется дуб, которому насчитывается почти 2000 лет.

Но лес дает не только древесину, но и промысловых зверей и дичь, грибы и ягоды, лекарственные соединения и мед, дубильные вещества и орехи, а также другие продукты. Известно, что до первой мировой войны сумма, выручаемая крестьянами за грибы и ягоды, превышала стоимость всей экспортируемой

древесины. По примерным подсчетам, ежегодный урожай в лесах РСФСР составляет: кедровых орехов 1,5 млн. тонн, клюквы до 500 тыс. тонн, черники и брусники более 800 тыс. тонн и грибов около 5 млн. тонн.

«Хлебом будущего» называл И. В. Мичурин грецкий орех. Из его плодов можно получить до 73% масла, более ценного, чем подсолнечное. Шесть деревьев дают до 4 центнеров масла, а оставшийся жмых может быть использован в кондитерской промышленности. Двадцати орехов достаточно, чтобы обеспечить человеку его дневную норму в жирах. Орехи могут лежать по 2—3 года и при этом не портятся. Древесина орехового дерева очень прочна, долговечна и имеет красивый рисунок. Она идет для изготовления высококачественной мебели. Из листьев, зеленой оболочки плодов и коры получают хорошие краски и дубильные вещества, которые широко использует химия. Только в Южной Киргизии орехоплодные леса покрывают сотни тысяч гектаров.

Более 30 млн. га заняты кедром, называемым «универсальным» деревом. Вкусные кедровые орехи, содержащие почти 90% питательных веществ, еще во времена Ивана Грозного вывозились в Англию. Из орехов делают кедровое молоко, сливки и масло. Из кедрового жмыха, оставшегося после получения масла, готовят печенье, торты, халву. Хорошо организованный сбор орехов мог бы дать многие десятки тысяч тонн высококачественного масла, с удовольствием используемого населением. Скорлупа орехов может быть применена для производства таких важных химических соединений, как дубильные вещества. Из живицы кедра добывают канифоль. Кедровая смола отличается высоким качеством, а хвоя — хороший материал для набивки мягкой мебели и матрацев.

Можно назвать миндальный орех, каштаны, лещину, маньчжурский орех и дикорастущие плодовые деревья, чьи плоды могут обеспечить пищевую промышленность огромными запасами вкусного и дешевого сырья, а химическую промышленность — многими весьма важными соединениями.

## **КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДРЕВЕСИНЫ**

С каждым годом все большее народнохозяйственное значение приобретает комплексное использование древесины, способствующее дальнейшему подъему экономики и культуры нашей страны.

По объему лесозаготовок СССР прочно занимает первое место в мире. Уже в 1956 г. заготовка древесины в Советском Союзе составила 108% уровня ее заготовки в США. За годы Советской власти объем вывозки древесины увеличился в 6 раз и деловой древесины — в 5 раз. Каждую минуту в стране заготавливают столько древесины, что ее с избытком хватит для изготовления мебели для 210 двухкомнатных квартир, или для постройки четырех-пяти барж, или создания 300—350 молотилок. В 1968 г. было заготовлено 265 млн. кубометров деловой древесины (без вывезенной колхозами). Если принять, что в среднем срубленное дерево дает 1 кубометр древесины, то оказывается, что ежегодно вырубается почти 400 млн. деревьев с площади в 3,5—5 млн. га.

В стране ежегодно получается до 150 млн. кубометров древесных отходов (одних опилок примерно 30 млн. кубометров), в том числе: до 40 млн. кубометров отходов лесозаготовительной промышленности (не считая коры и пней), до 50 млн. кубометров отходов деревообрабатывающей и деревоперерабатывающей промышленности и 40—60 млн. кубометров неликвидной древесины (оставляемой на лесосеке). Отходы вредят лесу, затрудняют его рост, являются очагом возникновения и распространения пожаров, создают благоприятные условия для размножения вредителей. Поэтому до сих пор эти лесосечные остатки собирали и сжигали. В настоящее время все большее количество древесных отходов используется в целлюлозно-бумажном, гидролизном и лесохимическом производствах, для выработки древесноволокнистых и древесностружечных плит.

Энергетическая переработка отходов древесины позволяет получать из них ценные химические соединения и использовать запасы тепла для энергетических целей.

Заготовленная и доставленная потребителю древесина расходуется не всегда экономно. Так, при переработке круглых лесоматериалов отходы составляют в среднем: в лесопилении 20%, при производстве шпал 30—36%, при изготовлении фанеры 55%, в спичечной промышленности 65%, в катушечном и карандашном производстве 90—95%. Отходы древесины при изготовлении шахтных стоек показаны на рис. 1.

Вместе с огромным объемом древесины, теряемой на пути от лесосеки до готового изделия (при условии, что образующиеся отходы не используются как сырье в других производст-

вах), бесцельно пропадает труд, затраченный на заготовку, вывозку и перевозку этой древесины.

По данным ЦСУ СССР, в 1966 г. было использовано следующее количество древесных отходов (тыс. кубометров):

Всего отходов . . . . .	6237,3	на древесноволокнистые	
Из них переработано:		плиты . . . . .	817,4
на технологическую щепу для целлюлозно-бумажного производства .	1583,3	на древесностружечные плиты . . . . .	704,4
		на продукцию гидролизных и лесохимических производств . . . . .	2953,3

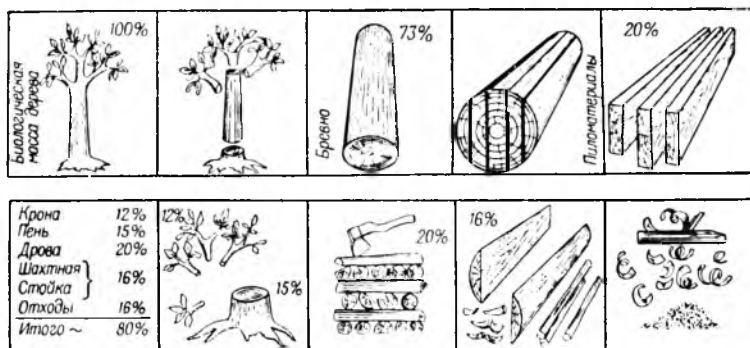


Рис. 1. Отходы древесины при изготовлении шахтных стоек

Получение технологической щепы из древесных отходов имеет огромное значение. Из каждого кубометра реек и горбылей можно получить 0,9 кубометра щепы для варки целлюлозы и изготовить из нее примерно 220 килограммов бумаги. Следует при этом заметить, что на производство одного кубометра щепы необходимо 8—9 руб. капиталовложений, в то время как на заготовку кубометра деловой древесины нужно затратить средств в 2 раза больше.

В деревоперерабатывающей промышленности будут созданы мощности, позволяющие выпускать большое количество технологической щепы, в том числе и для целлюлозно-бумажной промышленности.

Если в дореволюционной России больше половины заготовленной древесины использовалось как топливо, то в настоящее время почти  $\frac{3}{4}$  всей древесины направляется на механическую и химическую переработку.

В свое время Карл Маркс подчеркивал, что химия успешно утилизирует отходы: «Всякий прогресс в области химии не только умножает число полезных веществ и число полезных применений уже известных веществ... Прогресс химии научает также вводить отходы процесса производства и потребления обратно в кругооборот процесса воспроизводства...»<sup>1</sup> XXIII съезд КПСС в своих решениях указал на необходимость комплексного использования древесного сырья и улучшения химической и химико-механической переработки древесины. Речь идет не только об уменьшении отходов, но и о разумном, комплексном использовании тех отходов, появление которых неизбежно.

Создаваемые лесопромышленные комплексы будут использовать древесину на 94%. В заводах и цехах такого комплекса (например, Братского) будет перерабатываться не только древесина, но и все отходы: ветки, кора, хвоя, пни, кусковые отходы, стружки, опилки. Для такого комплекса отведены лесные угодья на длительное время из расчета работы комплекса по 100-летнему циклу. Ежегодно будет вырубаться для нужд производства одна сотая часть отведенных лесных массивов и на образовавшихся лесосеках осуществляться посадка молодых саженцев наиболее ценных пород. Заготовка древесины на этом участке начнется только через 100 лет.

Такая организация производства изменит условия жизни и труда лесозаготовителей и рабочих комплекса. Для них разрабатывается новая мощная техника, позволяющая вести автоматическую посадку леса, высокопроизводительные механизмы для валки, транспортировки и обработки леса. Таким образом, лесозаготовительные предприятия станут постоянно действующими. В лесах для лесозаготовителей, лесоводов, бумажников и химиков вырастают поселки с водоснабжением, школами, больницами, домами культуры. От поселков во все стороны лесного массива будут расходиться благоустроенные дороги. Лесозаготовители станут постоянными, а не сезонными рабочими.

Братский лесопромышленный комплекс, построенный на берегу Братского моря, не имеет себе равных в мире. В его состав входят: лесной порт, лесопильно-деревообрабатывающий комбинат, завод столярных изделий (оконных и дверных блоков), мебельная фабрика, завод древесностружечных плит, цех заготовок и деталей для вагоностроения и автомобильной промышленности.

---

<sup>1</sup> К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., т. 23, стр. 619.

Другой важнейшей частью комплекса являются целлюлозно-картонный комбинат с целлюлозным заводом, вырабатывающим кордную целлюлозу и целлюлозу высокого выхода, картонная фабрика и гидролизно-дрожжевой завод, потребляющий отходы первой части комплекса. Промышленные здания комплекса займут почти 50 га, каждый год будет перерабатываться до 3—4 млн. кубометров древесины.

Одним из крупнейших в стране станет Сыктывкарский и Асинский лесопромышленные комплексы. Высокая автоматизация и механизация производственных процессов позволит резко поднять производительность труда.

Сочетание лесопиления с целлюлозным производством позволяет значительно снизить стоимость выпускаемой продукции: себестоимость целлюлозы и пиломатериалов примерно на 30% ниже стоимости аналогичной продукции, выпускаемой предприятиями, действующими в отрыве друг от друга.

В лесопромышленном комплексе отходы одного завода или цеха будут являться сырьем для другого. Все это позволит увеличить мощность по выработке ценных продуктов при резком сокращении заготовки древесины. Следовательно, кооперирование различных видов производства позволяет не только улучшить использование сырья, в том числе и образующихся отходов, но и снижает себестоимость продукции, повышает производительность труда и уменьшает степень загрязнения атмосферы и водоемов отходами. Рациональное и комплексное использование древесины — одна из главных задач деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности.

По генеральной схеме освоения лесов нашей страны запланировано строительство десятков лесопромышленных комплексов предприятий, ежегодно перерабатывающих по 2—3 млн. кубометров древесного сырья. Комплексная переработка отходов позволяет не только расширить ассортимент различных химических продуктов, но и решить другую важную задачу — за счет более экономичного использования древесины сократить площадь ежегодно вырубаемых лесов на сотни тысяч гектаров.

## **В. И. ЛЕНИН И ЛЕСНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ**

Не было таких разделов естествознания, таких отраслей промышленности, которые не привлекали бы внимания В. И. Ленина. В его трудах дан также анализ состояния лесного дела и указаны основные направления его развития. Еще в 1899 г.



в своей работе «Развитие капитализма в России» В. И. Ленин писал, что развитие торговли, промышленности, железных дорог, военного дела, городской жизни и т. п. вызывает громадное увеличение спроса на лес. «Одним из необходимых условий роста крупной машинной индустрии (и чрезвычайно характерным спутником ее роста) является развитие промышленности, дающей топливо и материалы для построек, и строительной промышленности»<sup>1</sup>. Но состояние этой отрасли промышленности в России конца XIX века было очень тяжелым. «Лесопромышленность означает самое примитивное состояние техники, эксплуатирующей первобытными способами природные богатства...»<sup>2</sup>.

Хищническое истребление лесов, жестокая эксплуатация рабочих были характерными чертами лесного хозяйства царской России. «Лесные работы принадлежат к наиболее дурно оплачиваемым; гигиенические условия их отвратительны, и здоровье рабочих подвергается сильнейшему разрушению; положение рабочих, заброшенных в лесную глушь, наиболее беззащитное, и в этой отрасли промышленности царят во всей своей силе кабала...»<sup>3</sup>. Позднее, в 1913 г., в статье «Значение переселенческого дела» В. И. Ленин отмечает некоторые примечательные факты из книжки бывшего чиновника лесного ведомства А. И. Комарова: «... переселенцы продают подрядчику Жоголеву 25 000 шпал по 4 коп. за штуку. Он платит за рубку по 5 коп., за вывоз по 25 коп., за доставку пароходом по 10 коп. и получает с казны по 80 коп. за шпалу... Вот вам октябристский капитализм эпохи первоначального накопления...»

«...Очень ценная сосновая дача съедена начисто сосновым шелкопрядом. Когда началось повреждение, лесничий должен был писать бумагу об ассигновании кредита. Пока шла переписка и сношение с Питером, лес пропал...»<sup>4</sup>.

В своих работах В. И. Ленин неоднократно подчеркивает огромное значение химии, химических методов в преобразовании природы, в дальнейшем развитии промышленности:

**«ТЕХНИКА МЕХАНИЧЕСКАЯ И ХИМИЧЕСКАЯ** потому и служит целям человека, что ее характер (суть) состоит в определении ее внешними условиями (законами природы)»<sup>5</sup>.

<sup>1</sup> Ленин В. И. Полн. собр. соч., т. 3, изд. 5-е, стр. 525.

<sup>2</sup> Ленин В. И. Полн. собр. соч., т. 3, изд. 5-е, стр. 529.

<sup>3</sup> Там же, стр. 527.

<sup>4</sup> Ленин В. И. Полн. собр. соч., т. 23, изд. 5-е, стр. 106—107.

<sup>5</sup> Ленин В. И. Полн. собр. соч., т. 29, изд. 5-е, стр. 170.

Он отмечает<sup>1</sup>: «Ум человеческий открыл много диковинного в природе и откроет еще больше, увеличивая тем свою власть над ней...».

После победы Великой Октябрьской социалистической революции и создания Советского государства построение социализма и коммунизма стало основным содержанием работы Коммунистической партии. В первые годы Советского государства в условиях голода и хозяйственной разрухи, ожесточенной гражданской войны и иностранной военной интервенции В. И. Ленин научно разработал и обосновал всеобъемлющий план построения социализма и коммунизма в нашей стране. Известно, что даже в лучшие годы (1913 г.) удельный вес промышленной продукции царской России составлял всего 2,6% от общего объема мирового промышленного производства. Трудности усугублялись и тем, что объем промышленного производства в стране в 1920 г. сократился более чем в 7 раз по сравнению с 1913 г., а суммарная добыча топлива составляла примерно 30%.

По данным Министерства торговли и промышленности, в России в 1912 г. насчитывалось 1979 лесопильных и деревообрабатывающих предприятий (из них 1555 лесопильных), которые в 1913 г. выработали 14,2 млн. кубометров пиломатериалов. Более 30% из них было изготовлено вручную. А в 1920—1921 гг. после национализации в Главлескомке насчитывалось 905 действующих предприятий, которые дали 1,4 млн. кубометров пиломатериалов, т. е. всего 10% от уровня 1913 г.

Строительство социализма в экономически отсталой стране было исключительно трудным делом. В своей речи на III Всероссийском съезде РКСМ В. И. Ленин говорил<sup>2</sup>: «Мы знаем, что коммунистического общества нельзя построить, если не возродить промышленности и земледелия, причем надо возродить их не по-старому. Надо возродить их на современной, по последнему слову науки построенной, основе».

Построение коммунизма В. И. Ленин непременно связывал с быстрым развитием тяжелой промышленности, с резким повышением производительности труда на базе самой современной техники. Тем более, что, как отмечал В. И. Ленин, в стране имеются нужные творческие силы, огромные природные запасы сырья и в том числе гигантские лесные богатства. «Разработка

---

<sup>1</sup> Ленин В. И. Полн. собр. соч., т. 18, изд. 5-е, стр. 298.

<sup>2</sup> Ленин В. И. Полн. собр. соч., т. 41, изд. 5-е, стр. 307.

этих естественных богатств приемами новейшей техники даст основу невиданного прогресса производительных сил»<sup>1</sup>.

Набрасывая в апреле 1918 г. план научно-технических работ, В. И. Ленин предлагал:

«... образовать ряд комиссий из специалистов для возможно более быстрого составления плана реорганизации промышленности и экономического подъема России.

В этот план должно входить:

рациональное *размещение* промышленности в России с точки зрения близости сырья и возможности наименьшей потери труда при переходе от обработки сырья ко всем последовательным стадиям обработки полуфабрикатов вплоть до получения готового продукта»<sup>2</sup>.

С первых дней своего существования молодое Советское государство ставит проблему коренного улучшения использования лесных ресурсов. Уже на другой день после революции, 8 ноября, была отменена частная собственность на леса.

5 апреля 1918 г. Совет Народных Комиссаров принимает специальное решение, обращенное ко всем Советам Рабочих, Крестьянских и Солдатских Депутатов (рис. 2). Из этого чрезвычайно важного документа стоит привести следующие пункты, характеризующие принятые меры для упорядочения лесного хозяйства и закрепления кадров лесных специалистов:

«2. ... имеющихся во всей России **лесных специалистов** далеко **недостаточно** для проведения в жизнь тех широких задач, кои намечаются основным лесным законом;

3. ... лесных специалистов нельзя заменить другими без ущерба для леса и тем самым для всего народа: лесное хозяйство требует специальных технических знаний;

5. ... наследие несчастной войны оставило громадные площади оголенных мест, которые необходимо, в интересах народа, немедленно **засадить и засеять лесом**;

6. ... все леса нужно **привести в известность**, описать и организовать в них хозяйство; ...»

Это решение было принято в те дни, когда страна сидела на голодном пайке, не хватало топлива и лекарств. В. И. Ленин, придавая большое государственное значение лесу, требует «... в интересах народа, немедленно **засадить и засеять лесом**» громадные площади оголенных мест. Несколько позднее, 27 мая

<sup>1</sup> Ленин В. И. Полн. собр., соч., т. 36, изд. 5-е, стр. 188.

<sup>2</sup> Ленин В. И. Полн. собр., соч., т. 36, изд. 5-е, стр. 228.

# СОВѢТЬ НАРОДНЫХЪ КОМИССАРОВЪ

## Всѣмъ Совѣтамъ Рабочихъ, Крестьянскихъ и Солдатскихъ Депутатовъ.

Вслѣдствіе полученія свѣдѣній о массовыхъ увольненіяхъ лѣсныхъ специалистовъ отъ должностей и вовсе отъ службы, Совѣтъ Народныхъ Комиссаровъ считаетъ необходимымъ сообщить, что:

1. съ момента революціи лѣссыдовы не оставляли своихъ постовъ и не прекращали работы, продолжая связь мѣстъ съ центромъ и тѣмъ давая возможность государственному лѣскому хозяйству дѣйствовать;
2. что нигде въ всей Россіи лѣсныхъ специалистовъ далеко недостаточно для проведенія въ жизнь тѣхъ широкихъ задачъ, кои намѣчаются основными лѣсными законами;
3. что лѣсныхъ специалистовъ нельзя замѣнить другими безъ ущерба для лѣса и тѣмъ самымъ — для всего народа: лѣское хозяйство требуетъ специальныхъ техническихъ знаній;
4. что поголовное увольненіе лѣссыдовъ лишитъ лѣсное вѣдомство опытныхъ и цѣнныхъ работниковъ, и правительству не въ состояніи будетъ провести въ жизнь всѣ требованія народа;
5. что наслѣдіе несчастной войны оставило громадныя площади оголенныхъ мѣстъ, которыя необходимо, въ интересахъ народа, немедленно засадить и засѣять лѣсомъ;
6. что всѣ лѣса нужно привести въ извѣстность, опечатать и организовать въ инхъ хозяйство;
7. что всѣ лѣса не составляютъ собственности ни сель, ни уѣздовъ, ни губерній, ни областей, представляютъ собою общенародный фондъ и ня въ коемъ случаѣ не могутъ подлежать какому либо раздѣлу и распределенію ни между гражданами, ни между хозяйствами.

Произвести всю эту работу скоро и полно, дать всѣ исчерпывающія свѣдѣнія Вашимъ представителямъ — это можетъ сдѣлать только налаженный техническій аппаратъ, иначе все останется на бумагѣ.

Заявляютъ Народному Комиссару Земледѣлія о всѣхъ нежелательныхъ лицахъ, но не смѣняете техниковъ, командированныхъ для технического содѣйствія въ мѣстные органы Совѣтской власти, которая можетъ предъявить отводъ противъ любого изъ нихъ по общественнымъ и политическимъ основаніямъ. Право же окончательнаго увольненія лѣсныхъ специалистовъ отъ службы и перемѣщенія изъ одного губернскаго Совдепа въ другой, принадлежитъ исключительно Центральному Лѣсному Управленію.

5 апрѣля 1918 г.

*Предсѣдатель Совѣта*

*Народныхъ Комиссаровъ*

*За Народнаго Комиссара Земледѣлія*

1918 г., ВЦИК утверждает «Основной закон о лесах», подписанный В. И. Лениным и Я. М. Свердловым, по которому устанавливались важнейшие положения лесного хозяйства и в том числе порядок пользования лесами и их воспроизводства в республике.

В этом же году организуется Центральное лесное управление, создаются лесные отделы при управлениях сельского хозяйства, а в химическом отделе ВСНХ специальная группа по химической переработке растительных материалов.

Но это был 1918 г. Интервенты и белогвардейцы захватили Кавказ и Донбасс, отрезав центральные районы от угольных и нефтяных бассейнов. И наряду с военными и продовольственными вопросами возникает еще топливный вопрос. В. И. Ленин занимался им ежедневно. Бралась на учет каждый пуд угля, нефти, каждая сажень дров. В этих условиях заготовка дров приобрела наиважнейшее значение для страны.

15 октября 1918 г. В. И. Ленин делает следующие заметки о лесных заготовках<sup>1</sup>:

«Проверка цифр подвоза и итоги 1917 и 1918 года.

Какая часть учреждений лесозаготовительных объединена?

Точные данные о строении лесозаготовительного отдела в отношении к другим учреждениям.

Практические меры борьбы со спекуляцией.

Реквизиция всех запасов дров в пути и в Москве...».

Все перечисленные ленинские предложения вошли в постановление Совета Народных Комиссаров по вопросу о лесных заготовках, и для этой цели было ассигновано 100 млн. рублей.

2 декабря того же года В. И. Ленин пишет проект постановления топливной комиссии Совета Оборона:

«... 1) Поручить лесколлегии в 2-дневный срок согласиться с Военным ведомством

а) насчет закона об отсрочке воинской повинности для лесорубов и лесовозов

б) насчет закона о мобилизации населения для лесных работ...

4) Предоставить лесколлегии право проверить наличие складов всех ведомств в отношении пил и топоров...»<sup>2</sup>.

Ленинский проект был принят комиссией и вошел в протокол ее заседаний.

<sup>1</sup> Ленин В. И. Полн. собр. соч., т. 54, изд. 5-е, стр. 404.

<sup>2</sup> Ленин В. И. Полн. собр. соч., т. 54, изд. 5-е, стр. 408.

К заготовке дров, ремонту паровозов, вагонов и другим вопросам хозяйственного строительства были привлечены воинские соединения. Трудовые армии создавались в разных уголках нашей страны. Так, Украинская Трудовая Армия к 15 марта 1920 г. заготовила 275 000 кубических саженей дров.

19 декабря 1921 г. по радио была передана телеграмма Ленина всем губисполкомам, всем Губэкозо<sup>1</sup>:

«Предлагаю немедленно развить исключительную энергию помощи всем лесным органам по выполнению заданий на усиленную вывозку и заготовку дров и лесоматериалов в ударные зимние месяцы...»

В связи с увеличением числа пожаров лесов и торфяных болот в России за подписью В. И. Ленина в начале второй декады августа 1920 г. направляется телеграмма всем губисполкомам и губземотделам:

«Совнарком постановил приостановить на условиях нижепоименованных впредь до особого нового постановления заготовку дров личным трудом лесничих, товарищей лесничих и лесной стражи, возложив на них обязанность напрячь все силы на предупреждение и тушение пожаров...»<sup>2</sup>. В этой же телеграмме указывалось на необходимость «...срочной организации очистки лесосек от порубочных остатков...».

Общеизвестна гениальная ленинская формула: «Коммунизм — это есть Советская власть плюс электрификация всей страны»<sup>3</sup>. И далее: «Только тогда, когда страна будет электрифицирована, когда под промышленность, сельское хозяйство и транспорт будет подведена техническая база современной крупной промышленности, только тогда мы победим окончательно»<sup>4</sup>.

В. И. Ленин настаивает на широком использовании электрической энергии для технического перевооружения лесозаготовительной промышленности и привлечения огромных запасов леса северных районов страны. В своем докладе на активе московской организации РКП(б) 6 декабря 1920 г. он отмечает<sup>5</sup>: «...если взять остающиеся лишними электрические станции Петрограда, то мы их можем предоставить для вывоза леса из северных районов и можно развить такое производство,

<sup>1</sup> Ленин В. И. Полн. собр. соч., т. 54, изд. 5-е, стр. 339.

<sup>2</sup> Ленин В. И. Полн. собр. соч., т. 51, изд. 5-е, стр. 256—257.

<sup>3</sup> Ленин В. И. Полн. собр. соч., т. 42, изд. 5-е, стр. 159.

<sup>4</sup> Там же.

<sup>5</sup> Ленин В. И. Там же, стр. 82.

чтобы мы в год получали валюты на 500 тысяч золотом. А вся электрификация по расчету государственной комиссии будет стоить миллиард и одну десятую». Уже 17 августа 1921 г. с этой целью В. И. Ленин предлагает провести через Совет Труда и Оборона «...с максимальной быстротой в 2--4 дня»<sup>1</sup> решение о создании в системе Главлескома специального органа «Северолес», а 2 декабря 1921 г.—«Западолес». Уже к концу 1922 г. было создано 13 государственных трестов и 19 губернских организаций. Лес использовался не только для удовлетворения внутренних нужд страны, но и занимал первое место среди экспортируемых материалов. Он был основой нашего внешнего товарообмена. И вывоз леса из Архангельского порта в эти годы (по сравнению с вывозом в 1913 г.) вырос в 5 раз.

Большое число опубликованных документов показывает, какое внимание, какую энергичную поддержку оказывал В. И. Ленин изобретениям и научным открытиям и их быстрейшему внедрению в народное хозяйство, считая их важнейшим фактором роста производительности труда.

Еще в первые годы Советской власти В. И. Ленин обращал особое внимание на вопросы механизации лесозаготовительных работ и облегчение тяжелого труда рабочих, занятых на заготовке дров. Так, прочитав небольшую заметку в «Правде» от 28 января 1921 г. под заголовком «Отклики жизни. К вопросу о механизации промышленности», где говорилось о трех изобретениях в лесной промышленности — о «лесорубочной цепной пиле», «рельсобочке» и «дровокольном станке», В. И. Ленин 31 января поручил управделами Совнаркома Н. П. Горбунову запросить Научно-технический отдел (НТО) по поводу механизации дровяных заготовок. В тот же день Горбунов направил письма в Президиум ВСНХ, Научно-технический отдел ВСНХ и Главлеском, в которых писал<sup>2</sup>:

«...Председатель Совета Народных Комиссаров тов. Ленин поручил мне обратиться к Вам, в НТО, с официальным запросом:

1. Известны ли Вам вышеуказанные изобретения?
2. Проверены ли они на опыте?

---

<sup>1</sup> Ленин В. И. Полн. собр. соч., т. 53, изд. 5-е, стр. 99—100.

<sup>2</sup> Цит. по газете «Советская Россия» от 11 апреля 1964 г., стр. 3 (по документам, хранящимся в Центральном партийном архиве Института марксизма—ленинизма при ЦК КПСС).

3. Осуществимы ли они и могут ли иметь при современных условиях широкое практическое значение, какую экономию даст их применение государству?

4. Что сделано НТО в направлении широкой пропаганды этих изобретений и практического массового использования в дровозаготовительном деле?..»

Занятый исключительно важной работой по руководству первым в мире Советским государством, В. И. Ленин всегда находил время для ознакомления с новыми техническими и научными достижениями. Особое значение В. И. Ленин придавал вопросам замены пищевого сырья в промышленности синтетическим. Получив от Л. Б. Красина на заседании Совнаркома 26 августа 1919 г. сообщение об успешных заводских опытах по получению глюкозы из опилок (1 пуд опилок давал 18 фунтов патоки), он сделал пометку<sup>1</sup>: «Невероятно: на 1 пуд—18 фунтов!! 45% ???» и немедленно написал секретарю Совнаркома: «Завтра особой бумажкой сообщите в *Научно-пищевой* институт, что через 3 месяца они должны представить *точные и полные* данные о *практических* успехах выработки сахара из опилок».

И вскоре после этого, в октябре 1919 г., Ленин пишет Петроградскому Совету<sup>2</sup>: «...Говорят, Жук (убитый) делал сахар из опилок?»

Правда это? Если правда, надо обязательно *найти его помощников*, дабы продолжить дело. *Важность гигантская*». (Иустин Жук, продовольственный комиссар Шлиссельбурга, построил в 1918 г. установку, на которой получил из опилок сладкий сироп, похожий на патоку. Вскоре был назначен членом Военного Совета Карельского фронта, где и был убит).

Хорошо и ясно представляя принципы комплексного использования древесины, приближения лесохимических предприятий к местам заготовки древесины, В. И. Ленин дает указания об организации канифольно-скипидарного производства. Вскоре при ВСНХ была создана специальная комиссия по этому вопросу. А затем В. И. Ленин подписывает решение Совета труда и обороны о закладке Вахтангского канифольно-экстракционного завода.

Отечественная бумажная промышленность в 1921 г. находилась в очень тяжелом положении, и 5 ноября 1921 г.

---

<sup>1</sup> Ленин В. И. Полн. собр. соч., т. 51, изд. 5-е, стр. 38—39.

<sup>2</sup> Ленин В. И. Полн. собр. соч., т. 51, изд. 5-е, стр. 74.



В. И. Ленин направляет заместителю наркома финансов А. О. Альскому записку следующего содержания:

«г. Альский! Пересылаю Вам эту просьбу Шведчикова.

Погибнет бумажная промышленность *на целый год*, если не вытянуть *теперь*. Надо напрячь все силы.

Ответьте мне, что делаете.

Не назначить ли мне экстренной комиссии?»<sup>1</sup>

На основании просьбы уполномоченного Совнаркома по делам бумажной промышленности и полиграфического производства тов. Шведчикова и по указанию В. И. Ленина были выделены материалы и средства, необходимые для ремонта оборудования, реконструкции и расширения предприятий бумажной промышленности. На докладной записке А. О. Альского от 14 ноября 1921 г. В. И. Ленин написал<sup>2</sup>: «Н. П. Горбунову. О Главбуме: к сведению и для ускорения. 19/XI. Ленин». 22 ноября 1921 г. Ленин пишет заместителю председателя золотой комиссии М. К. Ветошкину<sup>3</sup>: «Прошу Вас ускорить рассмотрение вопроса об отпуске золота для бумажной промышленности». Особое значение В. И. Ленин придавал разумному и бережному отношению к природе, к ее богатствам.

Весной 1918 г., когда внешние и внутренние недоброжелатели пророчили скорую гибель молодой Советской республики, В. И. Ленин подписал декрет об организации заповедника в дельте Волги и дал указание о подготовке решения об охране природы.

Воспоминания родных и современников Ильича ярко свидетельствуют о том, как Ильич любил природу. «Мы часами бро-



Рис. 3. Любимая скамейка Ильича в Горках

<sup>1</sup> Ленин В. И. Полн. собр. соч., т. 54, изд. 5-е, стр. 2.

<sup>2</sup> Ленин В. И. Полн. собр. соч., т. 54, изд. 5-е, стр. 555.

<sup>3</sup> Там же, стр. 31.

дили по лесным дорогам», — пишет в своих воспоминаниях Н. К. Крупская<sup>1</sup>.

Шофер В. И. Ленина, С. К. Гиль, подчеркивает, что Ильич очень любил природу, лес (рис. 3) и старался привить эту любовь другим. С большой нетерпимостью реагировал он на порчу и уничтожение природных богатств. Во время одной из поездок в Сокольники В. И. Ленин заметил, что из-за тяжелого положения с топливом администрация завода «Богатырь» распорядилась рубить вековые деревья. Владимир Ильич возмутился: «Какое безобразие! — говорил он. — Расхищают и уничтожают такой лес! Надо покончить с этим»<sup>2</sup>.

Можно вспомнить эпизод с елью, которую срубили на дрова в Горках. Узнав об этом, Владимир Ильич распорядился подвергнуть виновного месячному аресту. «— Вырубят лес, а затем что? Где же будет отдыхать население? Уничтожить просто и легко, а когда мы вырастим его снова?»<sup>3</sup>

Вскоре В. И. Ленин подписал декрет о строгой охране пригородных лесов в тридцативерстной полосе вокруг Москвы. Этот декрет спас от уничтожения много наших замечательных лесов и парков<sup>4</sup>.

Осуществляя ленинские идеи, наш народ за годы Советской власти добился исключительных успехов. В наши дни лесозаготовительная, лесохимическая и целлюлозно-бумажная промышленности стали высокоразвитыми и технически хорошо оснащенными отраслями народного хозяйства.

## НЕКОТОРЫЕ ДАННЫЕ О СОЕДИНЕНИЯХ УГЛЕРОДА И СОСТАВЕ ДРЕВЕСИНЫ

Древесина в наших условиях — это неисчерпаемый источник для получения самых разнообразных веществ. Древесный уголь, сажа, смола, масла, канифоль, фенол, скипидар, деготь, растворители, уксусная кислота, этиловый и метиловый (древесный) спирты, глюкоза, ацетон, дубильные вещества, целлюлоза, бумага, картон, руберойд, кино- и фотопленка, линолеум, фибра,

---

<sup>1</sup> Крупская Н. К. Воспоминания о Ленине. М., Политиздат, 1957, стр. 235.

<sup>2</sup> Гиль С. К. Шесть лет с В. И. Лениным. М., изд-во «Молодая Гвардия», 1957, стр. 97.

<sup>3</sup> Гиль С. К. Шесть лет с В. И. Лениным. М., изд-во «Молодая Гвардия», 1957, стр. 97.

<sup>4</sup> Там же, стр. 98.

искусственный шелк и штапель, древесноволокнистые плиты, гранитоль, дерматин, искусственный мех, пластмассы, лекарственные соединения, камфара, витамины, ванилин, лаки, клеи, бездымный порох, кормовые дрожжи, литейные крепители и много других соединений получаются в результате химической переработки древесины. Конечно, такие вещества, как ацетон, фенол, уксусная кислота и пр., могут быть получены более экономичным способом, а именно синтезом из других источников сырья. О том, что может дать химическая переработка древесины, что выпускает промышленность и где применяются перечисленные выше и многие другие вещества, и рассказано в этой книге.

Вспомним, какие органические соединения входят в состав древесины, как они построены и какими методами химии преобразуют их в нужные для народного хозяйства материалы.

Окружающий нас органический и неорганический мир представляют неисчерпаемую «копилку» различных соединений, каждое из которых состоит из мельчайших частичек (молекул), сохраняющих все химические свойства данного вещества. Размер их настолько мал, что если бы мы имели в своем распоряжении столько кирпичей, сколько молекул находится в одном кубическом сантиметре воздуха, то мы смогли бы покрыть всю нашу планету слоем, толщина которого равнялась бы самому высокому зданию Московского университета (рис. 4). Каждая молекула состоит из еще гораздо более мелких частиц — атомов.

О размерах молекул можно судить также по следующему примеру: если молекулы сахара, находящиеся примерно

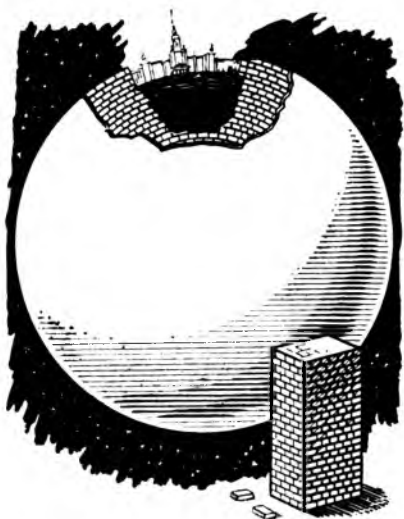


Рис. 4. Если бы мы имели в своем распоряжении столько кирпичей, сколько молекул находится в одном кубическом сантиметре воздуха, то мы смогли бы покрыть всю планету слоем, толщина которого равнялась бы самому высокому зданию Московского университета

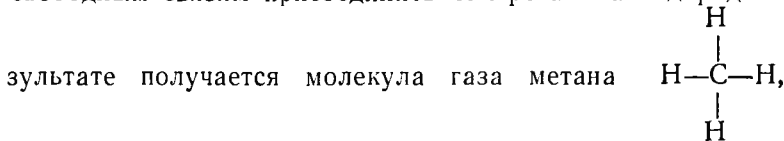
в 350 граммах, равномерно распределить по всей поверхности земного шара, то на каждый квадратный сантиметр суши и океана пришлось бы более чем по 120 000 молекул.

В природе есть все необходимые вещества, которые с помощью химических процессов можно превратить в новые соединения и из них получить нужные материалы.

Вековой мечтой человечества является стремление воспроизвести в таких же мягких условиях, как и в природе, процессы, в результате которых из простейших веществ получают такие сложные и всем известные соединения, как жиры и белки, целлюлоза и каучук, энзимы и протеины, сахара и спирты и др. В основе всех этих и сотен тысяч других соединений лежит углерод, который благодаря своим особым свойствам может соединяться почти со всеми остальными элементами. Уже сейчас органических веществ известно более 3 млн.

100 лет тому назад, в 1869 г., выдающийся химик Д. И. Менделеев в своей книге «Основы химии» писал<sup>1</sup>: «В состоянии соединений углерод входит в состав так называемых органических веществ, т. е. множества веществ, находящихся в теле всякого растения и животного. Он находится в виде углекислого газа в воде и воздухе, а в виде солей углекислоты и органических остатков в почве и массе земной коры. Разнообразие веществ, составляющих тело животных и растений, известно каждому. Воск и масло, скипидар и смола, хлопчатая бумага и белок, клетчатая ткань растений и мускульная ткань животных, винная кислота и крахмал — все эти и множество иных веществ, входящих в ткани и соки растений и животных, представляют соединения углеродистые. Область соединений углерода так велика, что составляет особую отрасль химии, носящую название органической химии, т. е. химии углеродистых или, лучше, углеводородистых соединений» (рис. 5).

Уже само название углеводороды говорит о том, что эти соединения состоят из атомов углерода и водорода. Так как углерод четырехвалентен, то он может к своим четырем свободным связям присоединить четыре атома водорода. В ре-



<sup>1</sup> Менделеев Д. И. Основы химии, т. 1, М.—Л., Госхимтехиздат, 1947, стр. 249.

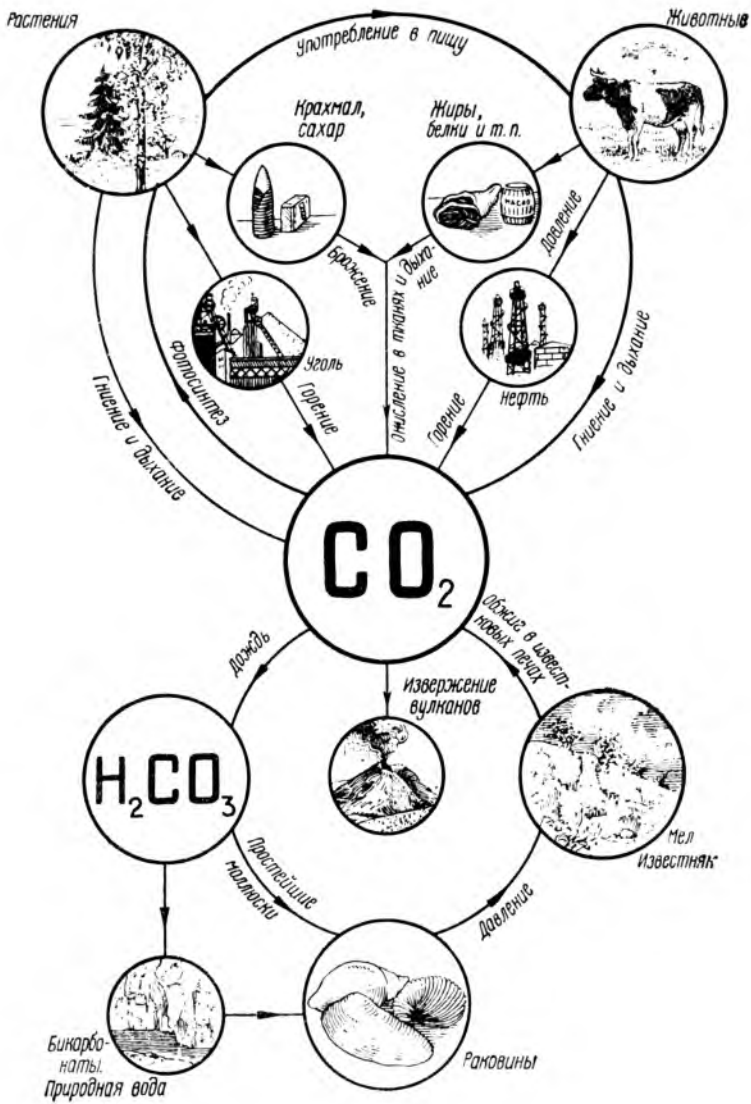


Рис. 5. Круговорот углерода в природе

который встречается в природе и известен под названием болотного газа. Можно написать эту же формулу и сокращенно  $\text{CH}_4$ . Число атомов данного элемента в составе молекулы вещества обозначают цифрой, стоящей внизу, справа от наименования элемента. Например, молекула простого вещества — водорода, состоящая из двух его атомов, обозначается  $\text{H}_2$ , а сложного вещества — воды —  $\text{H}_2\text{O}$ , так как ее молекула состоит из двух атомов водорода и одного атома кислорода. Молекулярный

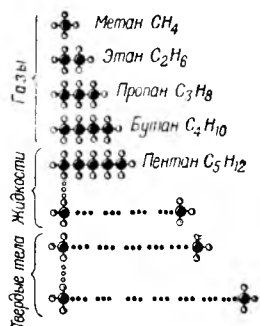


Рис. 6. Гомологический ряд метана. Каждый последующий углеводород отличается от предыдущего на группу атомов  $\text{CH}_2$

вес вещества равен сумме атомных весов всех элементов, составляющих молекулу. Зная атомный вес водорода (1) и углерода (12), можно легко найти молекулярный вес метана:  $4 \times 1 + 12 = 16$ . Так как атомы углерода могут замещать в молекуле атомы водорода и неограниченно соединяться между собой, то получается ряд соединений, каждое из которых отличается от предыдущего на группу  $\text{CH}_2$  (метилен). Подобная группа углеводородов, составляющая как бы «единую семью» и носящая название гомологического ряда (от греческого слова *homos* — общий, сходный, однозначный), обладает сходными химическим строением (рис. 6) и химическими свойствами<sup>1</sup>. Это — насыщенные, или предельные, углеводороды, у которых все связи насыщены (заполнены). Но есть еще ненасыщенные, или непредельные, углеводороды, молекулы которых имеют меньшее число атомов водорода, чем насыщенные, но зато содержат одну или более двойных или даже тройных связей.

Если обозначить число атомов углерода в молекуле через  $n$ , то для любого гомологического ряда можно дать общую формулу. Например, гомологический ряд предельных углеводородов, ведущих свое начало от метана, может быть выражен общей формулой  $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ .

Цепи углеродных атомов отличаются друг от друга не только количеством углеродных атомов и наличием тех или иных

<sup>1</sup> Ф. Энгельс использовал гомологический ряд углеводородов и других органических соединений для обоснования диалектического закона перехода количества в качество, подчеркивая роль этого закона в химии.

связей, но и по форме, т. е. цепь может быть открытой (прямой и разветвленной) или закрытой, образующей кольцо (например, бензол, нафталин).

Ненасыщенные углеводороды с открытой цепью, содержащие одну двойную связь, — олефины составляют другой гомологический ряд этилена  $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ ; этот ряд может быть выражен общей формулой  $\text{C}_n\text{H}_{2n}$ .

Есть и другие гомологические ряды. Так, ненасыщенные углеводороды, имеющие две двойные связи, — диеновые углеводороды имеют общую формулу  $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$ . Представителем этого ряда является, например, бутадиен (дивинил)  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$ .

Ненасыщенные углеводороды с открытой цепью, содержащие тройную связь, составляют гомологический ряд ацетиленов с общей формулой  $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$ .

Атомы углерода в молекулах углеводородов перечисленных выше гомологических рядов образуют как прямые, так и разветвленные цепи. Среди них есть такие химические соединения, которые, имея одинаковый качественный и количественный состав, в то же время отличаются между собой по своему химическому строению, а также по физическим и химическим свойствам. Такие соединения называются изомерными веществами, или изомерами (от греческого слова *isos* — равный, одинаковый). Например, для углеводорода  $\text{C}_4\text{H}_{10}$  имеем:  $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ . Это — нормальный бутан, температура плавления которого равна  $-138,4^\circ\text{C}$ , а температура ки-



пения  $-0,5^\circ\text{C}$ , и изобутан  $\text{CH}_3-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{CH}_3$ , температура кипения которого  $-11,7^\circ\text{C}$ ; температура плавления  $-159,6^\circ\text{C}$ . Для углеводорода состава  $\text{C}_{14}\text{H}_{30}$  возможны 1858 изомеров.

Овладение методами органического синтеза обеспечило мощное развитие новых отраслей химической промышленности, производящей сейчас тысячи различных соединений и в том числе такие сложные вещества, как антибиотики, витамины, половые гормоны и другие вещества, которые до последних лет получались только биологическим путем.

Элементарный анализ показывает, что бензин, керосин, парафин, природный газ, ацетилен, каучук и многие другие вещества состоят из атомов углерода и водорода (рис. 7). В то же время древесина, уголь, целлюлоза, крахмал, сахар, уксусная кислота, спирт, глицерин, масло и многие другие известные и

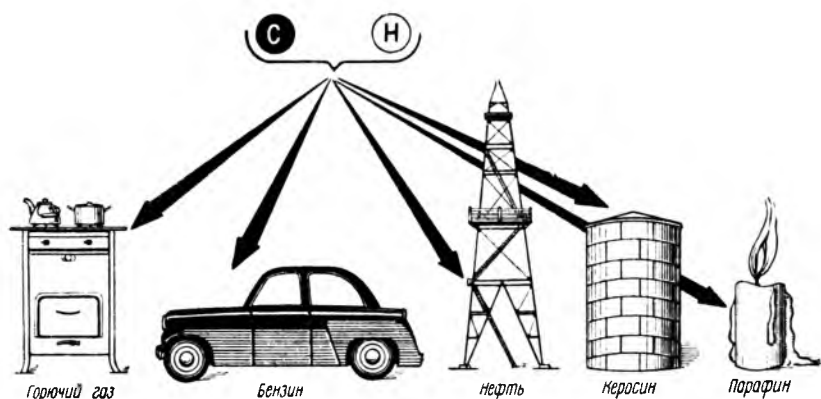


Рис. 7. Основные части нефти — горячие газы, бензин, керосин, парафин —, а также многие другие вещества, полученные из угля, сланца, торфа и древесины, построены лишь из атомов углерода и водорода

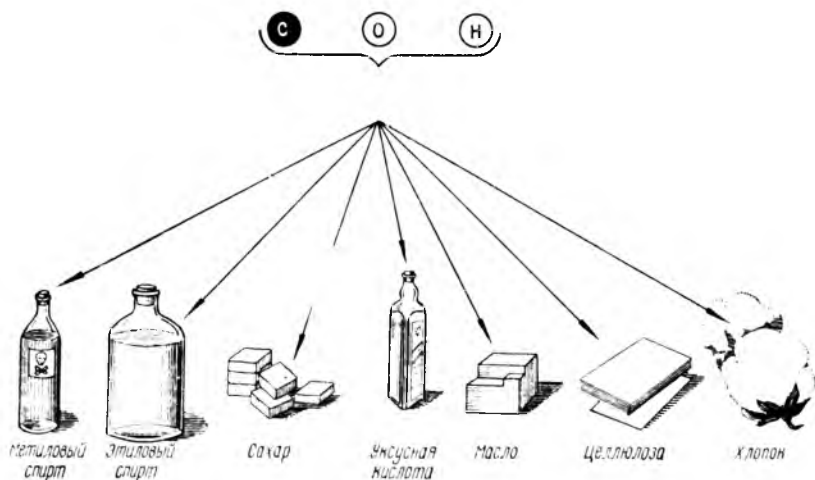


Рис. 8. В состав хлопка, целлюлозы, масла, уксусной кислоты, сахара, метилового и этилового спиртов и других веществ, кроме атомов углерода и водорода, входят еще атомы кислорода



широко употребляемые продукты (рис. 8), кроме атомов углерода и водорода, содержат еще атомы кислорода (иногда небольшое количество атомов азота). Из всех известных органических соединений самыми сложными по своему составу и строению являются белки.

Уже многие тысячелетия тому назад люди стали использовать в пищу жиры и масла, извлекаемые как из животных, так и растительных организмов, а также сладкий сок сахарного тростника, клена, березы. Некоторые красящие и лекарственные вещества тоже добывались из растений и животных. Чем дальше шло человечество в своем развитии, тем все большее и большее количество органических соединений стало использоваться людьми и тем большее внимание этим соединениям стали уделять ученые. Тысячи вопросов возникли сразу же после того, как удалось получить искусственным путем (синтезировать) первые органические соединения. Из какого «строительного материала» состоят их молекулы? Все ли они могут быть получены одинаковым способом? И многое, многое другое интересовало исследователей.

Что же из себя представляла органическая химия в первой половине XIX в.? Об этом свидетельствует письмо Велера к своему учителю — известному шведскому химику Берцелиусу. Он писал в 1835 г., что органическая химия представляется ему дремучим лесом, полным чудесных вещей, огромной чашей, без выхода, без конца, куда не осмеливаешься проникнуть. И все же ученые не оставляли своих усилий пробраться в эту «чашу» и, разлагая природные соединения, старались по полученным остаткам судить о составе вещества.

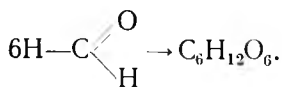
Проводником из этой «чаши», проложившим открытую и ясную дорогу, явился А. М. Бутлеров, разработавший теорию химического строения органических веществ (характер взаимосвязей атомов в молекуле, т. е. химическое строение веществ, определяет их физические и химические свойства), которой руководствуются химики всего мира и в наши дни. А. М. Бутлеров еще в 1864 г. подчеркивал, что можно ручаться за возможность синтетического получения каждого органического вещества.



Рис. 9. Молекулы соединяются в длинную цепь, образуя большую молекулу целлюлозы (справа), а слева условно показаны размеры молекул воды, сахара, жира и простого белка

Открытие Д. И. Менделеевым в 1869 г. основного закона природы — периодического закона — и создание периодической системы химических элементов, столетний юбилей которого отметил весь мир в феврале 1969 г., является началом современной химии и химической промышленности.

Уже в 1861 г. А. М. Бутлеров из формальдегида полимеризацией его в известковой воде впервые синтезировал сахаристое вещество



Все разнообразные синтетические материалы: смолы и пластмассы на их основе, волокна, пленки и каучуки, несмотря на большое различие химического состава, строения и свойств, обладают одним общим признаком — все они построены из больших молекул, молекул-гигантов, содержащих от нескольких сотен до многих тысяч атомов.

Высокомолекулярные соединения имеются и в природе. Это — белки, целлюлоза, крахмал, лигнин, натуральный каучук и другие соединения, играющие важную роль в жизнедеятельности растений и животных. Если молекула воды ( $\text{H}_2\text{O}$ ) состоит из трех атомов, поваренной соли ( $\text{NaCl}$ ) из двух атомов, уксусной кислоты ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) из восьми атомов, свекловичного сахара ( $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ ) из 45 атомов, то молекула белка крови — гемоглобина — более чем из 9500 атомов, а число атомов в молекуле целлюлозы достигает 300 000 (рис. 9).

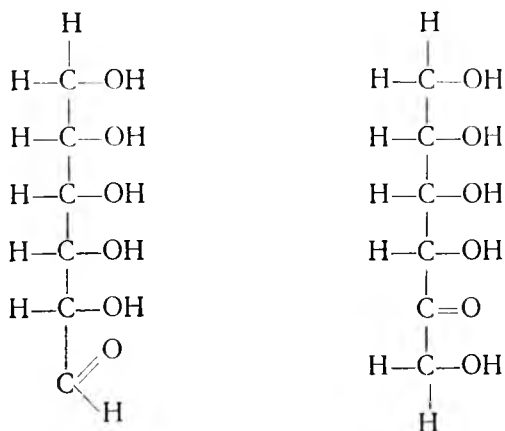
## Углеводы — источник энергии

Кроме жиров, белков и витаминов, пища человека должна содержать еще и углеводы, которые дают 70—75% энергии, необходимой человеческому организму. Молекулы углеводов, кроме атомов углерода и водорода, содержат еще и атомы кислорода, причем водород и кислород в них находятся в таком же соотношении, как и в молекулах воды, т. е. на два атома водорода приходится один атом кислорода ( $\text{H}_2\text{O}$ ). Поэтому такие соединения и были названы углеводами, чтобы подчеркнуть, что каждый атом углерода как бы соединен с молекулой воды [ $\text{C}_x(\text{H}_2\text{O})_y$ ].

Углеводы очень распространены в природе. К ним относятся простые сахара — моносахариды\* (пентозы\*  $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_5$  и

гексозы \*  $C_6H_{12}O_6$ ), дисахариды \* (тростниковый или свекловичный сахар  $C_{12}H_{22}O_{11}$ ) и полисахариды \* (крахмал, гликоген, или животный крахмал, и целлюлоза).

Из гексоз наибольшее распространение имеют глюкоза (виноградный сахар) и фруктоза (плодовый сахар), являющиеся пятиатомными спиртами и имеющие общую формулу  $C_6H_{12}O_6$ . Но сахара эти отличаются друг от друга по своим свойствам, что объясняется различием их структурных формул:



Глюкоза, имеющая альдегидную группу —  $\text{C} \begin{array}{l} \text{O} \\ // \\ \text{H} \end{array}$       Фруктоза, имеющая кетонную группу —  $\text{C}=\text{O}$

Все моносахариды и дисахариды сладки на вкус, но наибольшей сладостью обладает фруктоза (в 2 раза большей, чем глюкоза). Энергию, необходимую для совершения мышечной работы, человеческий организм получает за счет окисления (взаимодействия с кислородом) части органических веществ, содержащихся в пище, и большей частью за счет окисления глюкозы:  $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O$ .

Общая формула полисахаридов  $(C_6H_{10}O_5)_n$ , где  $n$  — степень полимеризации, или число исходных молекул моносахарида глюкозы, соединившихся при образовании полисахарида. Таким образом, молекула полисахарида в своем составе может содержать десятки тысяч молекул глюкозы (рис. 10), или, точнее

\* От греческих слов: monos — один, pente — пять, hex — шесть, dis — двое, polys — много.

Рис. 10. Как из отдельных вагончиков детского «Конструктора» собирается поезд, так из тысяч молекул глюкозы образуются полисахариды — целлюлоза и крахмал

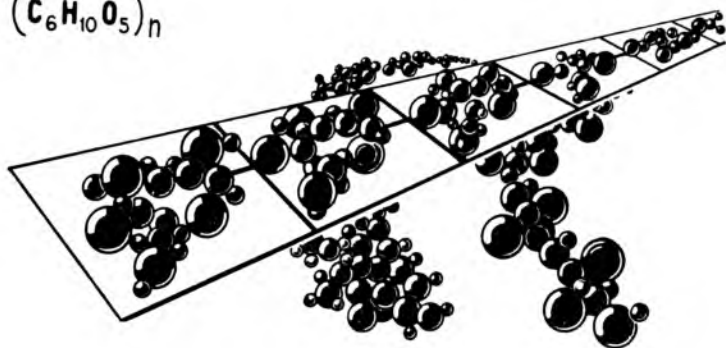
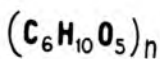


Рис. 11. Объемная молекула целлюлозы, состоящая из глюкозных остатков

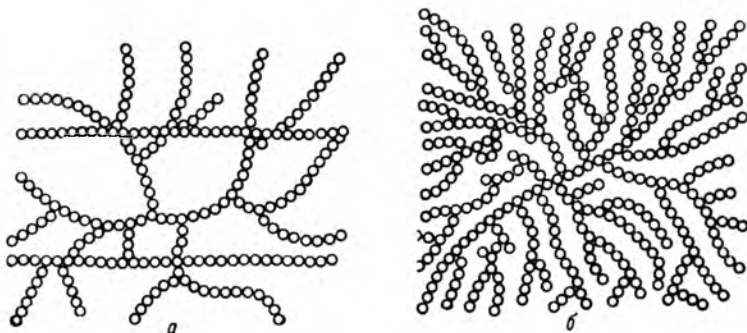


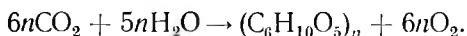
Рис. 12. Структуры молекул:

*а* — мало разветвленная — крахмала; *б* — сильно разветвленная — гликогена

говоря, их остатков, так как при соединении друг с другом они выделяют молекулы воды:  $nC_6H_{12}O_6 \rightarrow (C_6H_{10}O_5)_n + nH_2O$ . И хотя полисахариды имеют одну и ту же общую формулу, свойства их сильно различаются. Это объясняется расположением кислородного мостика, с помощью которого соединяются между собой остатки глюкоз, и структурой их молекул. Так, целлюлоза имеет нитевидную структуру (рис. 11), крахмал — мало разветвленную, а гликоген — сильно разветвленную структуру (рис. 12). Разве не изумительно то, что ученые уже знают строение таких молекул, размеры которых составляют тысячные доли, а у некоторых соединений даже миллионные доли миллиметра.

### Состав и строение древесины

Растения, покрывающие земной шар, представляют собой колоссальное, ни с чем не сравнимое производство высокомолекулярных соединений, которое осуществляется в зеленых клетках растений под воздействием солнечных лучей. Тайну этого удивительного и сложного явления, названного фотосинтезом, раскрыл великий ученый К. А. Тимирязев. Оказалось, что хлорофилл (зеленый пигмент листьев) поглощает красные, часть синих и фиолетовых лучей спектра, под воздействием которых из воды и двуокиси углерода, поглощаемой растениями, образуется крахмал:



Таким образом, растения в обмен за поглощенную углекислоту выделяют в атмосферу кислород. Тимирязев подчеркивал, что вне клеточки листа в природе не существует лаборатории, где бы выделялось органическое вещество. Во всех других органах оно превращается, преобразуется, только здесь оно образуется вновь из неорганического вещества.

Таким образом из углерода углекислоты воздуха, кислорода и водорода воды в клеточке образуется сахар. Из этого сахара образуется крахмал и целлюлоза. Наконец, из этого же сахара и такого неорганического вещества, как аммиак, могут образоваться и самые сложные органические вещества — белки (рис. 13). Вот почему наш выдающийся ученый С. П. Костычев писал по этому поводу, что зеленые листья дают жизнь всему живому населению земного шара, в том числе и человечеству.

И стоит зеленому листу прекратить на несколько лет свою работу, как все живое население на земле погибнет.

Вместе с крахмалом в зеленых частях растений образуется и целлюлоза, составляющая основную часть стенок растительных клеток (она не входит в состав животных тканей). Изучение процессов, происходящих в растительных организмах, позволило разработать технологию химической переработки древесины.

Однако промышленное воспроизводство фотосинтеза остается пока еще мечтой, которую со временем наука, конечно, осуществит.

Чтобы превратить древесину в химический продукт, необходимо подвергнуть ее различным технологическим операциям, на которые большое влияние оказывают химический состав и свойства древесины.

Древесина любого дерева состоит из тесно сросшихся клеток, чрезвычайно разнообразных по своей величине и форме и имеющих полость и одревесневшие оболочки. Элементарные клетки образуют древесные волокна, которые располагаются главным образом вдоль ствола.

Древесина состоит из органических веществ (98,9—99,7%),

большая часть которых представляет собой высокомолекулярные соединения, и небольшого количества минеральных соединений (0,3—1,1%), остающихся при сгорании в виде золы. В среднем абсолютно сухая древесина содержит 49,4—50,2% углерода, 6,1—6,9% водорода, 43,6—45,2% кислорода и обычно 0,9—1,3% азота.

Хотя химический состав древесины очень сложен, клеточные стенки, образующие древесину, состоят в основном из целлюлозы, гемицеллюлоз (пентозаны и гексозаны) и лигнина.

Целлюлоза (от латинского слова *cellula* — клетка), иногда называемая клетчаткой, имеет волокнистое строение и представляет собой высокомолекулярное химическое соединение

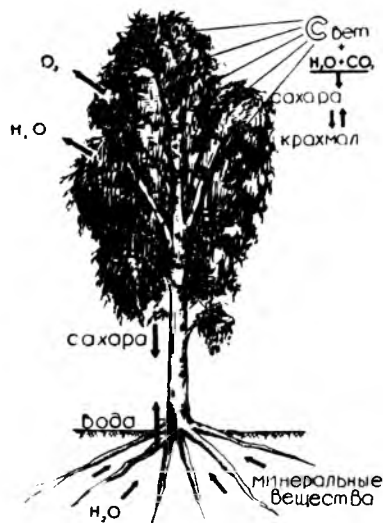


Рис. 13. Функции отдельных частей дерева (схема)

с большой и сложной цепной молекулой, насчитывающей тысячи звеньев. Такая молекула-гигант имеет длину до 0,005 мм. Следовательно, на отрезке длиной 1 см можно уместить примерно 2000 молекул целлюлозы, тогда как молекул воды уместилось бы на том же отрезке в двадцать тысяч раз больше, т. е. около 40 миллионов. Целлюлоза — очень стойкое химическое соединение, не растворяющееся в спирте, воде, эфире, ацетоне и других обычных растворителях.

Молекулярный вес целлюлозы, выделенной из растительных материалов в очень мягких условиях, по данным некоторых авторов (Сведберг, О. П. Голова), достигает 10—20 миллионов, что соответствует степени полимеризации от 6000 до 12 000. Молекулярный вес технических образцов целлюлозы колеблется от 50 000 до 150 000 и выше (например, у хлопка, содержащего 96—98% целлюлозы). В абсолютно сухой древесине содержится 40—50% целлюлозы.

Гемицеллюлозы (от греческого слова *hēmu* — «полу») представляют собой сложную смесь полисахаридов (гексозаны, пентозаны и полиуронины). Будучи по химическому составу близкими к целлюлозе, они отличаются от нее меньшей химической стойкостью и длиной цепи, более легко гидролизуются\* разбавленными минеральными кислотами, переходя в раствор. Гексозаны при этом дают гексозы — сахара, способные бродить и образовывать спирт. Содержание гемицеллюлоз зависит от породы древесины: у хвойных 17—20%, у лиственных 30—35%.

Лигнин (с латинского *lignum* — дерево) — сложная смесь органических веществ, содержащая большее количество углерода, чем целлюлоза (61—65%), и придающая стенкам клеток твердость. Лигнин легко поддается воздействию горячих щелочей, окислителей и других реагентов. Содержание лигнина в древесине колеблется от 17 до 30%.

В полостях растительных клеток древесины содержатся также дубильные и красящие вещества, смолы и камеди, эфирные масла и алкалоиды.

Свойства отдельных составных частей древесины используются для проведения определенных технологических операций. Так, свойство лигнина переходить при воздействии на него горячих щелочей, солей сернистой кислоты, азотной кислоты,

---

\* Гидролизом в органической химии называются такие реакции, при которых исходное вещество расщепляется, а к образовавшимся остаткам присоединяются водород (H) и гидроксил (OH).

хлора, окислителей в растворимое состояние используется для получения целлюлозы, которая при этом остается почти без изменений.

На способности целлюлозы и гемицеллюлоз при действии разбавленных минеральных кислот гидролизоваться с образованием сахаров основано гидролизное производство.

Свойство древесины при нагревании без доступа воздуха (сухая перегонка) разлагаться с образованием ряда органических твердых, жидких и газообразных продуктов используется для получения древесного угля, уксусной кислоты, метилового спирта и многих других химических продуктов, необходимых народному хозяйству.

Целлюлоза в определенных условиях образует простые и сложные эфиры, являющиеся основой большого числа разнообразных синтетических материалов: пластмасс, искусственных волокон, пленок, лаков и пр.

Каждое из вышеперечисленных и других органических соединений может служить исходным веществом для получения многих синтетических продуктов. Для этой цели химии применяют самые разнообразные методы химической переработки. В их числе, кроме упомянутых выше реакций окисления и гидролиза, отметим еще алкилирование (введение в молекулу соединения алкильной группы, например метила —СН<sub>3</sub>), хлорирование (введение в молекулу соединения хлора Cl), этерификацию (процесс замещения водорода в карбоксильной группе —СООН, характерной для органических кислот, каким-либо органическим радикалом), гидрирование (введение водорода), дегидрирование (отнятие водорода), гидратацию (присоединение воды).

При взаимодействии кислот со спиртами образуются сложные эфиры. Реакцию образования эфиров можно понять, если формулу целлюлозы представить в виде  $[C_6H_7O_2(OH)_3]_n$ . При замещении водорода в гидроксильной группе (—ОН) нитрогруппой (—NO<sub>2</sub>) получается азотнокислый эфир, а при замещении ацетильной группой (—СОСН<sub>3</sub>) — уксуснокислый эфир целлюлозы.

## ДЛЯ ЧЕГО И КАК ИСПОЛЬЗУЕТСЯ ДРЕВЕСИНА

С незапамятных времен человек употребляет древесину для различных нужд. Одним из первых видов оружия первобытного человека была палка, потом каменный топор, копье, лук и



стрелы. Миллионы лет лес был важнейшим источником питания. Он кормил (ягоды, орехи, фрукты, грибы, звери, птицы), одевал (мочало, мех, шерсть), обогревал и давал жилище (дупла, материал для шалашей, а впоследствии для домов и других построек) и материалы для изготовления предметов домашнего обихода, сельскохозяйственных орудий (мотыга, соха, борона и др.), средств передвижения и переправ через реки и овраги (мосты, лодки, корабли, сани, телеги), всевозможных оборонительных и защитных сооружений (засеки, тын, частокол, деревянные крепости и пр.).

Например, в древнем Новгороде основным строительным материалом было дерево. Из него сооружались и самые простые постройки и весьма сложные архитектурные ансамбли. Об этом ярко свидетельствуют многочисленные археологические находки.

Длительное время единственным орудием производства при заготовке и обработке леса был топор. Без гвоздей и крюков одним топором строили наши предки дома, поселки, города и крепостные сооружения, укладывая бревна плотно друг к другу. Отсюда и пошло название профессии плотника. «Топор всему делу голова» — говорит русская пословица. Л. Н. Толстой отмечал, что им русский человек мог и дом построить и ложку вырезать. Знаменитая Преображенская церковь высотой 37 метров в Кижах (равная по высоте 11—12-этажному дому) от основания и до самой вершины сделана или, как говорят, срублена из дерева без единого гвоздя с помощью только топора и долота.

В то время постройки обязательно искусно украшали резьбой (оконные наличники, карнизы, фронтоны, крылечки, подзоры, кровли, балкончики), «деревянными кружевами». В Поволжье (Сормово, поселок Кузовато), Калининской (Городня), Новгородской, Ленинградской, Архангельской и других областях находятся изделия русских умельцев, поражающие совершенством форм, нарядностью и в то же время целесообразностью всех деталей.

Но и в наш век, век легированной стали, новых сплавов, бетонных конструкций и различных пластмасс, дерево — один из самых известных и наиболее распространенных видов строительных и поделочных материалов, применяемых в промышленности, на транспорте, в сельском хозяйстве и быту. По количеству потребления впереди древесины стоит только каменный уголь.

Известно, что в настоящее время больше половины всей древесины, заготавливаемой на земном шаре, используется как топливо, а остальная часть применяется в промышленности и в том числе для строительства. В связи с коренным изменением топливного баланса в нашей стране использование древесины для этой цели с каждым годом уменьшается.

Практическая ценность древесины для человечества огромна. До 20 000 самых разнообразных вещей, сделанных из дерева, используется человеком в быту и на производстве. И только около 500 из них получены механической обработкой — все остальные химической. Сопоставление этих цифр подчеркивает важность химической переработки древесины. Можно смело сказать, что нет ни одной отрасли народного хозяйства, которая в той или иной степени не использует изделий из дерева или химических продуктов ее переработки.

Древесина — это не только топливо, строительный и конструкционный материал, применяемый в промышленности и сельском хозяйстве, на транспорте, но и сырье для производства бумаги, целлюлозы, картона и предметов широкого потребления. Бумага в наших условиях — это исключительно важный элемент культурного строительства, это база просвещения и воспитания, это материальная основа распространения великих идей марксизма-ленинизма. В то же время древесина и отходы ее переработки — ценное сырье для получения важных и часто весьма дефицитных продуктов.

Для ускоренного развития химической промышленности исключительно важную роль играет расширение сырьевой базы промышленности, выпускающей синтетические материалы и, в первую очередь синтетические смолы, пластические массы, химические волокна и синтетические каучуки. Для этой цели, кроме таких наиболее важных и основных видов сырья, как природные, попутные и промышленные нефтяные газы, а также продуктов коксохимической промышленности, с успехом используются и всевозможные отходы лесозаготовительной и деревообрабатывающей промышленности.

Несмотря на все растущую механизацию лесозаготовительных работ и деревообработки, в Советском Союзе в лесной индустрии занято примерно 11% всех промышленных рабочих страны. Почти 10% всего грузооборота железных дорог и более 50% грузооборота водного транспорта СССР составляет древесина и продукты ее переработки. К сожалению, и до сих пор еще перевозится необработанная древесина. А это значит

что из каждых 100 вагонов в 8—12 находятся опилки и стружка, в 24—28 — горбыль и обрезки, а в 5—7 вагонах — вода, которая при сушке древесины будет удалена.

Широкому применению древесины способствуют ее положительные качества, из которых следует отметить такие физико-механические свойства, как способность хорошо обрабатываться (строгание, пиление, сверление и др.), легко поддаваться отделке (окраска, полировка, лакировка), хорошо изгибаться (в холодном и горячем виде), малый вес (средний объемный вес — 0,35—0,75, реже — 1,0—1,25) при сравнительно высокой прочности, жесткости, упругости и твердости.

Содержащаяся в древесине вода оказывает различное влияние на ее физико-механические свойства. В определенных условиях дерево прочнее стали. Хорошая сопротивляемость сжатию позволяет применять дерево для изготовления ферм, балок, перекрытий, мостов, брусьев, свай, плотин, стоек для крепления в рудниках и шахтах, торцовых мостовых, жилых домов, хозяйственных построек, полов, различных строительных деталей (двери, оконные переплеты, перегородки и др.), стандартных домов и др. При большой силовой прочности древесина обладает и отличной изоляционной способностью.

### **От дерева до готового изделия из него**

Заводы Советского Союза рассчитаны на ежегодный выпуск деревянных домов общей жилой площадью в несколько миллионов квадратных метров. Тут и небольшие, на одну-две квартиры и восьмиквартирные дома, и стандартные дома — общежития на 15—17 комнат. Такие сборные деревянные дома, особенно передвижные, к которым легко подключить водопровод, канализацию и электричество, позволяют обеспечить жильем работников сельского хозяйства, осваивающих целинные и залежные земли, а также строителей на многих важнейших стройках страны. Освоен выпуск разборных дач из легких деревянных конструкций. Такую дачу (комнату площадью 24 квадратных метра и крытую веранду) два человека собирают за 5 часов.

В настоящее время при широком применении различных вяжущих веществ, кирпича, железобетона почти 80% населения земного шара пока еще живет в деревянных домах.

Большое количество технологических процессов создано для механической обработки дерева. Тысячи машин, станков, меха-

низмов использует человек, чтобы с их помощью изготавливать из древесины полезные и ценные изделия.

Много древесины применяется в качестве столярно-мебельного материала для изготовления разнообразной мебели (шкафов, комодов, столов, стульев), внутренней отделки помещений, паркета, столовой посуды (ложек, чашек, мисок), лыж, лопат, чертежных досок, линейек, треугольников, пуговиц, рукояток инструментов, сапожных колодок, катушек и других изделий (гравюры, типографские клише, скульптура по дереву), а также различных мелких поделок. Эти изделия подвергаются отделке: полируются, шлифуются, покрываются лаком, эмалями, декоративными пластиками, склеиваются смазываются и для всех перечисленных и многих других операций нужны различные химические соединения. Так, долгие годы лыжи изготавливались из одного куска высококачественной древесины и было очень трудно подобрать заготовки без пороков. Использование синтетических клеев дало возможность перейти на изготовление клееных лыж с широким применением синтетических материалов.

Древесные материалы не только хорошо обрабатываются, но и легко соединяются при помощи шурупов, гвоздей, болтов и различных клеевых материалов.

Широко применяется древесина на транспорте и на линиях связи: шпалы, колеса, полозья, ступицы, ободья, суда и лодки, товарные вагоны и кузова автомобилей, телеграфные столбы и даже радиомачты. Десятки тысяч километров высоковольтных передач сооружаются в нашей стране с использованием большого количества деревянных опор. Братья Сеппо и Калеви Коккола в Финляндии сконструировали вертолет, используя для этого сосну, фанеру и пробковое дерево.

Общеизвестно техническое применение дерева в качестве материала для изготовления разнообразных столярно-токарных изделий: ткацких челноков, моделей, шкатулок, портсигаров, бильярдных шаров, ружейных лож, игрушек и др.

Из дерева изготавливают бочки, корыта, резервуары, баки, кадушки, деревянные трубы и т. д. Благодаря небольшой звуко- и теплопроводности древесину в больших количествах применяют для отделки жилых и корабельных помещений.

Замечательная способность дерева резонировать широко используется при изготовлении разнообразных музыкальных инструментов: роялей, скрипок, гитар, домбр, балалаек, мандолин, духовых инструментов и др. В городе Казимеж

(Польша) в 1613 г. установлен орган, целиком изготовленный из дерева: клавиатура из черного и полисандрового, а остальные детали из лиственницы.

Из древесины также изготавливают кровельные материалы, карандаши, антенны, спички, ящики, корзины и другие виды тары.

Известно, какое огромное значение для развития культуры имело изобретение бумаги и карандаша. Первый карандаш (с тюркского: кара — черный и таш — камень, шифер) со стер-

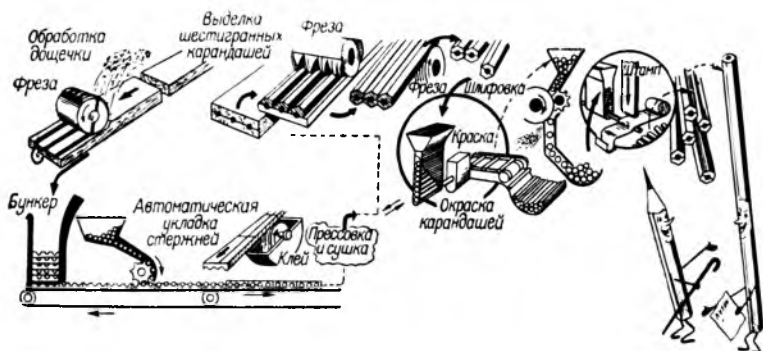


Рис. 14. Большой путь проходит заготовка древесины, пока из нее сделают карандаш

жнем из графита был изготовлен в Англии в 1565 г. А первые деревянные карандаши предложил француз Н-Конте в 1790 г. В настоящее время вырабатывается на земном шаре более 370 разных видов карандашей, имеющих более 70 разнообразных цветов и оттенков. Обычным карандашом можно написать до 50 000 слов. Для изготовления карандаша, кроме древесины (для карандашной дощечки используется только 10—15% древесины, остальное идет в отходы) и графита, нужны огнеупорная глина, жидкое стекло, жировые вещества (стеарин, сало-мас), аммиак, парафин, клей, лак, бронзовый порошок. И все это дает химия. Введение нужного количества парафина в древесину легко осуществить с помощью новых моющих веществ (типа ОП-7 и ОП-10), созданных химиками. Обработка дощечек и выделка шестигранных карандашей показаны на рис. 14.

Каждый день в Советском Союзе расходуют около 2 млрд. спичек, сжигая при этом почти 400 000 килограммов древесины.

А ежегодно наши спичечные фабрики выпускают столько спичек, что собранные вместе они составят железнодорожный состав от Ленинграда до Москвы.

Для изготовления такого количества спичек на фабрики каждый день доставляется около 150 вагонов осины и почти 250 тонн бумаги, фанеры и разных химических соединений. С 1953 г. спичечные фабрики выпускают более тонкие спички. Незначительное уменьшение толщины спички (на 0,3—0,36 миллиметра) позволило на 8000 кубометров уменьшить



Рис. 15. Для экономии раньше спичку делили на несколько частей

расход древесины на каждый миллион ящиков спичек. Одновременно отпала необходимость в каждом третьем фанерном ящике для упаковки и в каждом третьем железнодорожном вагоне для перевозки спичек. Подсчитано, что древесина, сэкономленная на каждом миллионе ящиков спичек, позволяет обеспечить строительство благоустроенного колхозного поселка на 350 жилых домов.

За 135 лет, прошедших с года «рождения» спички (1833 г.; в Петербурге первая спичечная фабрика появилась в 1837 г.), спичечное производство стало неузнаваемым.

Первые спички стоили очень дорого (стоимость коробки спичек в Италии была равна стоимости овцы), и бережливые люди делили их на несколько частей (рис. 15). За изобретение и выпуск спичек, горящих ярко и без запаха, Московской фабрике Митчинсона в 1863 г. французский Политехнический институт присудил большую золотую медаль.

Во многих операциях, которые предшествуют появлению готовой спички (рис. 16), применяются химические соединения. Из высушенной древесины изготавливают шпон, который рубяг на соломку, пропитывают зажигательной массой, включающей много химических соединений: бертолетову соль, бихромат калия, серу, крахмал, декстрин, железный сурик, цинковые белила, красители. Намазка спичечной коробки содержит фосфор (красный), пиролюзит, клей, мел и другие вещества (рис. 17). Для предотвращения тления соломку пропитывают обычно 1,5%-ным раствором фосфорной кислоты. При трении головки

спички о намазку на спичечной коробке красный фосфор, входящий в состав намазки, воспламеняется, окисляясь бертолетовой солью, и при этом загорается серу.

В зимнее время в заторах идет ремонт судов. Деревянные суда конопатят обычно просмоленной паклей из льняного во-

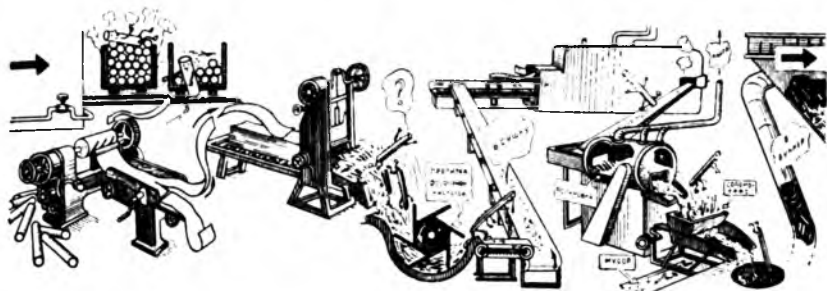


Рис. 16. Получение спичечной соломки, ее пропитка и полировка

локна, гнивающей через 4—5 лет. Но именно зимой льняная пакля становится хрупкой на морозе и крошится. Всех этих недостатков лишена древесная шерсть — тонкая деревянная стружка (0,2 миллиметра). Древесную шерсть, как и льняную паклю, в виде жгутов забивают между досками. Хорошо прессуясь, шерсть глубоко проникает в щели судна и затем, намокая в воде, разбухает и плотно закупоривает все пазы. Дешевая древесная шерсть позволяет сохранить тысячи тонн льна и конопли.

Каждый год железнодорожному транспорту требуется более 50 млн. шпал и 30 тыс. комплектов переводных брусьев. Для этой цели требуется не менее 5,5 млн. кубометров сосновых бревен диаметром 30—33 сантиметра. Известно, что дерево достигает такой толщины только в возрасте 80—100 лет. Для того чтобы обеспечить шпалами только один километр железнодорожного пути, необходимо срубить 500—800 сосен.

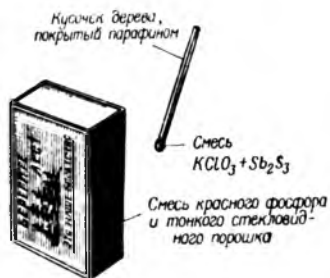


Рис. 17. Спички и химические вещества для них

Текстильная промышленность ежегодно потребляет для намотки ниток примерно 2 млрд. катушек, для чего расходуется около 400 тыс. кубометров высокосортной березы. Только Ленинградский прядильно-ниточный комбинат имени С. М. Кирова ежедневно потребляет до миллиона деревянных катушек. Начат выпуск пластмассовых катушек для текстильных фабрик. Такие катушки служат в 3—5 раз дольше, чем деревянные. В результате применения каждого миллиона катушек из пластмасс получается экономия более 600 тыс. рублей.

Механическая переработка древесины совершенствуется с каждым годом и для отделки полученных изделий все больше и больше применяется химических соединений.

## ЗАЩИТА ДРЕВЕСИНЫ ОТ ГНИЕНИЯ И ОГНЯ

Забирая у леса его богатства, надо помнить как о их сбережении, так и о их приумножении. Здесь должно действовать правило: срубил дерево — посади два. И наши лесоводы уже



Рис. 18. Древесина должна быть высушена до переработки

проделали большую работу. Так, за прошедшую семилетку (1958—1965 гг.) выращены новые лесные насаждения на площади, которая превышает леса Англии, Норвегии и Дании, вместе взятых.

Этой же цели служит и важнейшая задача — увеличение срока службы различных изделий из древесины.

Срок службы не просушенных и не защищенных от гниения шпал в 2 раза меньше, чем шпал, соответствующим образом обработанных, а столбов — даже в 5 раз. По этой же причине ежегодно более 15 млн. кубометров древесины приходится расходовать на ремонт жилого фонда.



Стойкость древесины и изделий из нее определяется рядом физико-механических, технологических и эксплуатационных свойств. Так, деревянные изделия изменяют свою форму и размеры под действием воды и других жидкостей.

Огромный ущерб народному хозяйству приносит гниение древесины в результате действия паразитных грибов, бактерий. И человек старается предохранить древесину от гниения и огня, как металл от коррозии.

В зависимости от того, какие факторы оказывают свое действие на готовое изделие (температурные колебания, влажность, бактерии, грибки), древесину подвергают сушке (рис. 18) и профилактической химической, физической или механической обработке. Искусственной сушке пока подвергают немного более 20% вырабатываемых пиломатериалов.

Учеными разработан ряд мероприятий, придающих древесине повышенную стойкость против огня, воды, гниения, разрушения некоторыми насекомыми и т. п. Например, для шпал, а также при строительстве плотин, опор для линий связи, мостов, судов требуется древесина, не поддающаяся гниению. С этой целью ее обрабатывают (обмазывают, пропитывают под давлением, опрыскивают или вымачивают в холодных или горячих ваннах) различными химическими веществами — антисептиками (ядовитыми химическими соединениями по отношению к грибам, вызывающим гниение древесины). Обработанная таким образом древесина может служить в 2—5 раз дольше, чем необработанная (рис. 19), а древесина бука, например, — в 10—15 раз. Какое это имеет огромное народнохозяйственное значение, видно из следующих данных. До настоящего времени каждые 9 опор из 10 в линиях электропередач и связи устанавливались без глубокой пропитки и такие столбы через 5—6 лет выходили из строя. Ежегодно для строительства и ремонта линий передач выделялось 4,5 млн. кубометров столбов. В ре-



Рис. 19. Антисептики надежно защищают древесину

зультате использования незащищенной древесины страна теряла почти миллиард рублей в год. Из-за разрушения гниением ежегодно заменялось почти 20—25 млн. кубометров деревянных элементов и изделий. А при хорошей и глубокой пропитке древесины антисептиками срок ее службы возрастает до 20—30 лет (табл. 1).

Таблица 1

Срок службы (в годах) обычной древесины и древесины, пропитанной креозотовым маслом

Порода дерева	Шпалы		Телеграфные столбы	
	непрони- танные	прони- танные	непрони- танные	прони- танные
Сосна . . . . .	6—8	до 20	4—8	до 30
Лиственница . . . . .	8—10	20	9	30
Дуб . . . . .	12—15	25	—	—
Бук . . . . .	2—3	30	—	—

В качестве антисептиков применяются различные соединения как минерального, так и органического происхождения (масло, получаемое при сухой перегонке угля или синтезом из более простых соединений) и их смеси в виде растворов, паст и порошков. Но все они должны отвечать определенным условиям, т. е. должны быть огнебезопасными, не вымываться водой, хорошо проникать внутрь древесины, не оказывать вредного влияния на металл (болты, гвозди), не понижать прочность древесины и быть безвредными для людей.

В качестве антисептиков применяются водные растворы таких минеральных солей, как фтористый натрий (2—3%-ный), хлористый цинк (2—5%-ный), некоторые углеводороды (динитрофенол, креозотовое и антраценовое масла, «карболинеум» — смесь хлорированной каменноугольной смолы и креозотового масла, сланцевая смола, торфяной деготь) и пр.

Предложена антисептическая паста на нефтебитумной основе, содержащая (в весовых частях): битум — 21, мазут — 5, сольвентнафт — 5, фтористый натрий — 53 и воду — 16. Эта паста не требует дополнительного гидроизоляционного покрытия, предохраняющего антисептик от выщелачивания. Всеобщее признание получил антисептик ГР-48, основным компонентом для производства которого является пентахлорфенолят натрия.

В последние годы в ряде стран для антисептирования древесины все больше используются мышьяксодержащие соединения.

Существуют два метода закрепления таких антисептиков. По первому методу мышьяк содержащее соединение растворяют в таких легколетучих растворителях, как аммиак или уксусная кислота; после испарения растворителей антисептик остается в порах древесины. По второму способу антисептик в древесину вводят в виде двух труднорастворимых мышьяк содержащих соединений.

Используются и комбинированные антисептики, представляющие смесь органических веществ с фтористым натрием или другими солями (например, уралит — 85% фтористого натрия и 15% динитрофенола). В США для антисептирования древесины ежегодно используется около 1,5 млн. тонн различных соединений такого типа. Для надежной защиты на пропитку кубометра древесины идет 3—5 килограммов фтористого натрия, 5—7 килограммов хлористого цинка или 80—130 килограммов креозотового масла.

Срок службы деревянных моделей в литейном производстве можно увеличить примерно в 25 раз, покрыв их поверхность тонким слоем легкоплавкого металла, распыленного струей сжатого воздуха.

Исследования показали, что облицовка стеклопластиками изделий из дерева предохраняет их от гниения во влажных условиях. Полиэфирная смола предохраняет древесину от появления грибков.

Древесину обмазывают или окрашивают огнестойкими составами — антипиренами, придающими ей свойство огнестойкости. Такие антипирены, как бура, хлористый цинк и другие, при температуре 350—400°С плавятся, покрывая поверхность древесины огнезащитной пленкой, которая прекращает доступ к ней кислорода. Другие антипирены в этих условиях разлагаются, выделяя много негорючих газов или паров, отесняющих воздух от поверхности древесины и затрудняющих воспламенение газообразных продуктов ее разложения.

Древесина, пропитанная водными растворами фосфорнокислого аммония (50—60 килограммов на кубометр древесины), сернокислого аммония (80—90 килограммов на кубометр древесины) или их смеси, под воздействием огня разлагается медленно, без пламени.

Так называемые огнезащитные краски, изготовленные на жидком стекле, придают древесине временную огнестойкость, так как при действии углекислого газа, находящегося в воздухе, жидкое стекло разлагается и теряет свои защитные свой-

ства. Несиликатные краски обладают менее сильным защитным действием, но они более стойки к атмосферным воздействиям.

Иногда нужно защищать молодой, более ценный лес от менее ценного. Известно, что лиственная древесина растет быстрее и в молодых лесах ольха, осина и береза вытесняют нужные для промышленных целей ель и сосну. И здесь на помощь лесоводам пришли химики, создав такие вещества, которые в определенной степени губительно действуют на лиственные породы и безвредны для хвойных.

Для борьбы с неценной древесно-кустарниковой растительностью в качестве таких веществ, получивших название арборицидов, применяют сульфамат аммония, мышьяковистокислый натрий, а также 2, 4, 5-трихлорфеноксисукусную кислоту и другие соединения.

Применение антисептиков, антипиренов, арборицидов и других химических соединений, сохраняющих и приумножающих лесные массивы, ускоряющих рост более ценных пород и увеличивающих срок службы разнообразных деревянных конструкций и изделий, возрастает с каждым годом.

## **ХИМИЧЕСКИЕ ПРОДУКТЫ ИЗ ДРЕВЕСИНЫ**

За годы Советской власти вошли в строй сотни различных предприятий для химической переработки древесины, оснащенных самой современной техникой. Новые производственные мощности обеспечили значительное увеличение выпуска продукции. Если объем заготовок деловой древесины за 50 лет Советской власти вырос в 9 раз, то производство бумаги и картона — в 20 раз, а целлюлозы и древесной массы — в 18 раз.

В текущей пятилетке вывозка древесины возрастает незначительно, а производство целлюлозы, бумаги, картона и другой продукции увеличивается в значительной степени. Это говорит о разумном, экономически обоснованном подходе в нашей стране к использованию имеющихся лесных богатств.

Осуществление экономической реформы, одобренной XXIII съездом КПСС, позволяет вовлечь в хозяйственный оборот наиболее богатые и легкодоступные ресурсы, поднять эффективность производства и его технический уровень.

Капитальные вложения в сооружение целлюлозно-бумажных предприятий окупаются за 3—5 лет.

В целлюлозно-бумажной, гидролизной и лесохимической промышленности все больше и больше внедряются новейшие химические процессы и методы переработки сырья с использованием химических материалов. В то же время непрерывно увеличивается количество полуфабрикатов, вырабатываемых этими отраслями промышленности для химической индустрии.

На основании отечественного и зарубежного опыта установлено, что наиболее выгодным использованием древесины является ее химическая переработка. Расчеты, проведенные специалистами, показывают, что на каждый рубль, затраченный на заготовку древесины, можно получить продукции целлюлозно-бумажной промышленности на 2,5—5 рублей, тогда как мебели всего на 1,7—2 рубля, а строительных деталей только на 1,1—1,2 рубля.

Так, из кубометра древесины можно получить: 200 килограммов целлюлозы, а из нее 160 килограммов шелка, которого достаточно для того, чтобы соткать 1500 метров шелковой штапельной ткани или связать 4000 пар шелковых чулок (рис. 20). Одновременно при этом из того же кубометра древесины извлекают около 19 литров этилового спирта (96%-ного), 10—22 килограмма кормовых дрожжей, 0,6 килограмма метилового спирта и 250 килограммов бардяных концентратов (50%-ной влажности). Следует напомнить, что из 19 литров спирта (для производства такого количества спирта потребовалось бы почти 60 килограммов зерна или 165 килограммов картофеля) можно получить каучука в количестве, достаточном для изготовления 36 пар мужских галош. Эти примеры убедительно свидетельствуют о том, что химическая переработка древесины несравненно более выгодна, чем любая механическая обработка.

Наша страна располагает огромными ресурсами различного сырья (разнообразные отходы, дровяная древесина, тростник, солома и т. д.), которые позволяют создать огромные мощности по производству бумаги и картона. Уже к концу текущей пятилетки целлюлозно-бумажная промышленность должна увеличить объем переработки лиственной и дровяной древесины и технологической щепы до 12 млн. кубометров в год. Можно напомнить, что на всех комбинатах страны в 1965 г. было израсходовано 18,6 млн. кубометров древесины и в том числе только 6,2% дровяной.

Интересно отметить, что в настоящее время мировое производство волокнистых полуфабрикатов превысило 100 млн.



Рис. 20. Что можно получить из кубометра древесины

тонн в год (табл. 2). Четверть общего выпуска составляет древесная масса и почти две трети (около 64%) — полуцеллюлоза и целлюлоза.

Таблица 2

**Мировой объем производства волокнистых полуфабрикатов и бумаги (в тыс. тонн)**

Наименование полуфабрикатов и готовой продукции	1965 г.	1963 г.	1967 г.	1963 г.
Всего волокнистых полуфабрикатов . . . . .	89 434	95 554	101 268	107 363
В том числе:				
древесной массы . . . . .	23 443	24 528	25 187	25 805
полуцеллюлозы и целлюлозы . . . . .	56 037	60 138	64 361	69 153
целлюлозы для химической переработки . . . . .	4 762	5 041	5 378	6 778
Бумаги и картона . . . . .	106 237	113 576	119 109	123 742
В том числе газетной . . . . .	19 075	20 175	20 956	21 786

Более 90% целлюлозы получают из древесины и в основном хвойной (80%). При мировом производстве синтетических полимеров (пластмасс, синтетических волокон и каучуков) примерно 25 млн. тонн в год целлюлоза и в наши дни является одним из самых основных видов полимерных материалов.

За прошедшие 50 лет коренные изменения произошли и в отечественной целлюлозно-бумажной промышленности. В 1913 г. во всей России было выработано всего 258 тыс. тонн целлюлозы и 269 тыс. тонн бумаги.

До середины XIX века в бумажном производстве использовали тряпье и целлюлозу, полученную из соломы. Только в 50-х годах прошлого столетия был предложен натронный (щелочной) способ производства целлюлозы из древесины и в начале 80-х годов того же столетия начал применяться сульфатный щелочной способ варки. Первый завод, вырабатывающий сульфитную целлюлозу, был пущен в Швеции в 1874 г.

Из литературных источников известно, что Богородицкий бумажный завод использовал солому для производства бумаги еще в 1707—1714 гг. В 1870 г. при Невской бумажной фабрике в Петербурге был пущен первый в России завод по производству соломенной целлюлозы. В начале 70-х годов XIX столетия в Боровичском уезде Новгородской губернии была построена фабрика «... для приготовления из дерева особой массы, называемой клетчаткой, и выделки из оной различных

сортов бумаги и других изделий по особому способу, поныне в России еще не известному». В 1875 г. сообщается в печати об учреждении первого русского общества для приготовления древесной клетчатки.

Заводы по производству древесной натронной целлюлозы были в Петербурге выстроены позднее: при Чекушской писчебумажной фабрике в 1881 г. и в Устье-Ижоре в 1886 г. Первые сульфитно-целлюлозные заводы были сооружены при Окуловской писчебумажной фабрике (Новгородская губерния) в 1883 г. и в том же году при Каменской писчебумажной фабрике (Тверская губерния).

Исследования, проведенные учеными и инженерами-технологами (Л. П. Жеребовым, Ю. К. Орловским, Руктешелем и др.), в те годы позволили получать целлюлозу высокой чистоты. К концу прошлого столетия, в 1892—1893 гг., научно-техническая лаборатория Морского ведомства под руководством Д. И. Менделеева получила очень чистую древесную целлюлозу в виде тонких белых листов и разработала ряд чувствительных реакций, помогающих быстро определять чистоту древесной массы и ее пригодность для дальнейшей переработки. Но общий уровень производства целлюлозы в дореволюционной России все же был очень низок. Следует еще отметить, что в 1811 г. Петербургский литейный завод и Краснопольская бумажная мануфактура впервые в Европе выпустили бумагоделательные машины оригинальной конструкции, которые дали возможность повысить в 10 раз производительность той фабрики, на которой они были установлены. Интересно также, что в 1845 г. крестьянину Гаврииле Ушкову было дано особое право пользоваться машиной для выделки бесконечных листов бумаги.

В 1917 г. производство бумаги и картона в стране уменьшилось до 137 тыс. тонн, а в 1920 г.— даже до 38 тыс. тонн. В 1918 г. было 97 действующих предприятий бумажной промышленности, в том числе 49 бумажных и 16 картонных фабрик, 26 древесномассных и 6 целлюлозных заводов. Уровень 1913 г. по выработке бумаги был достигнут в 1928 г., а по целлюлозе — только в 1935 г.

Научно-исследовательский институт целлюлозно-бумажной промышленности был создан 30 мая 1930 г.

Для производства различных сортов бумаги, картона, целлюлозы, древесноволокнистых плит необходимо из древесины и других видов сырья (тростника, соломы и т. п.) получить



волокнистую массу. Для этой цели применяют механическое истирание древесины, а также воздействие на нее химических соединений, тепла и давления. Свойства получаемой волокнистой массы и ее выход зависят от того, какой метод (или комбинацию их) использован в технологическом процессе. Исходя из этого существующие способы производства могут быть сведены в следующие пять групп:

1. Механическое истирание, при котором получается белая древесная масса того же химического состава, что и исходная древесина;

2. Размол древесины после предварительного воздействия на нее тепла и давления позволяет получить массу для строительных картонов и древесноволокнистых плит;

3. Мягкая химическая и тепловая обработка с последующим размолом, в результате чего получается химическая древесная масса;

4. Умеренная химическая обработка с размолом, позволяющая получить массу, которая занимает промежуточное положение между обычной древесной массой и целлюлозой. Такой волокнистый материал называется полуцеллюлозой или целлюлозой высокого выхода, так как в этом случае значительная доля составных частей древесины, сопутствующих целлюлозе, остается в ней и не переходит в раствор.

5. Интенсивная химическая обработка древесной щепы, позволяющая получить целлюлозу различной степени чистоты.

Все эти перечисленные способы производства по-разному воздействуют на составные части древесины. Поэтому получаемые волокнистые материалы отличаются друг от друга выходом и степенью чистоты, а изделия, вырабатываемые из этих материалов, имеют не только разную механическую прочность, но и различные физико-механические свойства.

Масштабы современных целлюлозно-бумажных комбинатов исключительно велики. Например, только для того, чтобы осуществить пуск первой очереди Котласского комбината, нужно было вынуть более 2 млн. кубометров грунта, уложить 500 тыс. кубометров бетона и железобетона (есть железобетонные конструкции высотой до 40 метров и весом более 37 тонн каждая), проложить 400 километров трубопроводов, примерно 800 километров бронированного кабеля, построить 80 километров подъездных железнодорожных путей и смонтировать десятки тысяч единиц различной запорной арматуры.

Гиганты, строящиеся в Сибири и на Дальнем Востоке (Братский, Байкальский, Комсомольский комбинаты), будут иметь еще большую мощность. Некоторые из них будут выпускать до 1 млн. тонн в год товарной продукции. Для таких комбинатов изготавливается уникальное оборудование в виде поточных технологических линий мощностью 125 и 250 тыс. тонн целлюлозы в год. Каждая такая линия снабжена непрерывно действующим варочным аппаратом с суточной производительностью 800—900 тонн целлюлозы и другим соответствующим оборудованием.

## Производство целлюлозы

Целлюлоза в природе (за исключением хлопка, волосы семян которого содержат 97—98% целлюлозы) не встречается в чистом виде, хотя является главной составной частью растительных клеток и вместе с сопровождающими ее веществами (инкрустами) составляет твердый остов (каркас) растений. Целлюлоза относится к классу высокомолекулярных углеводов. Выделение целлюлозы связано с большими трудностями, так как она очень прочно соединена с некоторыми веществами, находящимися в древесине. Поэтому в технической целлюлозе, получаемой на заводах, всегда присутствуют в небольшом количестве и примеси.

Производство целлюлозы из древесины основано на ее высокой стойкости к определенным химическим соединениям, которые в то же время в известных условиях переводят в раствор менее стойкие вещества, сопровождающие целлюлозу: лигнин, гемицеллюлозы и пр.

В зависимости от применяемых соединений способы получения целлюлозы можно разделить на три основные группы: кислотные, щелочные и комбинированные. В настоящее время разработаны следующие способы: сульфитный, сульфатный, сульфатный с предварительным кислотным или водным гидролизом древесины, сульфитно-щелочной, хлорно-щелочной, азотно-щелочной, гидротропный и др. До последних лет в СССР большее распространение имел сульфитный способ, особенно при получении целлюлозы для химической переработки. Суть этого процесса состоит в обработке древесины раствором слабой сернистой кислоты  $H_2SO_3$  в присутствии бисульфита кальция  $Ca(HSO_3)_2$ . Замена кальциевого основания ( $CaO$ ) в варочной кислоте магниевым, натриевым и аммонийным основаниями

позволяет улучшить выход, цвет и механические свойства целлюлозы.

Основными стадиями технологического процесса любого производства целлюлозы являются: 1) подготовка древесины; 2) приготовление варочных растворов; 3) варка древесины в варочных котлах и 4) обработка полученной целлюлозы.

Хотя целлюлозу можно получать из любой породы дерева, до сих пор ее вырабатывают преимущественно из древесины малосмолистых пород — ели, пихты, бука, — которые можно перерабатывать любым из применяющихся в промышленности способов варки. Смолистые породы (лиственницу, сосну) перерабатывают обычно щелочными методами.

Для производства целлюлозы употребляют щепу, полученную из древесных стволов, тщательно очищенных от коры и сучков. Щепа через циклон, сортировку и бункер поступает в котел, где варится с раствором бисульфита кальция, магния, натрия или аммония (сульфитный способ), содержащим избыток сернистой кислоты (раствор содержит 3—6% свободного  $\text{SO}_2$  и около 2%  $\text{SO}_2$ , связанного в виде бисульфита). Варка идет в герметически закрытых металлических котлах (объемом 200—320 кубометров и более), футерованных кислотоупорным материалом, при температуре 135—150° С и давлении 5—7 атм. Крупную щепу после сортировки направляют на дополнительное измельчение в дезинтегратор. На рис. 21 показана схема подготовки щепы и варки целлюлозы, а на рис. 22 — варочный котел.

Задача варки заключается в возможно полном извлечении из сырья целлюлозы в неповрежденном виде. Скорость варки и качество получаемой целлюлозы зависят от концентрации варочного раствора, давления, времени, температуры варки, степени провара целлюлозы и других факторов. Общее время варки составляет 6—12 часов.

Продолжительность варки, выход и качество получаемой целлюлозы, удельный расход пара и серы зависят от качества исходного сырья, скорости подъема температуры в котле, давления и состава варочного раствора. Быстрое нагревание, высокая конечная температура, использование раствора с повышенным содержанием  $\text{SO}_2$  могут значительно сократить время варки.

Для равномерного нагрева и лучшей пропитки щепы применяют принудительную циркуляцию кислоты в котле во время варки. С этой целью варочная кислота засасывается из котла

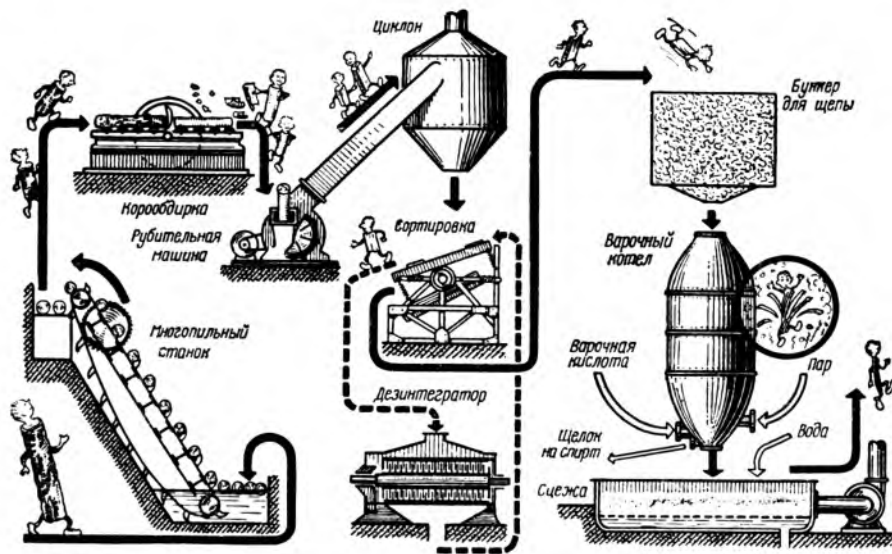


Рис. 21. Схема подготовки древесины и варки целлюлозы

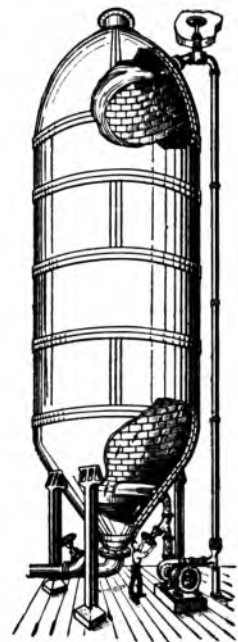


Рис. 22. Котел для варки целлюлозы

кислотоупорным насосом, проходит через подогреватель и затем снова нагнетается в котел.

В ходе процесса варки производят несколько сдувок образовавшихся газов и паров. Сернистый ангидрид  $\text{SO}_2$ , не израсходованный на варку, улавливают для укрепления варочной кислоты, а тепло, уносимое продуктами сдувок, используют для подогрева кислоты. Для этого сдувочные газы и пары из котла направляют на регенерацию  $\text{SO}_2$  и тепла. Варка целлюлозы сложный процесс. И качество и выход продукта во многом зависят не только от принятой технологии и применяемой аппаратуры, но и от опыта и традиций обслуживающего персонала.

После окончания варки давление в котле снижают (сдувкой парогазовой смеси и выпуском образовавшегося раствора, называемого щелоком) до 2—3 *ати* и содержимое котла удаляют по выдувному трубопроводу большого диаметра в сцежу. На некоторых заводах массу из котла в сцежу вымывают водой.

Сцежа — большой резервуар (объем ее в 1,5—2 раза больше объема котла) из железобетона, облицованный деревянными брусьями, с ложным фильтрующим дном в виде решетки. В сцеже щелок отделяется от целлюлозы, и последняя тщательно промывается сначала слабым щелоком, а затем теплой водой. Потери волокна при этом не превышают 0,5%.

Промытую целлюлозу разбавляют водой до концентрации 1—1,2% и перекачивают в очистный цех, где волокно, проходя через сучкоуловитель, песочницу и сортировку, освобождается от сучков, непроварившейся щепы и минеральных загрязнений. Если варка целлюлозы идет в котлах периодического действия, то в очистном цехе вся аппаратура непрерывного действия.

Для отделения от массы сучков применяются плоские вибрирующие и барабанные сучкоуловители. При вращении сетчатого барабана (диаметр отверстий 8—11 миллиметров) со скоростью 20—30 оборотов в минуту волокна целлюлозы с водой проходят через сетку, а сучки и непроварившаяся щепка проходят в заднюю коническую часть барабана, откуда и выводятся. Наиболее распространенный вибрирующий сучкоуловитель имеет сито с отверстиями 6 миллиметров, на которое по желобу поступает масса, разбавленная до концентрации 1%. Под воздействием интенсивных и частых колебаний (1450 в минуту) волокна быстро проходят в железобетонную ванну через отверстия, а сучки и непроваренные куски, двигаясь по ситу вверх, переваливаются в сборный ящик.

Песочницы изготовляются из дерева или железобетона в виде длинных широких желобов (длина 25—30 м, ширина 1,5 м) с большим количеством поперечных перегородок, наклоненных по ходу движения массы. Если волокно, разбавленное водой до концентрации 0,30—0,35%, движется спокойно, без завихрений, со скоростью 15—18 метров в минуту, то оно не оседает, а оседают более тяжелые минеральные примеси, задерживаемые перегородками на дне песочницы.

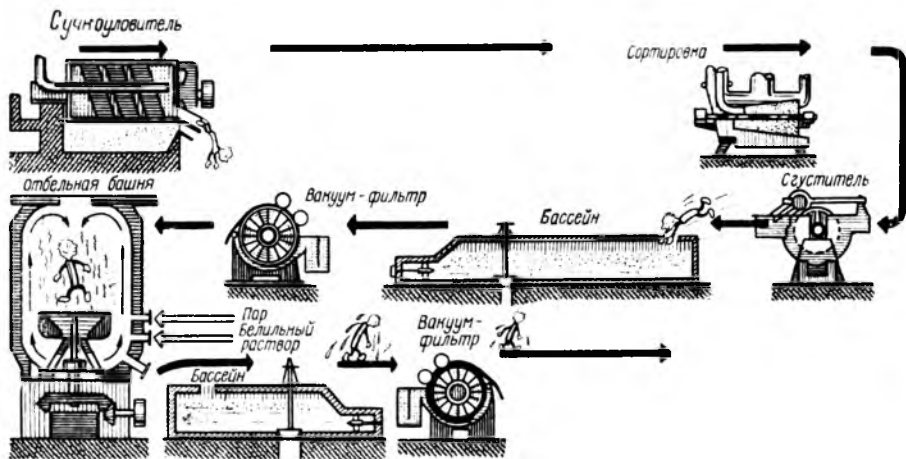


Рис. 23. Очистка и отбелка целлюлозы

Вместо песочниц применяют вихревые ловушки, в которых для очистки массы используется центробежная сила.

Действие сортировок основано на том, что гибкие целлюлозные волокна, сильно разбавленные водой (до 0,3—0,4%), под воздействием гидравлического напора, вакуума или центробежной силы проходят через небольшие круглые или щелевые отверстия сит сортировки, а непроваренная щепка, пучки волокон и другие отходы задерживаются.

На рис. 23 показана схема очистки и отбелки целлюлозы.

Для химической переработки и производства белой бумаги целлюлозу подвергают отбелке и облагораживанию.

Основная цель облагораживания — повысить химическую чистоту и однородность целлюлозы. Для этого из нее удаляют остатки лигнина, гемицеллюлоз, золы, смол и улучшают коллоиднохимические и физические свойства этого полуфабриката.

В качестве отбеливающих реагентов применяют: хлор или хлорную воду, растворы гипохлорита кальция  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$  или натрия  $\text{NaClO}$ , растворы хлоритов  $\text{NaClO}_2$  и  $\text{NaClO}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ , двуокиси хлора  $\text{ClO}_2$ , перекиси водорода  $\text{H}_2\text{O}_2$  и натрия  $\text{Na}_2\text{O}_2$ .

Облагораживание целлюлозы проводится растворами едкого натра при обычной или высокой температуре. В первом случае используется 4—10%-ный раствор  $\text{NaOH}$  при  $20^\circ\text{C}$  в течение 30 минут, а во втором — 1%-ный раствор  $\text{NaOH}$  в течение 3 часов при  $100^\circ\text{C}$ . При этом в раствор переходит большая

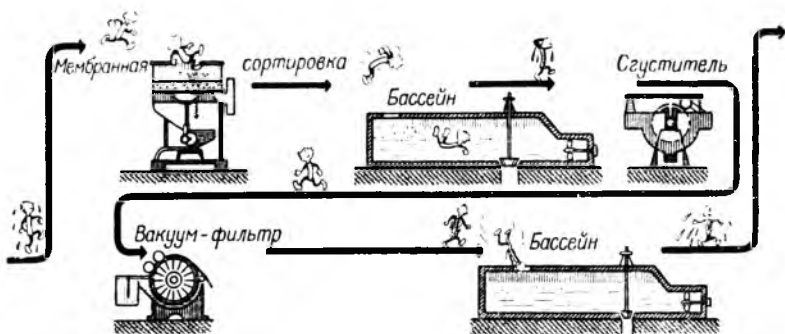


Рис. 24. Сортировка и сгущение обеленной целлюлозы

часть оставшегося лигнина, золы, гемцеллюлоз, смолистых веществ и продуктов распада целлюлозы, и тем самым повышается содержание основного полезного вещества, называемого альфа-целлюлозой, до 95—98%. Одновременно целлюлоза приобретает такие важные для ее химической переработки качества, как повышенную реакционную способность, необходимую степень полимеризации и более равномерную вязкость.

Далее целлюлоза проходит завершающее сортирование (рис. 24), тщательно промывается водой для удаления хлора и кислых продуктов и поступает в размалывающий аппарат, где частицам целлюлозы сообщается способность сцепляться друг с другом. Затем целлюлозу обезвоживают, снова разбавляют водой, после чего она поступает на прессат, где отливается в бесконечное полотно, подвергаемое прессованию и сушке до содержания влаги 8—12%. Далее полотно целлюлозы разрезают на листы ( $600 \times 800$  мм) и упаковывают. Если целлюлозу транспортируют на другие предприятия, то ее размолу не подвергают.

На качество готовой целлюлозы оказывает влияние не только метод производства, но и порода дерева, его возраст, плотность и влажность древесины, наличие в ней гнили, сучков и других пороков.

Применение новой технологии получения целлюлозы, т. е. варки на растворимых (аммонийном и натриевом) и полурастворимых (магниевом) основаниях, позволяет на 10—15% увеличить производительность завода, повысить выход волокнистых полуфабрикатов и их прочность. Применение растворимых оснований позволяет вести варку в кислой, нейтральной и щелочной средах в несколько ступеней и из различного сырья получать разнообразные марки целлюлоз.

Сульфитная целлюлоза, содержащая небольшое количество лигнина и гемицеллюлоз, легко отбеливается и облагораживается, широко применяется для химической переработки и в бумажном производстве для изготовления высококачественных видов бумаги и картона. В то же время сульфитный способ производства имеет и ряд недостатков, из которых следует отметить длительное время варки и необходимость кислотоупорной футеровки котлов и кислотостойких трубопроводов.

Сульфатный способ производства заключается в варке щепы со щелочным раствором, в состав которого входят едкий натр  $\text{NaOH}$  и сернистый натрий  $\text{Na}_2\text{S}$ , потери этих химикатов восполняются сульфатом натрия  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ . Варка идет в нефутерованных котлах меньшего объема (до 160 кубометров) при максимальной температуре 165—175°С и давлении 8—10 ат. В результате химического взаимодействия едкого натра и сульфида натрия лигнин вместе с частью гемицеллюлоз переходит в раствор, образуя так называемый черный щелок. Длительность варки при этом методе значительно меньше и составляет 3,5—8 часов. Дальнейшая обработка полученной после варки целлюлозы (очистка, отбелка) примерно такая же, как и при производстве сульфитной целлюлозы.

Сульфатный способ производства способствовал расширению сырьевой базы промышленности, так как этим способом можно перерабатывать любую древесину, в том числе отходы лесопиления и деревообработки. Хорошо разработанная система регенерации щелока с последующим возвращением его в производство позволила свести до минимума сброс загрязненных вод в водоемы, который сравнительно велик при производстве сульфитной целлюлозы. Кроме того, сульфатная целлюлоза может быть отбелена до высокой степени белизны при



одновременном сохранении механической прочности. Бумага из сульфатной целлюлозы является одной из самых прочных.

В то же время сульфатная небеленая целлюлоза более темная и для ее отбелки, которая проводится в несколько ступеней, требуется гораздо больше белящих химических соединений, чем для отбелки сульфитной целлюлозы.

В последние годы главным образом в производстве сульфатной целлюлозы все шире применяется непрерывная варка сырья. Применяемые для этой цели варочные аппараты с непрерывной загрузкой исходного сырья и выгрузкой готовой целлюлозы рассчитаны на выпуск 100—400 тонн целлюлозы в сутки. Варочные аппараты по продолжительности пребывания в них сырья могут быть подразделены на две группы: аппараты, в которых сырье находится до 4 часов, и аппараты для скорой варки (до 1 часа). На рис. 25 представлен многотрубный аппарат системы Пандия, имеющий от двух до восьми труб длиной 6—10 метров и диаметром от 300 до 1200 миллиметров и расположенных друг под другом. Конец каждой трубы соединен с началом другой. Внутри каждой трубы вращается шнек, перемещающий сырье к выходу из трубы и имеющий строго регулируемое число оборотов.

Варочный щелок и пар при варке древесной щепы подается при выходе щепы из питателя. Пар поступает в первую и иногда во вторую варочную трубу. Условия варки: давление до 12 ат и температура 170—190° С. Масса из варочного аппарата выводится с помощью разгрузочного устройства в выдувной резервуар.

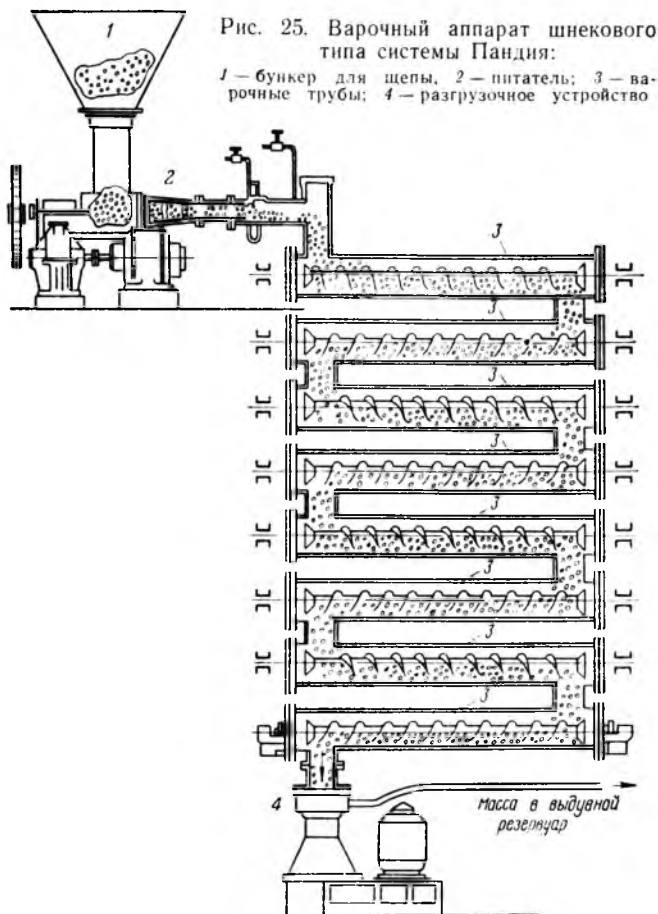
В зависимости от условий варки при сульфатном методе производства можно получить целлюлозу разного выхода (в процентах по отношению к исходной древесине):

Растворимая . . . . .	30—37	Высокого выхода . . . . .	55—62
Нормальная . . . . .	42—48	Полуцеллюлоза . . . . .	65—90
Повышенного выхода . . . . .	53—55		

Максимальная температура варки для каждого вида целлюлозы устанавливается опытным путем.

Целлюлоза высокого выхода (на 12—14% больше, чем при варке обычной целлюлозы) производится при сокращенном времени варки и более низкой конечной температуре, при этом лигнин и гемицеллюлозы растворяются варочным раствором в меньшей мере, чем при обычной варке. Расход древесины сокращается примерно на 20%. Таким образом, для

выработки 1 млн. тонн целлюлозы высокого выхода нужно почти на 2 млн. кубометров древесины меньше, чем для получения такого же количества обычной целлюлозы.



Выход полуцеллюлозы на 20—40% больше выхода обычной сульфатной целлюлозы, так как только около половины лигнина и одной трети гемицеллюлозы удаляются во время варки из древесины. Для производства полуцеллюлозы можно использовать и низкокачественную древесину. Количество

расходуемой древесины уменьшается при этом почти на 40%. Прочность полуцеллюлозы примерно равна прочности хвойной сульфитной целлюлозы, которую она успешно заменяет в производстве бумаги.

При сульфатном способе производства высококачественной целлюлозы, идущей на химическую переработку, древесину перед варкой подвергают гидролизу (пропарке сырья паром, водной варке, варке со слабым раствором сильной кислоты). Во время такой обработки из древесины удаляется большая часть гемицеллюлоз, чем и облегчается последующий процесс обычной сульфатной варки.

Из щелочных способов можно отметить и натронный способ, при котором варочный щелок содержит  $\text{NaOH}$ , а потери щелочи возмещаются добавкой соды. Выход и прочность изготавливаемой этим способом целлюлозы значительно ниже, чем сульфатной, но полуцеллюлозы из лиственных пород древесины, полученные холодно-натронным способом, обладают рядом ценных свойств.

Для получения полуцеллюлозы из лиственных пород и однолетних растений используют также среднюю соль сернистой кислоты ( $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ) в присутствии щелочи, называемой буфером (например,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{NaHCO}_3$ ,  $\text{NaOH}$ ). Этот способ варки носит название нейтрально-сульфитного. Щелочь при такой варке (в паровой фазе при 160 или 175°С с предварительной пропиткой при 100°С) растворяет преимущественно лигнин.

За последние годы внедряются и комбинированные способы производства целлюлозы. Так, при кислотно-щелочном способе древесную щепу обрабатывают в котле последовательно раствором бисульфита натрия в течение 5—6 часов при 150°С и после удаления образовавшегося щелока — 1—2 часа раствором карбоната натрия при 166°С.

Применяется также хлорно-щелочной способ. В этом случае солому или стружку (осина — тополь) последовательно обрабатывают щелочью и газообразным хлором. Для удаления продуктов превращения лигнина и других веществ, сопровождающих целлюлозу, массу вновь обрабатывают разбавленным раствором щелочи. Выход целлюлозы по этому способу достигает 38—45%.

Могут быть применены также азотно-щелочной способ и варка в присутствии гидротропных реагентов. По первому способу растительное сырье нагревают в течение часа с азотной кислотой концентрацией 2—4% и после промывки

горячей водой — щелочью примерно такой же концентрации. Выход целлюлозы 40—43%.

По второму способу варку ведут в присутствии концентрированных (40—50% -ных) водных растворов органических солей (натриевых солей салициловой кислоты, бензойной кислоты, толуолсульфокислоты или ксилолсульфокислоты), которые легко переводят лигнин в раствор. Чем выше температура и концентрация соли, тем больше лигнина переходит в раствор. При разбавлении полученного раствора водой большая часть растворенного лигнина выпадает в осадок.

Сравнительная характеристика различных видов технической целлюлозы приведена в табл. 3.

Таблица 3

**Характеристика различных видов технической целлюлозы**

Показатели	Целлюлоза для производства			
	бумаги	целлофана	искусственного шелка	кордной ткани
Содержание, %:				
всех углеводов . . . . .	97,4	99,5	99,8	99,9
в том числе:				
альфа-целлюлозы . . . . .	89,0	91,0	95,0	96,0
лигнина . . . . .	2,0	0,1	0,02	0,01
смолистых веществ . . . . .	0,4	0,3	0,1	0,06
зола . . . . .	0,2	0,1	0,08	0,03
Степень полимеризации . . . . .	950—1450	600—800	600—700	800—1400

Древесная масса — волокнистый полуфабрикат из древесины с максимально возможным выходом. Такая масса успешно используется в производстве газетной бумаги и картона различных марок. Обычную белую древесную массу получают механическим истиранием хорошо очищенных бревен длиной 125 сантиметров (баланса) в машинах, называемых дефибрерами, на вращающихся цилиндрических камнях с шероховатой поверхностью в присутствии воды. Для древесной массы характерны сравнительно низкая механическая прочность, непрозрачность и пухлость.

Химическую древесную массу получают или из баланса, пропитанного химикатами, истиранием на дефибрерах или из пропитанной щепы путем ее размола на рафинерах различного устройства. Выход массы составляет 85%. Прочность

ее в 2—3 раза выше прочности обычной белой древесной массы. Для получения тонны химической древесной массы необходимо израсходовать всего 2,5—3,0 кубометра древесины (почти всех пород), т. е. в 2 раза меньше, чем при производстве целлюлозы (табл. 4).

Таблица 4

**Расход сырья, энергии и воды на тонну продукции**

Статьи расхода	Древесная масса	Химическая древесная масса	Сульфитная целлюлоза	Полуцеллюлоза	Сульфатная целлюлоза
Баланс чистоокоренный, пл. м <sup>3</sup> . . . . .	2,45—2,8	2,5—3	4,5—6,1	2,25—3,6	3,7—5,5
Электроэнергия, квт·ч	1225—1385	650	450	255	255—285
Пар (7 ат), Мкал . . . . .		0,6	0,95—1,1	1,4	1,9—2,3
Вода свежая, м <sup>3</sup> . . . . .	10	20	150—180	65	120—160

На Сухонском комбинате довели расход древесины на каждую тонну целлюлозы до 5 кубометров, а количество химикатов — до 120 килограммов вместо прежних 520 килограммов. Анализ показывает, что если повысить выпуск целлюлозы с каждого кубометра котла хотя бы на 5—6 килограммов в смену, то это даст стране дополнительно более 100 тыс. тонн целлюлозы в год.

### Применение целлюлозы

Целлюлоза — это исходный материал для производства многих ценных продуктов: ваты, высококачественной бумаги, искусственных волокон, искусственного меха, фото- и кинопленок, пластмасс, лаков, искусственной кожи, целлофана, бездымного пороха и т. д. Одно это, далеко не полное перечисление, говорит о том, какое значение имеют эти материалы для удовлетворения запросов тяжелой и легкой промышленности, а также бытовых потребностей населения.

Широкое применение химических материалов в различных отраслях народного хозяйства и в быту дает огромный экономический эффект.

Важное место в экономике нашей страны занимает целлюлозно-бумажная промышленность. Ее продукция имеет исключительное значение для развития культуры населения.

## Производство бумаги и картона

Бумага представляет собой тонкий слой мельчайших растительных волокон, тесно переплетенных между собой. Производство бумаги из других видов сырья (кроме древесины) занимает около 5% в общем объеме бумажной промышленности. На тонну бумаги расходуется до 5 кубометров древесины. Известно, что тонна типографской бумаги № 1 стоит в 2,5—3 раза дороже, чем тонна тонколистовой стали. Для сравнения следует указать, что капиталовложений на тонну бумаги требуется в 2—2,5 раза больше, чем на тонну чугуна, а воды расходуется в 15 раз больше, чем для производства тонны стекла.

В нашей стране выпускается около 350 видов и марок бумаги и около 200 видов картона. Хотя за годы Советской власти производство бумаги возросло примерно в 15 раз, ее все еще недостаточно для удовлетворения растущих потребностей в нашей стране. Бумагу справедливо называют «хлебом культуры». Почти половина всей выпускаемой бумаги в стране идет на издание газет, журналов, книг, афиш, карт и т. п. Ведь разовый тираж газет и журналов (число названий газет и журналов уже в 1966 г. было более 11 000) превысил в 1967 г. численность нашего населения. В стране выходит около 40 газет и журналов тиражом более миллиона. Учащиеся всех возрастов получили в 1967 г. 4 млрд. тетрадей.

Англичане утверждают, что, чтобы сделать бумагу, нужно иметь: древесное волокно, пар и двадцать лет производственных традиций, так как опыт и мастерство обслуживающего персонала играют большую роль в получении высококачественной бумаги.

Производство бумаги осуществляется непрерывным методом и состоит из следующих процессов: 1) приготовления бумажной массы; 2) отлива — образования бумажного полотна; 3) сушки бумажного полотна; 4) отделки с получением листов и рулонов и 5) упаковки.

Чтобы получить в бумаге равномерное сплетение волокон, все полуфабрикаты (целлюлозу, древесную массу, отходы и пр.) предварительно размалывают в специальных аппаратах — роллах или мельницах в водной среде. Во время размолы или затем в мешальных бассейнах в бумажную массу вводят все необходимые добавки: проклеивающие (для уменьшения впитываемости), наполнители (для улучшения светонепроницаемости, гладкости, блеска и т. п.), красители и другие

вещества, которые придают бумаге, в зависимости от ее целевого назначения, те или иные свойства. Проклейку и окраску бумаги на некоторых фабриках производят непосредственно на бумагоделательной машине. На новых бумагоделательных машинах длиной 120 метров и более регулирование композиции бумажной массы полностью автоматизировано; очистка массы осуществляется высокопроизводительными аппаратами.

Далее бумажная масса (концентрацией 0,3—1%) поступает на бумагоделательную машину, где ровным потоком выливается на бесконечную движущуюся металлическую сетку. Здесь масса обезвоживается и из нее формируется бумажное полотно. Окончательное обезвоживание и уплотнение бумажного листа происходит во второй (прессовой) и третьей (сушильной) частях машины. Бумага выпускается с огромной скоростью: 750 метров в минуту и более (схема производства бумаги до стадии ее сушки показана на рис. 26. На рис. 27 показаны схемы сушильной части и каландров бумагоделательной машины и бумагорезательного станка).

Бумага и картон по основному назначению разделяются на классы. Бумага (сюда относится вся продукция весом 1 квадратного метра до 250 граммов) выпускается для печати (газетная, типографская, документная, обойная, афишная и пр.), писчая, чертежно-рисовальная, электроизоляционная (конденсаторная, кабельная, телефонная и др.), напирсная, переводная для аппаратов, светочувствительная (основа), оберточная и различного промышленно-технического назначения.

Создана и такая мягкая бумага, которая при переворачивании не создает шума, что очень важно для теле- и радиостудий. Вырабатывается бумага для передачи изображений на расстоянии и фиксации электрических импульсов, для хроматографического и электрофоретического анализов, антикоррозийная бумага и многие другие. Стоимость консервации изделий антикоррозийной бумагой в 5 раз меньше стоимости жировой смазки, а производительность труда при консервации и расконсервации изделий такой бумагой возрастает примерно в 10 раз.

Из бумаги получают: пряжу, из которой изготавливают бечевки, шпагат, грубые ткани для мешков, кружевные и цветные занавески, скатерти; салфетки; изоляцию для кабелей; гигиеническую, легкую и удобную посуду; палатки и спальные мешки, достаточно прочные, чтобы прослужить один сезон. Нити получают, разрезая готовое бумажное полотно вдоль (необходимо последующее кручение) или отливая пить из жидкой

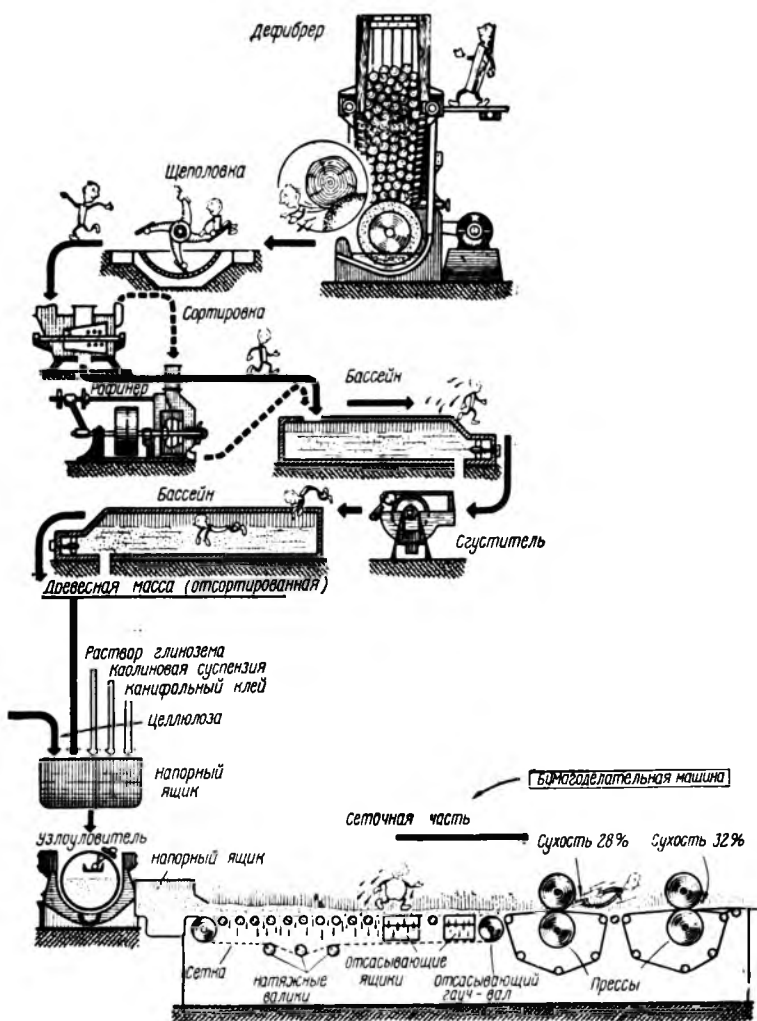


Рис. 26. Схема производства бумаги



целлюлозной массы. В этом случае нить без кручения идет на ткацкий станок.

Разработан простой способ производства труб из оберточной бумаги (или ее отходов) и битума, используемых для орошения и водоснабжения в колхозах и совхозах. Такие трубы с успехом заменяют асбоцементные, металлические и керамические трубы (рис. 28). Бумажные трубы можно применять в качестве каналов вытяжной вентиляции, для укладки кабеля и скрытой электропроводки. Метр бумажных труб в 3 раза дешевле и в 7 раз легче одного метра асбоцементных.

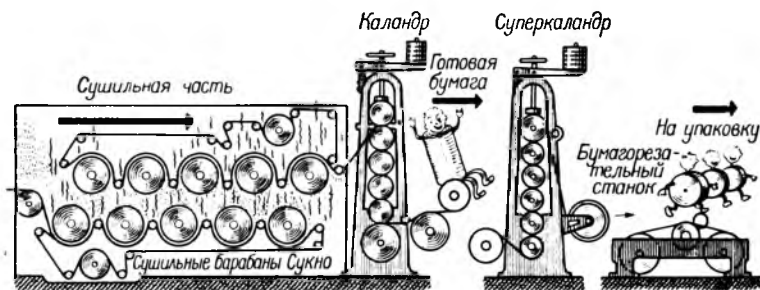


Рис. 27. Сушильная часть и каландры бумагоделательной машины

Завод слоистых пластиков в Ленинграде выпускает бумажно-бакелитовые трубы и цилиндры (пропитка фенолформальдегидной смолой с последующим воздействием высокой температуры и давления), являющиеся высоковольтным электроизоляционным материалом; применяются они также и как конструкционный материал: шпулы для прядения, трубки для пылесосов, муфты для кассовых аппаратов и т. п.

Полупроводниковая бумага дает возможность моментально получить четкий рентгеновский снимок. Создана бумага, которая позволяет заснятый на нее чертеж переснять на синьку в любом количестве.

Огромное значение имеет производство фотополупроводниковой бумаги, применяемой для размножения фотокопий, чертежей и других документов электрографическим методом. Быстрое размножение разнообразной технической документации ускоряет выполнение различных проектно-конструкторских работ, что способствует техническому прогрессу в нашей стране.

Выпущена многослойная бумага, в которой от давления литеры пишущей машинки возникает химическая реакция, сопровождающаяся окрашиванием соответствующей буквы.

Электропроводящая бумага с различным электрическим сопротивлением с успехом может быть использована в качестве электронагревателя в разнообразном оборудовании (прессах, шкафах и т. п.), в инкубаторах, в телефонной связи, в кабельной промышленности вместо металлизированной бумаги и в электротехнике.

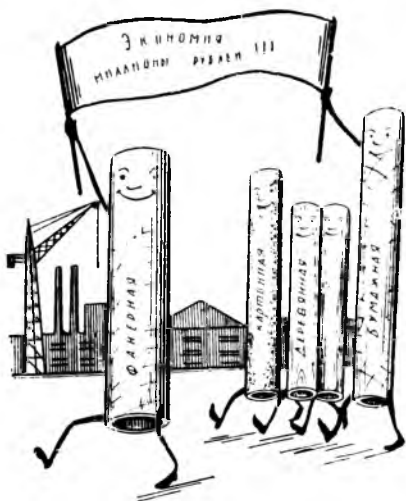


Рис. 28. Применение бумажных и фанерных труб дает большую экономию

Диаграммные бумаги требуются в различных отраслях народного хозяйства и везде, где применяются самопишущие приборы: на электростанциях, в котельных, на заводах, в научно-исследовательских институтах, в поликлиниках и т. д.

Широкую известность получили текстурные и кроющие бумаги, на которые печатным способом имитируется текстура ценных пород древесины (карельской березы, красного и сандалового дерева) и минералов (малахита, мрамора и др.).

Все больше используются в бумажной промышленности синтетические волокна, которые не только улучшают качество бумаги, но из них (например, из волокон на основе поливинилового спирта) могут быть получены нетканые материалы методами бумажного производства, что позволит очень сильно поднять производительность оборудования и снизить их стоимость. На Григишкском комбинате в Литве выпустили бумагу, покрытую водонепроницаемой пленкой и заменяющую стекло.

Большое количество разнообразных бытовых изделий может выпускать современная бумажная промышленность и в том числе специальные виды впитывающей бумаги для бытовых и санитарно-гигиенических целей: бумажные салфетки, дорожное белье, рубашки и платья, выбрасываемые после первой носки, полотенца, пеленки, детские нагрудники, купальные

костюмы, скатерти, ковры, гардины, бумажную посуду, заменители ваты и бинтов и многое другое. Бумаге легко придать любой цвет, вид (под шерсть, хлопок), непромокаемость, огнестойкость. А так как бумага быстро кронеся и хорошо склеивается, то изготовить из нее белье, платья, халаты, спецодежду, комбинезоны и плащи очень легко.

Всем известны бутылки для молока и стаканы из парафинированной бумаги, отличающиеся достаточной жесткостью и имеющие привлекательный внешний вид: с одной стороны она пропитана парафином, а с другой — к ней приклеена тонкая пленка полиэтилена. Разливка и укупорка молока осуществляются автоматически. Пакеты «свариваются» расплавлением полиэтилена.

Специальная бумага позволяет сохранить хлеб свежим в течение нескольких месяцев.

Обойные фабрики выпускают моющиеся обои, покрытые пленкой из поливинилацетатной или другой эмульсии (на квадратный метр обоев надо 7—12 граммов эмульсии). Такие обои можно протирать мокрой тряпкой и даже 2—3 раза теплой водой, не боясь повреждения рисунка или появления пятен. И служат они в 2—3 раза дольше обычных. Вырабатываются и греющие обои, состоящие из трех слоев: верхний и нижний являются изоляцией, а средний слой проводит электричество и при этом нагревается, являясь источником тепла. Можно в бумажную массу для обоев вводить такие химические соединения, которые являются ядами, убивающими насекомых.

Если на специально обработанную бумагу нанести измельченные отходы хлопковых тканей, шерсти или шелка, то можно получить заменители бархата и замши, предназначенные для отделки футляров, коробок при упаковке парфюмерных и других товаров.

Длинноволокнистую бумагу получают из вискозного и капронового штапеля, хлопка и отходов текстильной промышленности, используя в качестве связующего синтетические латексы. Такая бумага обладает высокой механической прочностью, воздухопроницаемостью и несминаемостью. Длинноволокнистой бумагой заменяют бортовую ткань и прокладочные материалы в швейном производстве и применяют как основу для искусственного бархата и других разнообразных декоративных материалов.

Бумага, покрытая полимерными веществами, с успехом заменяет тканевый ледерин для переплета книг. В зарубежной

печати сообщалось о разработке процесса производства растягивающейся бумаги, обладающей повышенной прочностью и эластичностью (до 13%).

Найдены пути и разработана технология введения стеклянного и других химических волокон, каучука и синтетических смол в состав бумажной массы. Бумага, содержащая синтетические волокна, отличается хорошей механической прочностью в сухом и влажном состоянии, постоянством размеров, стойкостью к высокой температуре и химическим воздействиям, пониженным содержанием влаги,

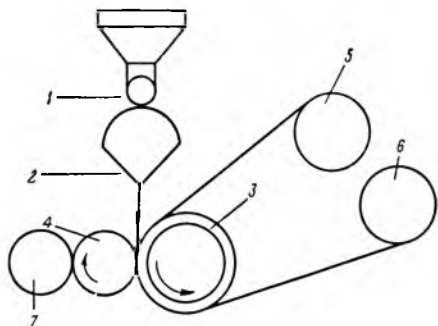


Рис. 29. Схема нанесения полиэтиленовой пленки на бумажную основу

минимальной деформацией, долговечностью и отличными диэлектрическими свойствами. Масса, в которую добавлена меламиновая смола, дает прочную и водостойкую бумагу, которая служит для изготовления обоев, чемоданов, шляп, холста и применяется в качестве термозоляции. Такую бумагу можно чистить, мыть и даже кипятить. Японские ученые разработали специальную бумагу, поглощающую радио-

активные вещества. Ее можно использовать и для фильтрования дождевой воды, загрязненной радиоактивными частицами.

Все шире применяются латексы (например, наирит, сополимер бутадиена и стирола) и смолы (полихлорвинил, полиэтилен и др.). Латексы, введенные в состав бумаги, улучшают ее сопротивление разрыву, продавливанию, удлинению и истиранию, и повышают эластичность. Такие бумаги могут быть использованы для изготовления сосудов для жидкости, картона для обуви, прокладок, фильтровальной и абразивной бумаги и т. п.

Большое значение приобретает покрытие бумаги синтетическими смолами: мочевино-формальдегидными, феноло-формальдегидными, полиэтиленом и др. Так, полиэтиленовые пленки, нанесенные на бумажную основу, придают ей химическую стойкость, газо-, влаго- и жиронепроницаемость и значительно повышают сопротивление раздиранью и излому. Такая бумага способна при повышенных температурах склеиваться. Закрепление пленки на бумаге осуществляется следующим образом (рис. 29): расплавленный полиэтилен из шприц-аппарата 1

через мундштук 2 подают между ведущим охлаждаемым цилиндром 3 и валом 4, покрытым силиконовой резиной, на которой выгравирован рисунок для его тиснения на пленку. Бумажная основа сходит с рулона 5, покрывается слоем полиэтиленовой пленки, огибает цилиндр 3 и наматывается на рулон 6. Во избежание перегрева вал 4 соприкасается с валом 7, охлаждаемым водой. В зависимости от требований толщина наносимой пленки колеблется в пределах от 8 микрон для водостойких бумаг до 80 микрон для бумаг, предназначенных для противокоррозийной упаковки различных металлических изделий. Слоистая бумага (разделенная фольгой и тонкими пленками полимеров) применяется для изготовления электроконденсаторов и электробатареек.

Синтетические материалы в бумажную массу вводятся в виде дисперсий, растворов и расплавов (от низковязких до высоковязких).

На Украине изготовлена катионообменная бумага, которая найдет применение в химической и химико-фармацевтической промышленности.

Вырабатывается специальная всходозащитная бумага шириной 15 см с отверстиями, через которые прорастают семена и поступает необходимое количество тепла, света и влаги растениям. Сорняки, придавленные бумажной лентой, прекращают свой рост. Применение такой бумаги снижает затраты труда на прополку, способствует повышению урожайности.

Повышение урожайности во многом зависит от увеличения производства минеральных удобрений, их сохранения и правильного применения. Ежегодно во время транспортировки удобрений от завода до поля или цемента до строительства из-за плохой тары теряются безвозвратно миллионы тонн удобрений, цемента, ядохимикатов и других важных химических соединений. Мешки с ядохимикатами быстро выходят из строя. Ежегодные потери удобрений достигают 15%. Следовательно, как бы из каждых семи действующих заводов один работает впустую. А при бережливом и правильном использовании этих удобрений и цемента страна получила бы дополнительно миллионы пудов зерна и десятки тысяч благоустроенных квартир.

Многослойные бумажные мешки, картонные ящики и барабаны являются наиболее экономичными и рациональными видами тары. Обладая малым весом и большой герметичностью, они в 2—3 раза дешевле дощатых. При перевозках, перегрузках и хранении сыпучих материалов (цемента,

известии, гипса, алебастра, многих удобрений и пр.), которые до сих пор часто отгружаются навалом, количественные потери доходят до 20%. Между тем при упаковке этих материалов в многослойные бумажные мешки, пропитанные битумом или покрытые изнутри полиэтиленом, потери снижаются до 1%.

Хорошо себя зарекомендовали обрезиненные бумажные мешки. Для обрезинения используются переработанные соответствующим образом изношенные автомобильные шины. Такие мешки могут быть изготовлены на обычном оборудовании, и они обладают хорошей химической стойкостью, газо- и водонепроницаемостью. Увеличение выпуска бумажных мешков и улучшение их качества, особенно прочности (в 1,5—2 раза), поможет сберечь от потерь миллионы тонн весьма ценных для народного хозяйства материалов и продуктов. Сеgezский целлюлозно-бумажный комбинат будет вырабатывать ежегодно 280 млн. мешков с полиэтиленовым покрытием.

Применение крепированной водостойкой бумаги для упаковки хлопчатобумажных тканей ежегодно дает экономии до 3 млн. рублей. Бумага заменяет более 25 млн. метров так называемого сорочечного и упаковочного полотна, которое можно использовать для выработки миткаля и других материалов.

Картон подразделяют на следующие классы: коробочный, конструкционный, переплетный, строительный, электроизоляционный и обувной. На Братском, Архангельском, Красноярском и Комсомольском комбинатах устанавливаются уникальные машины, каждая из которых будет выпускать в сутки более 800 тонн высококачественного картона, или 280 тыс. тонн в год.

Особое значение имеет картонная тара, которая должна заменить более дорогие деревянные ящики, бочки, стеклянные бутылки, банки и другую посуду. Ежегодно на производство деревянной тары в нашей стране расходуется 32—35 млн. кубометров деловой древесины, что в несколько раз более того количества, которое используется для выпуска мебели или строительства железнодорожных вагонов, судов и сельскохозяйственных машин. На тару идет 11—13% общего объема заготовок деловой древесины в стране. Для получения такого количества древесины нужно ежегодно вырубить полосу леса шириной 2,5 километра и длиной от Ленинграда до Москвы. Каждая тонна картона заменяет 14 кубометров полноценной древесины. Выпуск 2,5 млн. тонн тарного картона в 1970 г. и переработка его на картонные ящики вместо деревянных той же вместимости (по 50 килограммов) дает возможность сэконо-

мить в 1970 г. примерно 33 млн. кубометров деловой древесины и одновременно высвободить около 240 000 рабочих по сравнению с тем количеством, которое занято на заготовке древесины, лесопилении и производстве деревянной тары. А так как деревянный ящик почти в 5 раз дороже картонного (67 коп. вместо 14 коп.), то изготовление картонной тары даст огромную экономию средств и древесины, равную почти 2,0 млрд. рублей.

Бумага и картон широко применяются для производства гофрированного картона, переплетов книг, в автоэлектротехнике как электротермозвукоизоляционный и водонепроницаемый материал, для диэлектриков, в качестве конденсаторов, для изоляции силовых кабелей, в качестве прокладок между деталями в оборудовании, для обивки и изготовления задних стенок радиоприемников и других аппаратов. В строительном деле они используются для производства сухой штукатурки, обивки стен, изготовления обоев разного типа, кровельных материалов (толя, пергамин и рубероида), внутренних перегородок, прокладок, подстилок и пр. Бумага и картон, усиленные пластмассами,— очень прочный материал. Выпускаются и домики и дачи из прессованной или пропитанной бумаги. Спрессованная бумажная макулатура, покрытая тонким слоем алюминиевого порошка, оказалась хорошим кровельным материалом.

Успешно применяются различные фильтровальные картоны: для фильтрации дизельного топлива, для очистки воздуха от вредных примесей, для высококачественной очистки шампанских и других вин и пива и пр.

Из белой древесной массы, кислотостойкого антофиллит-асбеста и фенолформальдегидной смолы (5—7% от веса волокна) изготавливается сепараторный картон, который идет для выпуска сепараторов для кислотных автомобильных и тепловозных аккумуляторов.

Из химически обработанной сульфитной целлюлозы с добавкой небеленой сульфатной целлюлозы (5—10%) и меламиновой смолы (2—4% от веса волокна) вырабатывается картон для пластмассовых стереотипов (с матрицы) взамен металлических стереотипов, получаемых с обычного матричного картона. Применение пластмассовых стереотипов в опытном порядке не только улучшает качество печати и цветных репродукций, но и обеспечивает экономию свинца, цинка и других цветных металлов. Кроме того, резко улучшаются условия труда, так как исключается применение столь вредного для здоровья свинца.

Обрабатывая концентрированным раствором хлористого цинка специальную сильнопористую бумагу (типа фильтровальной), получают волокнистый материал — фибру. В зависимости от использования выпускают несколько марок листовой фибры и фибровые трубки. Фибра имеет высокие электроизоляционные свойства и при вибрациях не изменяет свои свойства. Фибра хорошо поддается различным видам механической обработки: пиленю, сверлению, обтачиванию, шлифованию, полировке. При толщине до 6 миллиметров легко штампуются, вытягивается и формируется под давлением. Следует отметить, что по сравнению с текстолитом марки ПТ, волокнитом, целлулоидом, винипластом, органическим стеклом фибра имеет более высокие пределы прочности и процент удлинения при разрыве. Фибра широко применяется во многих отраслях промышленности. Она используется в качестве прокладок, шайб, дисков, изоляционного материала в электромашиностроении, для изготовления различной тары, бензиновых фибровых баков, чемоданов, коробок, защитных касок для горняков, предохранительных щитков для электро- и газосварщиков, козырьков к фуражкам, а также деталей, соприкасающихся с кислородом.

При пропитке картона битумом получается водонепроницаемый, кислотоупорный и нетеплопроводный материал — рубероид, широко употребляемый как кровельный материал.

Большое количество картона идет для выпуска заменителей кожи (стельки, полустельки, задники и др.).

В 1970 г. выпуск целлюлозы по сравнению с выработкой в 1965 г. возрастет в 2,3 раза, бумаги в 1,5 раза и картона — в 2,9 раза.

## **Эфиры целлюлозы и их применение**

Важным видом химической переработки целлюлозы является получение простых и сложных эфиров, что возможно благодаря наличию в элементарном звене макромолекулы целлюлозы гидроксильных групп (в каждом глюкозном остатке содержатся три гидроксильные группы). Благодаря ценным свойствам эфиры целлюлозы (табл. 5) применяются для производства волокон, пленок, пластмасс, лаков, клеев, бездымного пороха и некоторых других продуктов. Сама целлюлоза, не обладая пластичностью, не может быть связующим в производстве пластических масс, тогда как эфирам целлюлозы в определенных условиях свойственна пластичность. При взаимо-





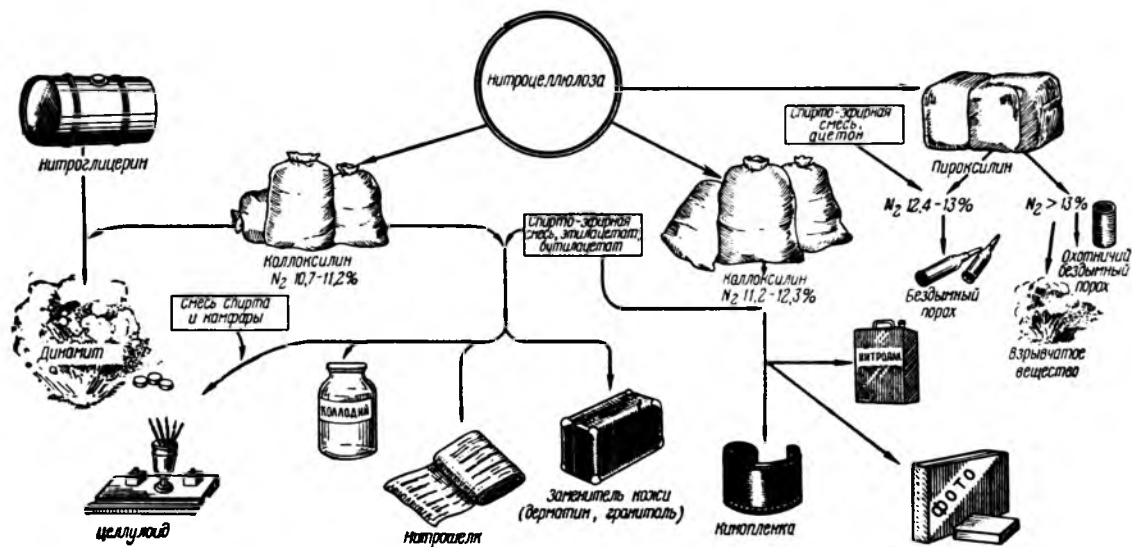


Рис. 30. Использование азотнокислых эфиров целлюлозы

При действии на целлюлозу смеси азотной и серной кислот образуются азотнокислые эфиры целлюлозы (табл. 6). Свойства и применение этих эфиров находится в прямой зависимости от содержания азота (рис. 30), которое в свою очередь зависит от состава нитрующей смеси и условий нитрования (продолжительности и температуры).

Т а б л и ц а 6

Основные виды нитроцеллюлозы и их применение

Содержание азота, %	Типичный растворитель	Основное применение
10,7—11,2	Спиртовый раствор камфары (2 ч. спирта на 1 ч. камфары)	Целлулоид, фото- и кино- пленка, нитрошелк
11,2—12,3	Этилацетат, бутилацетат, спирто-эфирная смесь	Нитролаки, кинопленка
12,4—13,0	Спирто-эфирная смесь, ацетон	Бездымный порох

Без дешевой, прочной и негорючей пленки было бы невозможно широкое развитие фотографии, кино- и рентгенографии. Технология производства пленок сравнительно не сложна. Раствор азотнокислого эфира целлюлозы смешивают с химическими соединениями (пластификаторами), обеспечивающими эластичность будущей пленки. Полученную смесь фильтруют, удаляют из нее воздух и затем на отливочных машинах барабанного или ленточного типа из нее формируют пленку. Но такая пленка горюча и сейчас она вытесняется негорючей пленкой, производство которой основано на уксуснокислых эфирах целлюлозы.

Широко известна и целлофановая пленка (рис. 31). Она получается из вискозы, которая продавливается через фильеру в виде щели (обычно 0,3 мм). Пленка хорошо отмывается и обрабатывается для удаления остатков серы и в случае применения ее для упаковки пищевых продуктов подвергается отбелке. Чтобы пленка была эластичной, готовый целлофан перед окончательной сушкой обрабатывают водным раствором глицерина.

Целлофан толщиной 25—60 микрон выпускают в виде рулона. Он используется для изготовления мембран, гибких шлангов (для керосина и бензина) и для изоляции электрокабеля.

Целлофан устойчив к действию света, жиров, масел и некоторых ароматических веществ. Его можно склеить желатиновым или декстриновым клеем.

Целлофан является наиболее распространенным упаковочным материалом. Для уменьшения водопоглощения и влагопаропроницаемости поверхность целлофана обычно покрывают лаками. Нашли применение комбинированные пленки из целлофана с полиэтиленом.

Пленки из ацетилцеллюлозы свето- и теплоустойчивы, малогигроскопичны и обладают высокой стойкостью к маслам и жирам. Благодаря своей высокой прочности они получили широкое распространение. Ацетилцеллюлозная пленка легко комбинируется с бумагой, фольгой и другими полимерными пленками и легко сваривается при температуре 190—195° С.

Для производства пленок используются также этилцеллюлоза и ацетобутиратцеллюлоза, которые обладают рядом преимуществ.

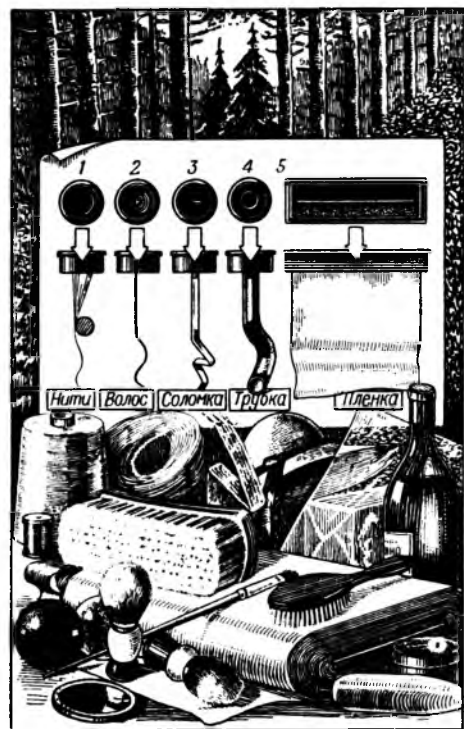


Рис. 31. Шелк, искусственный волос, соломка, трубка и целлофановая пленка, полученные из вискозы

азота (коллоксиллин), в смеси этилового спирта и эфира называется коллодием. Это — бесцветная, сиропообразная жидкость, используется в медицине для закрепления повязок.

Растворением коллоксиллина в смеси спирта с камфарой и последующим удалением спирта получают эластичную рого-

Четырехпроцентный раствор азотнокислого эфира целлюлозы, содержащего 10,7—11,2%

видную массу — целлулоид. Это — первая пластическая масса, полученная человеком. Впервые создал ее в 1869 г. американский наборщик Джон Веслей Хайат. За несколько лет до этого была объявлена премия в 10 000 долларов тому, кто найдет какой-либо заменитель слоновой кости для изготовления бильярдных шаров. Желая получить эту премию, Хайат первое время смешивал коллодий с измельченной слоновой костью, оставшейся после выделки шаров. Но такие шары оказались непригодны. Один владелец трактира в Колорадо писал, что, когда один из бильярдных игроков случайно дотронулся до шара зажженной сигарой, произошел такой взрыв, что все присутствующие схватились за свои револьверы.

Испробовав большое количество смесей, Хайат решил проверить смесь коллоксилина и камфары, которая при нагревании становилась пластичной, легко поддавалась прессованию. Этим свойством пользуются и в настоящее время



Рис. 32. Первая «встреча с целлулоидом»

для штампования и выдувания различных сложных по форме изделий из целлулоида. При охлаждении он становится снова твердым и сохраняет приданную ему форму. Такие пластмассы называют термопластичными.

Целлулоид легко окрашивается в различные цвета, что позволяет имитировать его под мрамор и перламутр, рога и слоновую кость. Он хорошо механически обрабатывается, и изделия из целлулоида легки и красивы. В зависимости от назначения целлулоид выпускается: прозрачный, белый, технический, художественный (галантерейный) и авиационный. Из целлулоида изготавливают гигиеничные и красивые детские игрушки (рис. 32), расчески, футляры, коробки, очки и другие галантерейные изделия, чертежные принадлежности, клавиши аккордеонов и роялей, логарифмические линейки, светофильтры, планшеты, козырьки для машин и многое другое. Целлулоид используется для получения безосколочного стекла триплекс (два

обычных стекла, склеенных листом целлулоида), но следует учитывать, что целлулоид не светостоек и при длительном действии света он желтеет и становится менее прозрачным. Другим его существенным недостатком является его огнеопасность, так как он легко воспламеняется. Поэтому для изготовления стекол триплекс стали применять пластмассу на основе уксуснокислого эфира целлюлозы (ацетилцеллюлозы) и пленки поливинилбутираля (бутафоль). Указанные пластики используются для остекления различных приборов.

Уксуснокислый эфир целлюлозы получается при действии на целлюлозу уксусным ангидридом в присутствии хлорной или серной кислоты (катализатор) и в среде бензола. Из этих эфиров изготавливают волокна, изоляционную и кинопленки, лаки и пластмассы (целлон). Целлон по сравнению с целлулоидом более стоек к действию тепла и света.

Ацетобутиратцеллюлоза получается при взаимодействии целлюлозы с уксусным ангидридом и масляной кислотой. Этот материал более тепло- и влагостоек и обладает лучшими диэлектрическими свойствами, чем ацетилцеллюлоза. Он применяется в производстве пластмасс и лаков.

При воздействии на целлюлозу хлористым этилом образуется этилцеллюлоза, являющаяся основой пленок и пластмасс, обладающих прочностью, гибкостью и морозостойкостью. Этилцеллюлоза сохраняет пластичность даже при температуре  $-40^{\circ}\text{C}$ . Кроме того, она более влагостойка и имеет более высокие диэлектрические свойства, чем пластмасса на основе сложных эфиров целлюлозы.

При добавлении к эфирам целлюлозы пластификаторов, наполнителей, красителей получают термопластичные материалы, называемые этролами, обладающие хорошими физико-механическими и диэлектрическими свойствами. Этилцеллюлозный этрол морозостоек. Из этролов изготавливают штурвалы и различные другие детали управления автомобилей и самолетов (ручки, панели, щитки приборов и т. д.) и детали холодильников.

Композиция этилцеллюлозы со смолами, пластификаторами, стабилизаторами и разбавителями выпускается в виде кусков коричневого цвета под названием этилцеллюлозная защитная оболочка (масса ЭЗО). Эта масса служит для защиты от коррозии и механических повреждений различных деталей из черных металлов при их хранении и транспортировке. Покрытие пленкой осуществляется просто — детали окунают в массу, расплавленную при  $169-190^{\circ}\text{C}$ .

На основе азотнокислого эфира целлюлозы и древесного порошка с добавлением органических растворителей и ряда других соединений в Чехословакии создана пластическая масса «Умакит-Ц», похожая по своему внешнему виду на замазку. Она используется в мебельной промышленности, в строительстве для устранения обнаруженных дефектов. Поверхности, покрытые этой замазкой, легко склеиваются многими синтетическими клеями.

Народное хозяйство получает большой эффект от применения различных марок синтетических клеев. Давно уже применяется в практике раствор азотнокислого эфира целлюлозы в спирте и других органических растворителях, известный под названием нитроклей. Его давно используют, например, для проклеивания подошв. Из достоинств нитроклея можно отметить надежность склеивания, устойчивость к колебаниям температуры, медленное старение и дешевизну. Процесс склеивания им сводится к испарению растворителя и получению твердой пленки, прочно удерживающейся на склеенных поверхностях.

По сравнению с нитроклеем менее огнеопасен клей, изготовленный на основе ацетилцеллюлозы, который применяется как в жидком состоянии, так и в виде пленок.

Нитро- и ацетилцеллюлозные лаки сохнут быстрее, чем масляные лаки, они образуют красивую, хорошо полирующуюся, эластичную пленку, которая сопротивляется не только атмосферному воздействию и воды, но и бензина, слабых кислот и щелочей. Такие лаки употребляются для покрытия изделий из камня, стекла, пластмасс, картона, дерева и металла. Пленка лака улучшает внешний вид изделий и надежно предохраняет металл от коррозии. Неогнеопасные, прозрачные ацетилцеллюлозные лаки широко применяются в электротехнической промышленности и для сохранения антикварных вещей.

Следует еще сказать о производстве водорастворимого эфира целлюлозы — карбоксиметилцеллюлозы (КМЦ). Оно осуществляется следующим образом (рис. 33). Щелочная целлюлоза (алкалицеллюлоза), полученная при действии едкого натра на целлюлозу, взаимодействует с кристаллической монохлоруксусной кислотой или ее натриевой солью в реакторе 1 при возможно малом содержании воды. Полученную в результате реакции массу через бункер 2 направляют в сушилку 3, а затем в бункер 4 и измельчитель 5.

Свойства КМЦ зависят от режима процесса. Изменяя режим, можно получать продукты, отвечающие различным запросам. КМЦ — полноценный заменитель крахмала и продовольственной муки в текстильной (для шлихтования<sup>1</sup> и в качестве загустителя красок при набивном крашении), спичечной и бумажной промышленности (для оклеивания коробок и нанесения грунта на бумагу). Большое применение приобрела КМЦ при реставрации книг. Ранее использовавшиеся для этой цели клеи

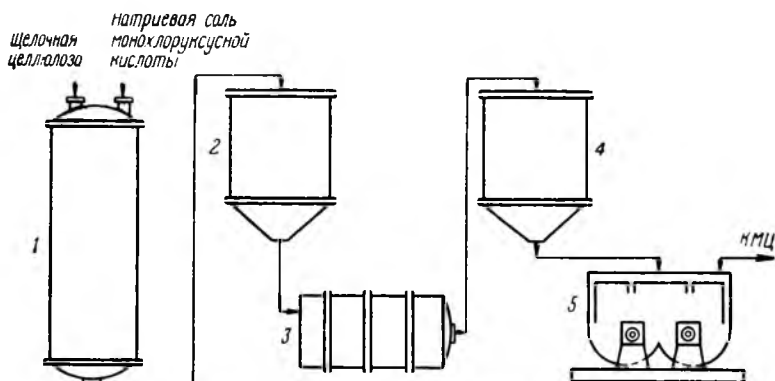


Рис. 33. Схема производства карбоксиметилцеллюлозы:

1 — реактор; 2, 4 — бункеры; 3 — сушилка; 5 — измельчитель

растительного или животного происхождения легко загнивали и плесневели. КМЦ не имеет этих недостатков и ветхим листам книги она придает должную прозрачность. В мыловаренной промышленности КМЦ применяется в качестве присадок для повышения моющего действия синтетических моющих препаратов.

Химически чистые препараты КМЦ могут найти применение в пищевой промышленности для замены таких дефицитных веществ, как альгинат натрия, агар-агар и желатин. КМЦ используется в лакокрасочной промышленности для изготовления новых полировочных жидкостей, в парфюмерной — для получения косметических продуктов, как заменитель глицерина в зубной

<sup>1</sup> Шлихтование — пропитывание шерстяной, хлопчатобумажной, реже льняной пряжи клеящими веществами (применяется преимущественно крахмал в смеси с мылом, жирами, глицерином) для придания ей гладкости, большей прочности и стойкости на ткацком станке.



пасте, а также для изготовления различных медицинских препаратов.

Как отличный стабилизатор и клеящий материал КМЦ может заменить некоторые дефицитные и дорогостоящие коллоидные вещества растительного происхождения. Таким образом, внедрение карбоксиметилцеллюлозы в различные отрасли промышленности, по примерным подсчетам, сохранит для народного хозяйства нашей страны почти 100 000 тонн ценных пищевых продуктов.

При смешении коллоксилина с нитроглицерином образуется гремучий студень — взрывчатое вещество, применяемое при подрывных работах в шахтах, рудниках, для корчевки пней, устройства туннелей, насыпей, углубления дна рек и т. п.

Азотнокислые эфиры целлюлозы, содержащие 12,4—13% азота, известные под названием пироксилин, представляют собой мощное взрывчатое вещество. До его открытия А. А. Фадеевым и Шенбейном в 1845—1846 гг. в качестве единственного универсального взрывчатого вещества (для метания пули, снаряда и его взрыва) использовался дымный порох (смесь серы, калиевой селитры и угля). Энергия взрыва пироксилина в 3—4 раза больше, чем дымного пороха, и к тому же он сгорает без дыма.

Идея обратить пироксилин в метательное взрывчатое вещество, обеспечивающее нужную скорость полета снаряда, была настолько заманчива, что многие ученые занялись ею. И только после упорной почти 50-летней исследовательской работы был найден способ превращения пироксилина в однородный, не дающий ни дыма, ни твердого остатка, так называемый бездымный порох. Способ заключается в растворении и последующей пластификации пироксилина в летучих растворителях, удаляемых затем из пороха в процессе производства.

Предложенные в 1885—1886 гг. Вьелем во Франции и оберфейерверкером Г. Г. Сухачевым в России бездымные пороха отличались только своим растворителем. Вьель в качестве растворителя предложил смесь этилового спирта с эфиром, Сухачев — смесь спирта с камфарой или уксусноэтиловый эфир.

Изобретение Г. Г. Сухачева, имеющего «нижний чин», было отвергнуто руководством русского Военного министерства. И только спустя 3 года капитан З. В. Калачев разработал отечественный образец пироксилинового пороха, состоящего из смеси высоконитрованных и низконитрованных эфиров целлюлозы. Порох, созданный З. В. Калачевым, после некоторой

доработки безотказно служил русскому солдату в 1904 г., в первую мировую войну, во время гражданской войны и после дальнейшего усовершенствования заслужил боевую славу и в Великой Отечественной войне.

Особо выдающуюся роль в развитии мировой науки и технологии пороходелия сыграл Д. И. Менделеев. Он создал в 1891 г. при Морском министерстве первую в России научно-техническую лабораторию и в результате напряженной научно-исследовательской работы в течение 1890—1892 гг. разработал технологию получения нового вида азотнокислых эфиров целлюлозы, названного им пирокolloднем, который полностью растворялся в смеси спирта и эфира, а также пороха на его основе, коренным образом отличающегося от всех прежних образцов. Д. И. Менделеев внес целый ряд конструктивных и технологических изменений в процесс порохового производства.

Заключая свою докладную записку на имя управляющего Морским министерством, Д. И. Менделеев в июне 1893 г. писал<sup>1</sup>:

«Суровые законы жизни всегда будут требовать, чтобы могущество стран обеспечивалось самостоятельностью их военной обороны, а пирокolloдийный порох, составляя чисто русское нововведение, покажет всему миру, что Россия, достигнув со времен Петра Великого явно военного могущества, основанного на стойкости ее сынов, достигла к концу XIX века... полной самостоятельности в деле современной научной разработки практических предметов... ибо всюду «выдумать порох» считается делом важным, трудным и исключительным... всякий выстрел пирокolloдийным порохом будет затем говорить, что русская наука доросла до самостоятельности на благо Родине и для укрепления мира».

Хорошо и отчетливо представляя, что «снабжение русской армии бездымным порохом есть одно из крупнейших в мире химических предприятий», обеспечивающее в ближайшие несколько лет «громадное развитие русской химической промышленности», Д. И. Менделеев писал<sup>2</sup>: «Убежден, что только идя вместе с русской наукою и с развитием отечественной промышленности, можно достичь наилучшего и наиболее дешевого русского бездымного пороха».

---

<sup>1</sup> Д. И. Менделеев. Соч., т. IX. Изд. АН СССР, 1949, стр. 203—204.

<sup>2</sup> Д. И. Менделеев. Соч., т. IX. Изд. АН СССР, 1949, стр. 114, 76 и 58.

**Процесс** приготовления пороховой массы заключается в том, что пироксилин и стабилизатор смешивают со спирто-эфирным растворителем в мешателях. В результате перемешивания получается тестообразная масса. Этот процесс, при котором пироксилин превращается в пороховую массу, называется пластификацией. На этой стадии технологического процесса она заключается в набухании пироксилина в спирто-эфирном растворителе. Окончательная пластификация происходит при прессовании и провяливании пороха.

Для придания пороху определенной формы пороховую массу продавливают в прессах (механических или гидравлических) через формы с отверстиями (матрицы), из которых пороха выходят в виде лент, пластинок, трубок с одним или несколькими каналами и другой формы.

### **Отходы целлюлозного производства и их применение**

Для повышения экономической эффективности целлюлозно-бумажного производства большое значение имеет использование образующихся при варке газов и щелоков. Так, газы, выпускаемые из варочного котла (сульфитный метод), содержат некоторые полезные вещества. Из них практически улавливают смесь цимола и терпеновых углеводородов, выход которых составляет от 0,3 до 3 килограммов на тонну целлюлозы.

Отделяющийся от целлюлозы после сульфитной варки щелок (в количестве 10—12 тонн на тонну целлюлозы) содержит свыше половины органического вещества исходной древесины. Следовательно, при получении тонны целлюлозы около тонны органических веществ (лигнина, гемицеллюлоз, смолы и др.), входящих в состав древесины, переходит в раствор. Такой щелок, содержащий углеводы, смолы, кислоты и другие органические и неорганические соединения, используется для получения этилового спирта, дубильных экстрактов, литейных крепителей и пр.

Этиловый спирт получают из предварительно нейтрализованных сульфитных щелоков сбраживанием части сахаров (глюкозы, маннозы и др.), содержание которых в щелоке равно 3,0—3,5%. Полученную при этом бражку, содержащую 0,5—1% этилового спирта и различные побочные продукты (метиловый спирт, уксусный альдегид, кислоты, сивушные масла и пр.), подвергают ректификации. Выход этилового спирта из бражки составляет 80—90 литров на тонну выработанной целлюлозы. В ходе ректификации отбирают и эфиральдегидную фракцию

(ацетальдегид, этилацетат и метиловый спирт), которая применяется для выработки растворителей.

Производство спирта из сульфитных щелоков растет с каждым годом. Следует отметить, что сульфитный спирт является самым дешевым (в 3 раза дешевле пищевого спирта), а удельные капиталовложения на тонну спирта в 2 раза ниже, чем на тонну гидролизного спирта. Получение спирта из сульфитного щелока позволило высвободить большое количество пищевого сырья. Оставшиеся после получения спирта пентозные сахара перерабатываются на кормовые дрожжи.

Продукт, остающийся после использования сахаров, составляющих примерно 15—20% органических веществ щелока, называется бардой, он содержит, кроме углеводов, все остальные составные части сульфитного щелока. Барду после упаривания до 50%-ной концентрации используют для получения литейных крепителей, заменяющих в литейном производстве пищевые продукты — патоку, декстрин и растительные масла, употребляемые для связывания формочной земли. При изготовлении стержней для литейного производства тонна жидких концентратов заменяет 187 килограммов растительного масла. По своим качествам крепитель из сульфитного щелока не уступает обычным, и высокие клеящие свойства этого связывающего вещества используют во всех видах литья — стали, чугуна, алюминия, магния и бронзы.

В нефтяной промышленности бардяные концентраты добавляют к глинистому раствору, применяемому при бурении нефтяных скважин. Разработанная в Грозненском научно-исследовательском институте конденсированная сульфитно-спиртовая барда (КССБ) позволяет приготавливать глинистые растворы, обладающие необходимыми свойствами для предотвращения обвалов, образования толстых и плотных корок, прихватов бурового инструмента при бурении скважин в сложных геологических условиях. Глинистые растворы, обработанные КССБ, устойчивы при воздействии на них температуры до 200°С и давления до 800 ат, и качество этих растворов не ухудшается при попадании в них цемента и растворимых солей кальция. Добавление концентратов в глинистые растворы почти на 20% повышает скорость проходки скважин.

Большое количество бардяных концентратов применяется в промышленности строительных материалов, при изготовлении пластифицированного цемента или бетона. Такие бетоны (с добавкой 0,15—0,2% концентрата от веса цемента) имеют ряд

преимуществ: повышенную пластичность, меньшую водопотребность и высокую морозостойкость. Концентраты используются также в производстве безобжигового огнеупорного кирпича повышенной механической прочности, в абразивной промышленности при изготовлении наждачных кругов, точильных камней и других изделий.

Концентраты сульфитно-спиртовой барды находят применение для агломерации и флотации руд. Так, при флотационном обогащении сульфидов меди они улучшают извлечение меди. Они направляются для приготовления противопожарных красок, пластических материалов и искусственных смол, моющих средств, удобрений, в качестве огнестойкого покрытия древесины, для временного крепления грунта дороги и поддержания его в слегка влажном состоянии для того, чтобы он не пылил. Они улучшают транспортировку руд с шахт на заводы в разжиженном состоянии по трубопроводам. Большое количество исследований, посвященных применению сульфитных щелоков и бардяных концентратов, далеко не используют всех возможностей. Лигносульфонаты, полученные из щелоков с магниевым основанием, применяются для дубления кожи, а лигносульфонаты, очищенные от углеводов, — в производстве резины, кубовых красителей и при крашении тканей, а также при распылении суспензий ядохимикатов для борьбы с вредителями сельского хозяйства.

Сульфитный щелок используется в больших количествах для получения дубильных экстрактов, применяемых в комбинации с растительными дубильными веществами в кожевенном производстве. Из щелока получают ванилин, активированный уголь. Щелок используют в качестве связующего вещества в производстве изоляционного картона, брикетов, электродов, некоторых стекольных изделий и при асфальтировании дорог. Сухой остаток сульфитного щелока используется как топливо. Его сжигают в сгущенном виде или в смеси с другими горючими веществами.

Таким образом, при сульфитной варке целлюлозы на каждую тонну продукта получается до 90 литров 96%-ного этилового спирта, 40 килограммов сухих кормовых дрожжей, 3 килограмма метилового спирта, 1250 килограммов бардяных концентратов (50%-ной влажности). Из этого количества концентратов можно получить до 5—6 килограммов пищевого ванилина. Этот дорогой продукт обычно получают из ванили, выщегося тропического растения. Стручки ванили содержат всего 2—3% ванилина. В нашей стране производство ванилина из сульфит-

ных щелоков впервые освоил Сясьский целлюлозно-бумажный комбинат. Наиболее дешевый ванилин получается щелочным окислением бардяного концентрата сульфитного щелока после варки еловой древесины под давлением в присутствии кислорода воздуха. Таким образом, комплексная схема утилизации органической части сульфитных щелоков включает в себя подготовку щелока, биохимическую переработку углеводов, концентрирование растворов и химическую переработку оставшейся неуглеводной части.

Расчеты показывают, что затраты на строительство сульфитно-спиртовых заводов окупаются очень быстро, примерно в течение года.

В сульфатном (щелочном) производстве образующиеся щелока выпаривают и сжигают с целью извлечения содержащихся в них химических соединений для повторного использования и для получения пара за счет теплотворной способности сухого остатка щелока. Терпеновые углеводороды, находящиеся в древесине при ее варке, удаляются из котла во время сдувок вместе с воздухом, водяными парами, метиловым спиртом и другими летучими продуктами. Органические кислоты (муравьиная, уксусная и др.), которые образуются в процессе варки древесины, в виде растворимых натриевых солей переходят в щелок и частично удаляются из котла во время сдувок. Смолы и пары образуют натриевые соли, которые при охлаждении щелока всплывают на поверхность. Смесь этих солей, известная под названием сырого сульфатного мыла, используют для производства таллового масла. При переработке, еловой древесины на каждую тонну целлюлозы получается 15—20 килограммов сульфатного мыла, а из сосновой — 100—120 килограммов. На каждую тонну целлюлозы выделяется 450—500 килограммов щелочного лигнина, 10—15% этого количества может быть отобрано из щелоков, не нанося ущерба принятому на заводе процессу.

Щелочной лигнин используется для частичной замены более дорогостоящего фенола в производстве пластмасс и для изготовления оболочковых форм для литья металла. Он применяется также как наполнитель в производстве клеев для получения дубителей, как наполнитель для искусственной кожи и разных марок синтетических каучуков и латексов, с которыми он хорошо совмещается. Применение щелочного лигнина в шинной промышленности вместо активных дорогостоящих саж имеет большое народнохозяйственное значение.

Талловое масло служит заменителем животных и растительных жиров в мыловарении. Облагороженное талловое масло (40%) в смеси с животным жиром (60%) используют при выработке хозяйственного мыла. Талловое масло используют для приготовления олифы, лаков и смазочных масел. Введение до 30% жирных кислот таллового масла в алкидные лаки дает миллионы рублей экономии и высвобождает тысячи тонн растительного масла.

При переработке таллового масла получают талловые смоляные кислоты, канифоль, пековый клей, фитостерин, талловые жирные кислоты и эфиры, талловые алкидные смолы и другие продукты, которые служат для изготовления не только мыла, но и синтетических моющих средств, защитных покрытий, алкидных смол, флотореагентов, ядохимикатов, эмульгаторов и других соединений.

Большое значение имеет улавливание сульфатного скипидара, который после очистки от загрязнений по составу близок к живичному (см. ниже) и служит в качестве растворителя в лакокрасочной промышленности, а также как основа для ряда лаковых смол и как источник сырья для синтеза камфары, терпинеола, терпингидрата и других соединений. Хлорированием сульфитного скипидара и отдельных соединений, входящих в его состав, получают ядохимикаты. На основе терпеновых углеводородов синтезируют смазочные масла.

Кроме того, образующиеся при сульфатной варке целлюлозы сернистые соединения с резким неприятным запахом применяются в качестве одорантов<sup>1</sup>, добавляемых к газу, используемому в быту и промышленности. Одорант позволяет обнаружить газ по запаху ранее, чем он образует с воздухом взрывоопасную смесь или сможет вызвать отравление.

## **Искусственные волокна, мех и кожа**

С древних времен<sup>2</sup> и почти до начала XX века для изготовления волокна и тканей на его основе использовалось весьма ограниченное количество материалов: хлопок, шерсть, лен, натуральный шелк, изготавливаемые тутовым шелкопрядом, и неко-

---

<sup>1</sup> Одорант — вещество, по резкому запаху которого можно обнаружить утечку газа.

<sup>2</sup> В окрестностях мексиканского города Текуакана найдены остатки ткани из растительных волокон. Ее возраст оказался около 8000 лет.

торые другие растительные материалы (пенька, джут и пр.). Производство такого природного сырья — очень трудоемкий процесс. Так, чтобы получить 160—170 килограммов волокна, необходимо снять урожай: хлопка с 0,5 га или льна с 1 га, или настричь шерсти с 35—38 овец в год или получить шелк из 900—920 тысяч коконов (рис. 34). Все это побудило начать поиски методов получения волокон искусственным путем. Однако многочисленные попытки изготовления нитей из различных материалов в течение долгого времени не давали хороших результатов.



Рис. 34. Древесина в производстве искусственных волокон заменяет большое количество природных материалов

В Париже на всемирной выставке в 1900 г. была выставлена тончайшая ткань из... паутины. Ее «поставили» пауки с острова Мадагаскар. Жители и сейчас утверждают, что материал, полученный из таких паутинных нитей, имеет золотистую окраску, а по легкости и прочности не уступает нейлону. Выдающийся путешественник Миклухо-Маклай указывал в своих записках, что папуасы Новой Гвинеи ловили рыбу сетями из паутины. Рыбы весом до 500 граммов не могут прорвать такие сети. Мысль использовать паутину в качестве волокна нова. Французский физик Реомюр еще в 1734 г. писал: «Паутина могла бы служить прекрасным материалом для изготовления тончайшего дамского белья и чулок. Она с успехом заменила бы шелк».

96



Изготавливают волокно для веревок из баобабов. В Бразилии есть дерево, которое называют «рубашечным». Кора в виде целой трубки, снятая с такого дерева, размоченная в воде и обработанная деревянной колотушкой, готова для носки — остается только прорезать отверстия для рук. «Манильская пенька», получаемая из ствола абака (похожего на банановую пальму), по своей прочности не уступает джуту. На Кавказе и в Крыму растет вечнозеленое дерево юкки. Его разновидность — юкка нитчатая, из своих листьев дает волокно, из которого изготавливают ткани и канаты высокой прочности, не боящиеся соленой морской воды. Однако многочисленные попытки изготовления искусственных нитей из различных материалов в течение долгого времени не давали положительных результатов. Впервые искусственное волокно было получено в 1883 г. продавливанием через узкие отверстия раствора азотнокислого эфира целлюлозы в спирто-ацетоновой смеси. При этом летучий растворитель очень быстро испарялся и тонкие струйки раствора превращались в блестящие нити, из которых после дополнительной обработки изготавливали так называемый нитрошелк. В 1891 г. был пущен первый завод искусственного волокна. Однако этот шелк очень легко воспламенялся.

В 1905 г. было организовано заводское производство вискозного волокна, хотя патент на этот процесс был взят еще в 1893 г. В своей статье, опубликованной в газете «Речь», еще 18 августа 1900 г. Д. И. Менделеев выразил настойчивое желание о том, чтобы производство вискозного шелка широко распространилось у нас, так как наша страна изобилует всякими растительными продуктами, не находящими себе применения.

Далее Д. И. Менделеев подчеркивал, что если бы отходы, получающиеся при переработке древесины, превратить в изделия из вискозы, особенно в волокно, то разбогатели бы побольше, чем от всей нашей торговли. К сожалению, эти пожелания Д. И. Менделеева не были приняты во внимание. До Великой Октябрьской революции в России была только одна небольшая фабрика искусственного волокна, принадлежащая бельгийским капиталистам.

В 1917 г. был предложен метод получения волокна на основе уксуснокислых эфиров целлюлозы.

За прошедшие 86 лет целлюлозные волокна завоевали широкую известность и вырабатываются в больших количествах почти во всех крупнейших странах.

Ускоренное развитие химической промышленности дает возможность все полнее и полнее удовлетворять потребности советского народа в одежде, обуви и других товарах народного потребления. Производство химических волокон значительно будет повышено и их значение в общем объеме текстильного сырья возрастет еще больше.

Основное место среди всех химических волокон занимают вискозные волокна, выпуск которых в виде шелка, корда и штапеля составляет 76%. Если к этому количеству искусственных волокон добавить около 5% ацетатных и некоторое количество медноаммиачных волокон, то оказывается, что из целлюлозы в нашей стране вырабатывается примерно 81% всех химических волокон. Для получения тонны хлопкового волокна требуется затратить 1260—1750 человеко-часов, а на тонну вискозного штапельного волокна — всего 150 человеко-часов.

Ускоренному развитию производства химических волокон способствуют высокая экономическая эффективность их получения и применения, неисчерпаемость сырьевых ресурсов и полная независимость производства от климатических условий.

Вискозное волокно получается следующим образом: при взаимодействии целлюлозы с 18—20%-ным раствором едкого натра образуется щелочная целлюлоза — алкалицеллюлоза. После измельчения и предварительного созревания ее подвергают воздействию сероуглерода (ксантогенирование). В результате реакции получается ксантогенат целлюлозы, который в отличие от исходной целлюлозы хорошо растворяется в слабом растворе едкого натра. Получающийся вязкий оранжевый раствор называется вискозой (от латинского *viscosus* — вязкий, клейкий).

Все перечисленные операции осуществляются последовательно в четырех-пяти отдельных аппаратах или в одном аппарате ВА (рис. 35). Прозрачный оранжевый раствор (вискозу) подают в прядильный цех. Здесь вискоза подвергается дополнительной фильтрации и обезвоздушиванию, обеспечивающей бесперебойное формование нити, и насосиком продавливается через фильеру (рис. 36), имеющую от 200 до 20 000 отверстий. Струйки вискозы, попадая в осадительную ванну с водным раствором серной кислоты и ее солей, выделяют обратно сероуглерод и целлюлозу и затвердевают, превращаясь в элементарные нити любой заданной длины и толщины (в зависимости от диаметра отверстий в фильере). Это — метод мокрого формования нитей из раствора вискозы.

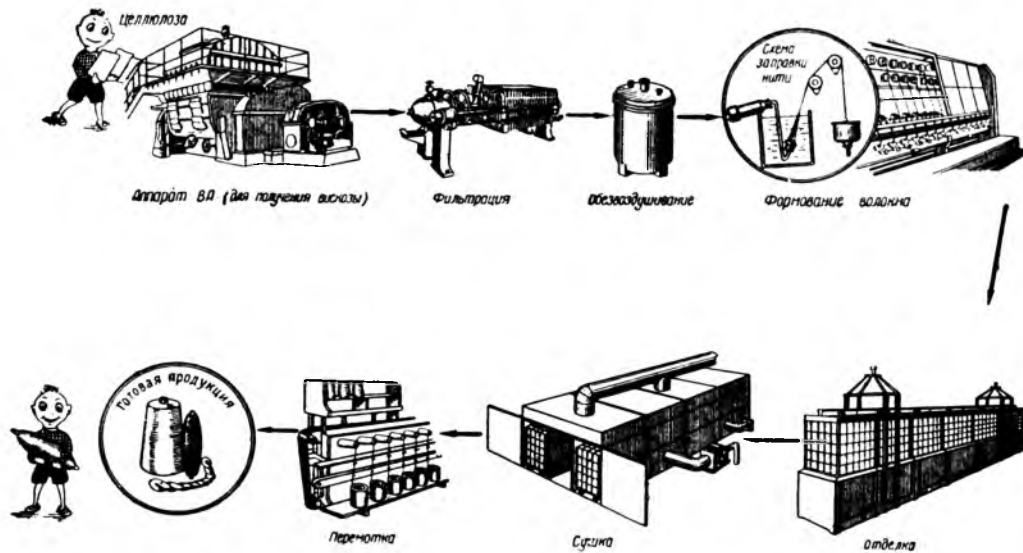


Рис. 35. Схема производства вискозного шелка

Волокна, вышедшие из одной фильеры, собираются в пучок, образуя нить искусственного шелка, которая подхватывается вращающимся валиком. Если нить наматывается на бобину, то полученный шелк надо затем подвергать крутке на другой машине. Такой метод формирования волокна называется бобинным. При центрифугальном методе формирования (рис. 37) нить через ролик поступает в быстро вращающуюся центрифугу, где центробежной силой отбрасывается к стенкам, и нить получается крученой.

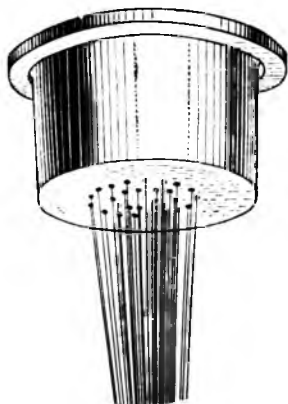


Рис. 36. Фильера

Затем вискозное волокно (шелк и штапель) промывают для удаления различных примесей, а после сушки перематывают и направляют потребителю. Вискозное волокно выдерживает нагрев до 100—120°С, устойчиво к действию органических растворителей и обладает нужной прочностью, но теряет ее (на 40—50%) в мокром состоянии.

Вискозное волокно в чистом виде или в смеси с натуральным шелком, хлопчатобумажной пряжей, виолом, капроном, льном идет для выработки различных тканей. Вискозный шелк употребляется также в трикотажной промышленности (чулки, белье) и для изготовления платков, ковров, крученых и плетеных изделий (шнуров, вышивальных ниток и пр.). Из вискозы изготовляют красивое детское белье с пушистым начесом. Из смеси льна и вискозы вырабатывают прочные и эластичные немнущиеся ткани для женских костюмов, платьев и летних пальто. Пропитанные смолами, они не садятся при стирке. Из капроно-вискозного трикотажа шьют мужские рубашки, воротнички и манжеты которых остаются всегда накрахмаленными.

Из вискозы, кроме шелка и штапеля, получают корд (крученую нить большой прочности), искусственный волос, соломку, каракуль, колпачки для бутылок и пр. Корд идет для создания каркаса автомобильных и авиационных шин. Вискозный упрочненный корд позволяет увеличить срок службы покрышек на 30—40% и тем самым снизить расход резины на 10—20%.

При выработке штапеля отдельные нити, выходящие через фильеру, объединяют в жгут, который разрезают на отрезки (штапельки) длиной 40—70 миллиметров и более. Штапельное волокно после отделки и дополнительной обработки для сниже-

ния сминаемости и придания водоотталкивающих свойств используют в смеси с другими волокнами или в чистом виде для производства различных тканей.

На рис. 38 сравниваются по диаметру нити вискозного, медноаммиачного и других волокон.

Применение высококачественного исходного сырья для приготовления вискозы и некоторые изменения в технологическом процессе обеспечили получение высокопрочного вискозного корда. Во Всесоюзном научно - исследовательском институте бумаги (ВНИИБ) разработан технологический режим получения сульфатной предгидролизной целлюлозы, из которой получают кордное волокно с большой прочностью на разрыв. Такую целлюлозу вырабатывают на Братском, Байкальском и других заводах.

В Московском текстильном институте под руководством З. А. Роговина созданы новые целлюлозные материалы. Так, в результате присоединения фосфора к целлюлозе получено волокно, стойкое к воздействию огня и микроорганизмов. Привив полиакрилнитрил к вискозному штапельному волокну, получили новый материал, напоминающий по своим свойствам натуральную шерсть. Волокно, которое назвали мтилон, устойчиво к воздействию света, тепла и почти не мнется. Ковры из этого волокна трудно отличить от шерстяных. Ценными свойствами обладают сополимеры целлюлозных волокон не только с акрилнитрилом, но и другими химическими соединениями. На основе целлюлозы химической модификацией получены кровоостанавливающая (гемостатическая) марля, а также бактерицидные волокна и ткани.

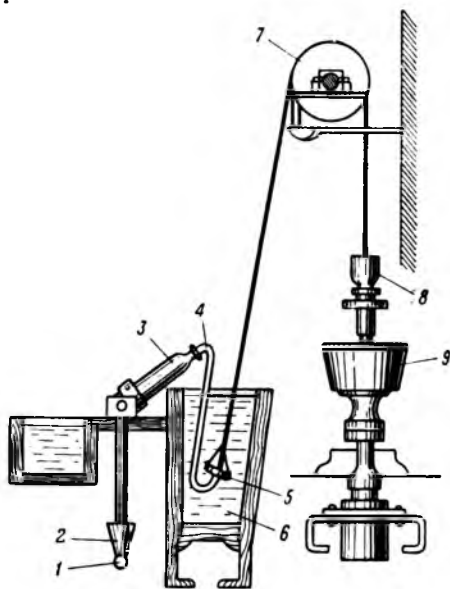


Рис. 37. Схема центрифугального метода формования волокна:

1 — вискозопровод; 2 — дозирующий насосик; 3 — фильтр; 4 — стеклянный червяк; 5 — фильтр; 6 — осадительная ванна; 7 — ролик; 8 — воронка; 9 — кружка центрифуги

Из смеси искусственного волокна и целлюлозы и небольшого количества шерсти в ГДР выпущена новая ткань скелан, которая легка, хорошо сохраняет тепло, и для ее изготовления не надо прядь и ткать.

При обработке древесной целлюлозы или хлопкового пуха смесью уксусной кислоты и уксусного ангидрида в присутствии катализаторов получается ацетилцеллюлоза — триацетат. Последний растворяется в метилхлориде и используется для

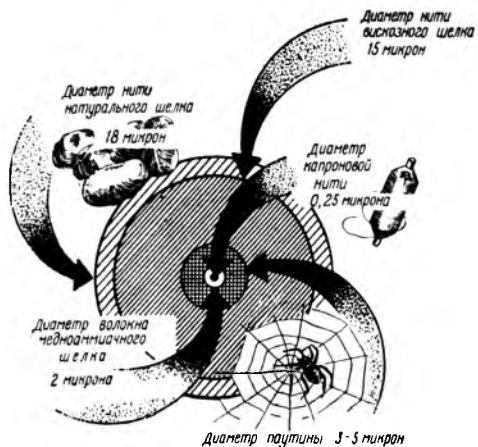


Рис. 38. Сравнение диаметров нитей различных волокон

получения так называемых триацетатных волокон. При омылении триацетата образуется вторичный ацетат, который растворяется в смеси спирта и ацетона, содержащей 5% воды. Полученные растворы тщательно смешивают и затем трехкратно фильтруют. Волокна формуют по сухому способу из раствора, который через фильеру поступает в вертикальную алюминиевую трубу (короб). Горячий

воздух (60—70° С), поступающий снизу вверх противотоком, испаряет ацетон и спирт, и струйки раствора, затвердевая, превращаются в тонкие волокна из ацетилцеллюлозы.

Ацетатное волокно более водостойко, эластично и меньше теряет прочность в мокром состоянии, чем вискозное. Оно отличается своим красивым внешним видом, приятным блеском, мягкостью. Удельный вес ацетатного шелка меньше, чем вискозного, поэтому изделия из него легче. Величина эластичного удлинения ацетатного шелка выше, чем у вискозного, почти в 2 раза, что обуславливает более высокие эксплуатационные свойства изделий из него. Схема производства ацетатного шелка показана на рис. 39.

Ацетатный шелк обладает хорошими диэлектрическими свойствами и повышенной устойчивостью к многократным деформациям, поэтому применяют его как электроизоляционный мате-

риал. Ацетатное волокно хорошо окрашивается. Из него в сочетании с другими волокнами получают ткани с красивым рисунком. Ткани из ацетатного шелка пропускают ультрафиолетовые лучи, поэтому из них шьют купальные костюмы и пижамы. Из этого шелка изготавливают тонкие плательные ткани, а также легкие и прочные трикотажные изделия (рис. 40).

Ацетатное волокно хорошо сопротивляется плесени и моли, но при температуре  $140-150^{\circ}\text{C}$  начинает деформироваться. Солнечный свет слабо влияет на прочность ацетатного волокна и не влияет на его цвет. Этот шелк загрязняется меньше, чем другие виды искусственного волокна.

На основе ацетилцеллюлозы и хлорина получен новый материал ацетохлорин, волокна из которого хорошо окрашиваются в любой цвет и стойки к воздействию кислот, щелочей и не горят. Из этого волокна изготавливают шелк, обивочные ткани, шторы, лечебное белье и другие изделия.

Большое количество новых заводов искусственного волокна уже вступило в строй. Освоен выпуск самого тонкого шелка, не уступающего по своему качеству лучшим заграничным образцам. Успешно осуществляется крашение волокна в массе. Химики вводят в строй все новые и новые мощности по выработке изделий из искусственного волокна.

Из химических волокон вырабатывают красивый, прочный, легкий и дешевый искусственный мех и каракуль. При изготов-

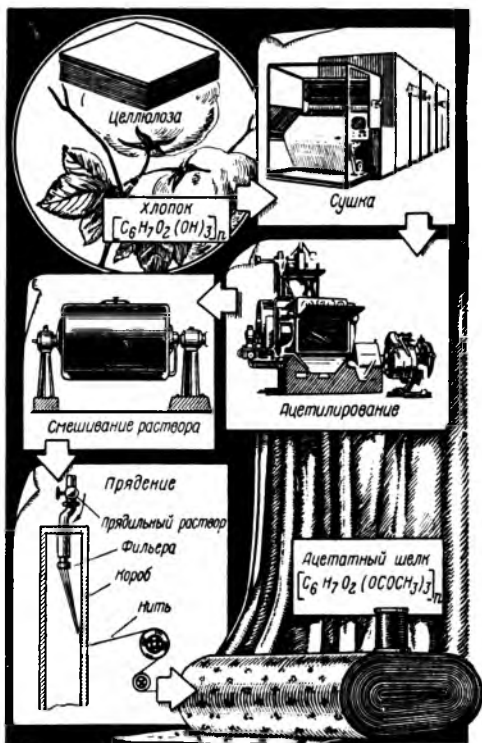


Рис. 39. Схема производства ацетатного шелка из хлопковой целлюлозы

лении каракуля вискозное волокно предварительно обрабатывают специальными химическими соединениями, которые придают заранее подготовленному завитку устойчивость к атмосферному воздействию и способность сохранять приданную форму длительное время.

Вискозное волокно на специальной завивочной машине режется на отрезки, скручивается и закрепляется в виде синели. Затем синель прочно приклеивается на ткань, промазанную



Рис. 40. Изделия из искусственных волокон легки и прочны

клеем (рис. 41). С этой целью синель в виде бесконечной завитой нити подается в зазор между подающим транспортером и стеклом, а направляющий (прижимной) валик и стекло обеспечивают необходимое уплотнение синели. Наличие двух транспортеров, работающих с разной скоростью (приемный транспортер движется гораздо медленнее укладочного), позволяет вести укладку синели извилистыми рядами, имитирующими натуральный каракуль. Далее уложенная синель подводится приемным транспортером под ткань, покрытую клеем, и прилипает к ней. Ткань с наклеенной синелью движется вокруг обогреваемого барабана, при этом происходит схватывание клея.

Каждый квадратный метр искусственного каракуля весит около килограмма и по своим теплозащитным свойствам не уступает мужскому драпу. Красивый внешний вид, легкий вес, водоотталкивающие свойства, молестойкость, возможность химической чистки и дешевизна — достоинства, которыми обладает искусственный каракуль из вискозы.

С каждым годом все больше развивается производство искусственной кожи. Отечественная промышленность выпускает из нее обувь, чемоданы, сумки, ремни, портфели, папки, разнообразные футляры, кошельки и другие предметы бытового потребления, а также различные технические изделия для промышленности: прокладки, манжеты для машин, муфты, уплотнители, материалы для отделки вагонов, автомобилей и пр. Для производства искусственной кожи служат специальные картоны, полученные проклеиванием волокнистой целлюлозной массы латексами или канифольно-битумной смесью.



Искусственную замшу вырабатывают из тканей в основном двумя методами: намазывают на ткань резиновую смесь или приклеивают к ткани измельченное вискозное волокно. Такая замша не мнется и водостойка. Ее используют не только для изготовления галантерейных изделий, летней обуви, но и в качестве обивочного материала.

При пропитке хлопчатобумажной ткани (миткаля, бязи, саржи и др.) нитроцеллюлозным покрытием с одной или двух

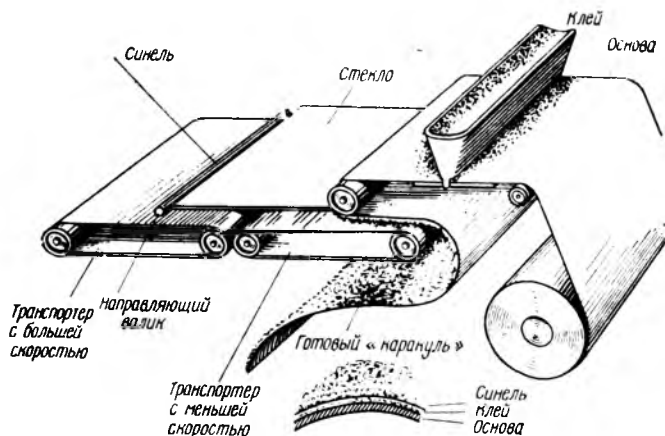


Рис. 41. Схема производства искусственного каракуля

сторон получается дерматин. При его изготовлении для получения красивого внешнего вида можно тиснением сделать рисунок, иногда в две краски. Выпускают дерматин с глянцем или матовый.

Примерно таким же образом изготавливают и гранитоль: на хлопчатобумажную ткань наносят пленку из нитроцеллюлозы, минеральных пигментов, наполнителей и пластификаторов. Выпускают гранитоль обувной, переплетный (ледерин), галантерейный и мебельный. Освоен выпуск новой марки гранитоля, основой для которого служит упрочненная бумага. Замена ранее применяемой тканевой основы бумагой дает большой экономический эффект (стоимость снижается более чем в 3,5 раза) без снижения качества продукции. Экономятся десятки миллионов метров ткани.

Новый тип гранитоля на упрочненной бумажной основе в основном применяют в полиграфической промышленности для изготовления книжных переплетов, общих тетрадей, альбомов, папок и т. п. Каждые 100 тыс. квадратных метров такого гранитоля дают экономию более 65 000 рублей.

## Гидролиз древесины

Советский Союз является родиной современной гидролизной промышленности. Первые исследования в этой области провел К. С. Кирхгоф, который еще в 1811 г. при кипячении крахмала с разбавленной серной кислотой получил глюкозу и патоку. В одной из своих статей он писал, что приготовление сахара из крахмала позволяет выгодно использовать многие дикие растения, содержащие крахмал, и таким образом сберегать большое количество хлеба. На основе этих работ было организовано производство глюкозы и патоки.

В 1822 г. Браконно во Франции и Н. Фогель в России осуществили гидролиз целлюлозы, соломы и древесины в присутствии 87%-ной серной кислоты. В 1837 г. петербургский профессор И. Чирвинский гидролизом древесных опилок получил кормовой сахар. Промышленное применение этот метод получил только в конце прошлого столетия, когда почти одновременно шведский химик Э. Симеонсен в Германии в 1898 г. и русский химик О. К. Гиллер-Бомбин в 1899 г. в Архангельске построили первые полупромышленные установки по гидролизу древесины и ее отходов. Но промышленное развитие гидролиз древесины получил только в СССР.

В 1918 г. на Охтинском заводе в Петрограде была пущена полузаводская установка для получения глюкозы гидролизом хлопковой целлюлозы, а в Шлиссельбурге — опытная установка по гидролизу древесины. В 1930—1931 гг. были начаты систематические исследования в Ленинграде под руководством В. И. Шаркова и в Москве Ушковым и Преображенским. Через 3 года был пущен опытный завод в г. Череповце, давший 17 января 1934 г. первую партию спирта. А 30 декабря 1935 г. вошел в строй первый гидролизный завод в Ленинграде, выпустивший за прошедшие годы десятки миллионов литров спирта из отходов древесины. С тех пор гидролизные заводы появились в разных концах страны.

Гидролизом различные отходы древесины можно превратить в пищевые, кормовые и технические продукты: этиловый спирт,

глюкозу, кормовые дрожжи, фурфурол и многие другие соединения, необходимые народному хозяйству. В результате гидролиза полисахариды (гексозаны и пентозаны) распадаются, образуя в растворе простые сахара — моносахариды (гексозы и пентозы), летучие вещества (метиловый спирт, уксусную и муравьиную кислоты) и твердый остаток — гидролизный лигнин.

В настоящее время гидролиз ведут разбавленной или концентрированной кислотой. Более широкое применение получил

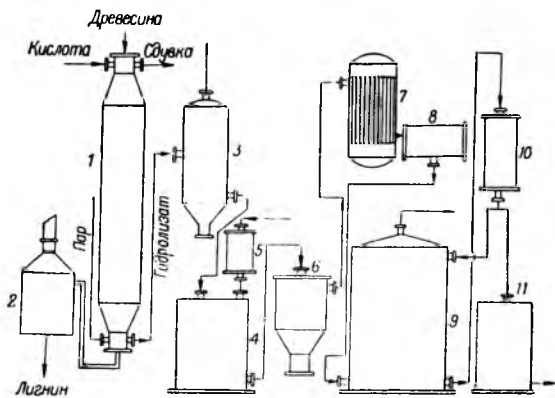


Рис. 42. Схема гидролизного производства:

1 — гидролизер; 2 — циклон; 3 — испаритель; 4 — нейтрализатор; 5 — мерник; 6 — отстойник; 7 — теплообменник; 8 — фильтр-пресс; 9 — бродильный чан; 10 — сепаратор; 11 — сборник

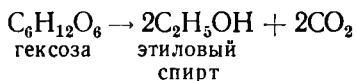
первый способ гидролиза. Он осуществляется в вертикальных металлических котлах (до 70 м<sup>3</sup>), футерованных изнутри кислотоупорной керамикой — гидролизерах. Смесь измельченных древесных отходов с разбавленной серной кислотой нагревают в гидролизере паром до температуры 180—190° С и при соответствующем давлении (рис. 42).

Водный раствор (0,5—1%-ный) серной кислоты служит катализатором, ускоряющим процесс гидролиза. Полученный раствор (гидролизат), содержащий сахара, непрерывно выводят из котла через фильтрующее устройство в нижней части гидролизного аппарата, предохраняя их тем самым от дальнейшего распада. Гидролизат проходит через испаритель 3 (здесь отделяются пары метилового спирта, фурфурола и т. д.) и поступает в нейтрализатор 4, где нейтрализуется известковым

молоком (из мерника 5). В нейтрализатор добавляются также питательные соли: суперфосфат и сульфат аммония.

После отделения образовавшегося осадка гипса в отстойниках 6, охлаждения в теплообменнике 7 и очистки на фильтр-прессе 8 нейтральный раствор направляют на сбраживание в бродильный чан 9 (сюда же поступает и «дрожжевое молоко» из сепаратора 10), в результате чего получается раствор, содержащий 1,2—1,6% этилового спирта. Из сборника 11 раствор (бражка) подается в ректификационный аппарат для отгонки этилового спирта.

Сбраживанию подвергаются гексозы:



При непрерывном гидролизе концентрированной соляной кислотой исходное сырье обрабатывается в нескольких последовательно соединенных гидролизерах.

Из тонны сухой хвойной древесины может быть выработано (рис. 43) до 180 литров этилового спирта (96%-ного). Кроме спирта, при этом может быть получено 40 килограммов кормовых дрожжей, 5 килограммов фурфурола, 3 килограмма метилового спирта, до 70 килограммов углекислого газа, 0,8 килограмма скипидара.

После окончания реакции гидролиза, которая продолжается от 1 до 3 часов, в гидролизном аппарате остается влажный лигнин, содержащий на каждый килограмм сухого вещества до 3 килограммов разбавленной серной кислоты. Вся эта смесь избыточным давлением выдувается из гидролизера в циклон. Из тонны древесины получают 350 килограммов сухого лигнина, или 75 квадратных метров лигноплит. Этиловый спирт — важнейшее химическое сырье, применяющееся для получения синтетического каучука по методу академика С. В. Лебедева. Каучук является основой современной резиновой промышленности, выпускающей до 40 тыс. разнообразных резиновых изделий.

Натуральный каучук получается из млечного сока древесных каучуконосов и главным образом из гевей, произрастающей в тропических лесах земного шара. Млечный сок, называемый латексом, добывается подсочкой деревьев, достигших пятилетнего возраста. Христофор Колумб со своими спутниками впервые наблюдал, как жители острова Ганти играли в мяч,

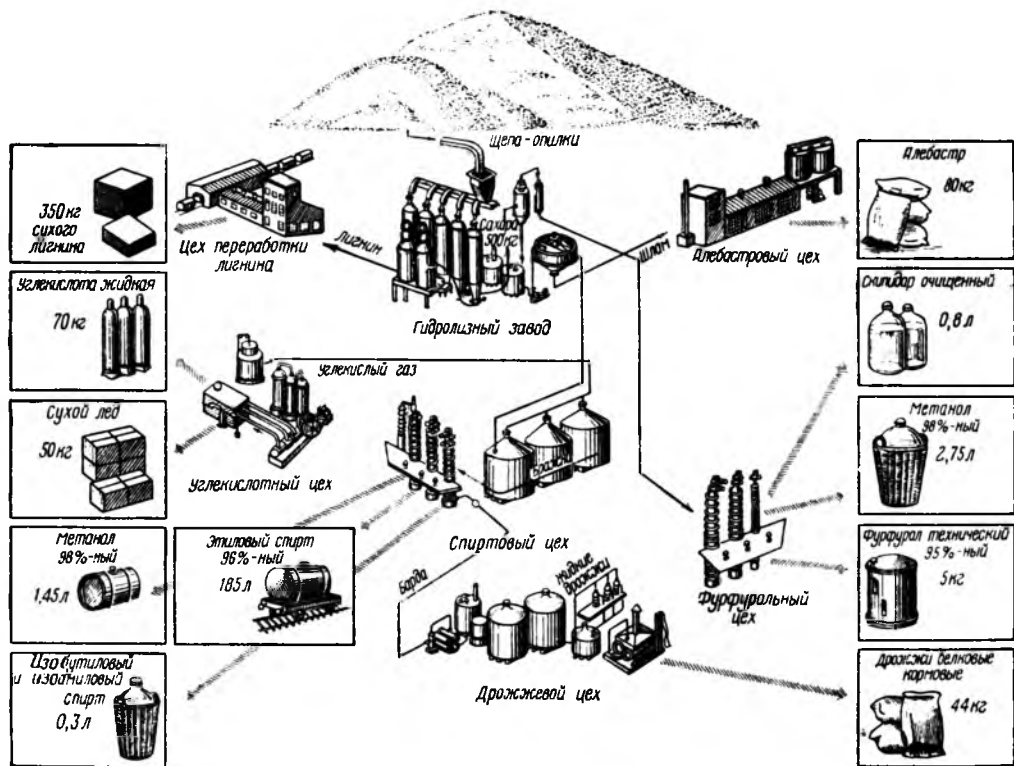


Рис. 43. Что дает гидролизно-спиртовое производство

сделанный из каучука. Из этого же сока они делали непромокаемую обувь, опускали для этой цели ногу в млечный сок и затем некоторое время «коптили» образовавшийся на ноге слой над костром (рис. 44). Подобным же образом они изготавливали бутьлики, пропитывали ткани, сообщая им свойство водонепроницаемости.



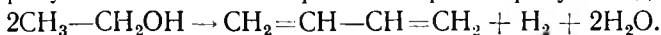
Рис. 44. Как индейцы применяли млечный сок (латекс) гевеи

Производство резины из каучука получило свое развитие только в 1839 г., когда было открыто свойство каучука в смеси с серой при нагревании образовывать резину (вулканизоваться). С тех пор добыча каучука и производство резиновых изделий превратилось в крупнейшую отрасль промышленности. Добыча натурального каучука в последние годы составляет примерно 2 млн. тонн в год. Но чтобы добыть 1000 тонн каучука, нужно не менее 1,2 млн. деревьев гевеи, которые займут площадь земли, почти равную 5000 га, и более 2000 рабочих для непрерывной работы в течение более 5 лет (рис. 45).

Непрерывно возрастающий спрос на каучук уже давно поставил перед учеными всего мира проблему получения синтетического каучука. Особенно важно это было для Советского Союза, на территории которого гевея не произрастает. Долгие годы эти попытки, начавшиеся еще до первой мировой войны, были безуспешны, и только в 1928 г. эту важнейшую задачу неза-

висимо друг от друга решили два ленинградских ученых С. В. Лебедев и Б. В. Бызов. Оба они предложили получать синтетический каучук (СК) из бутадиена (дивинила).

В основу промышленного производства синтетического каучука в СССР был принят метод Лебедева, добившегося получения дивинила из этилового спирта с большим выходом. Пары спирта из испарителя поступают в контактную печь (рис. 46), где в присутствии катализатора из спирта образуется дивинил:



этиловый спирт

дивинил

Эта реакция показывает только конечный результат сложного химического процесса, идущего при повышенной температуре и в присутствии катализаторов. После выделения и очистки дивинил полимеризуется. При этом молекулы дивинила соединяются друг с другом за счет разрыва и перемещения двойных связей:

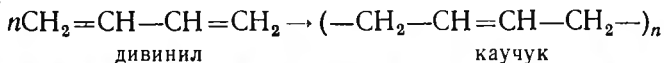


Рис. 45. 2000 рабочих в течение 5 лет трудятся на каучуковых плантациях, чтобы добыть 1000 тонн натурального каучука

В феврале 1931 года в Ленинграде была получена первая заводская партия синтетического каучука весом 250 килограммов, а в 1932 г. был пущен первый большой завод.

Б. В. Бызов, изучавший возможности промышленного получения дивинила из продуктов переработки нефти, получал гораздо меньшие выходы. Да оно и понятно, так как в те годы переработка нефти находилась еще на невысоком техническом уровне.

Для получения 1000 тонн синтетического каучука необходимо 2200 тонн этилового спирта, для производства которого требуется более 8200 тонн зерна, или 22 тыс. тонн картофеля, или около 32 тыс. тонн сахарной свеклы. При переработке тонны сырья можно получить следующее количество спирта (в литрах):

Зерно хлебных злаков (в среднем) . . .	260—280
Картофель . . . . .	93—117

Древесина (абсолютно сухая) . . . . .	170—200
Сульфитный шелок . . . . .	6—10

Каждая автомобильная шина для легкового автомобиля требует такое количество каучука, которое можно получить примерно из 50 литров спирта, т. е., чтобы «обуть» машину, необходимо было потратить 1 тонну зерна или 2,5 тонны картофеля (на 5 шин). Но в автомашине около 200 деталей из резины, на которые тратится 200—240 килограммов каучука. Следовательно, на каждый автомобиль необходимо было затратить около 2 тонн зерна или 5 тонн картофеля.

Гидролизный завод средней мощности в год дает такое количество

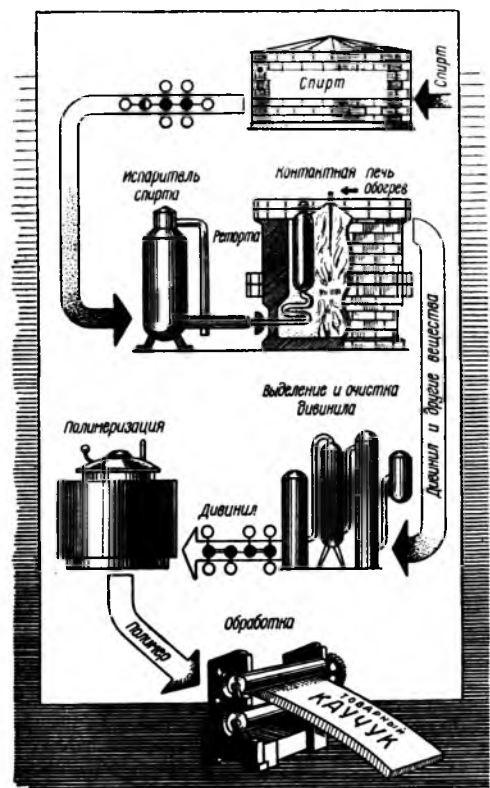


Рис. 46. Производство каучука из спирта по методу С. В. Лебедева

спирта, на производство которого потребовалось бы 40 000 тонн зерна или до 100 000 тонн картофеля. Гидролизный и сульфитный спирты аналогичны по составу и качеству спирту, получаемому из пищевых продуктов, и широко применяются в различ-



ных отраслях промышленности: для получения искусственного шелка, целлулоида, лекарственных соединений, душистых веществ, этиловой жидкости, улучшающей качество бензина, бездымного пороха и во многих других производствах (рис. 47).

С каждым годом все больше исходных продуктов для синтетического каучука получают из природных и промышленных газов, минуя этиловый спирт. И наша промышленность ориентируется на этот более прогрессивный метод. Поэтому потребность в этиловом спирте для производства каучука с каждым годом падает. Но выпуск растворителей, пластмасс, пленок, альдегидов, лакокрасочных продуктов, лекарственных и других важных соединений, для изготовления которых нужен спирт, все возрастает.

Выпуск гидролизного спирта в 1966 году позволил сэкономить более 35 млн. пудов зерна. Себестоимость гидролизного спирта почти в 2 раза ниже себестоимости пищевого.

Новый метод непрерывного гидролиза древесины концентрированной серной кислотой, разработанный членом-корреспондентом Академии наук Латвийской ССР П. Н. Одинцовым, позволяет на 30—35% увеличить выход сахаров. Из тонны сухих отходов лесопиления можно получить почти 300 килограммов глюкозы, 140 литров этилового спирта и 50 килограммов кормовых дрожжей. А ведь для получения тонны глюкозы кислотным гидролизом крахмала в настоящее время расходуется не менее 2 тонн кукурузной муки или 8 тонн картофеля. Глюкоза широко применяется при крашении тканей, в кондитерском производстве и в медицине. В Канске несколько лет тому назад пущен цех, в котором из древесных отходов получают глюкозу, не отличающуюся от той, которая вырабатывается из кукурузы. Скоро в Канске начнет работать завод производительностью 17 тыс. тонн глюкозы в год. Проект его разработан в Ленинграде.

По другому способу тонна сухих древесных отходов дает 100 килограммов глицерина, 160 литров этилового спирта и 50 килограммов кормовых дрожжей (рис. 48). Изменяя технологические условия, можно получать фурфурол, кормовые дрожжи, многоатомные спирты и другие соединения.

Фурфурол, который получается при гидролизе пентозансодержащего сырья, применяется для селективной (избирательной) очистки нефти и растительных масел, в производстве каучука, витамина А, синтетических красителей, синтетического волокна (нейлона), малеинового ангидрида. На основе фурфуrolа латвийские ученые создали ряд лекарственных веществ,

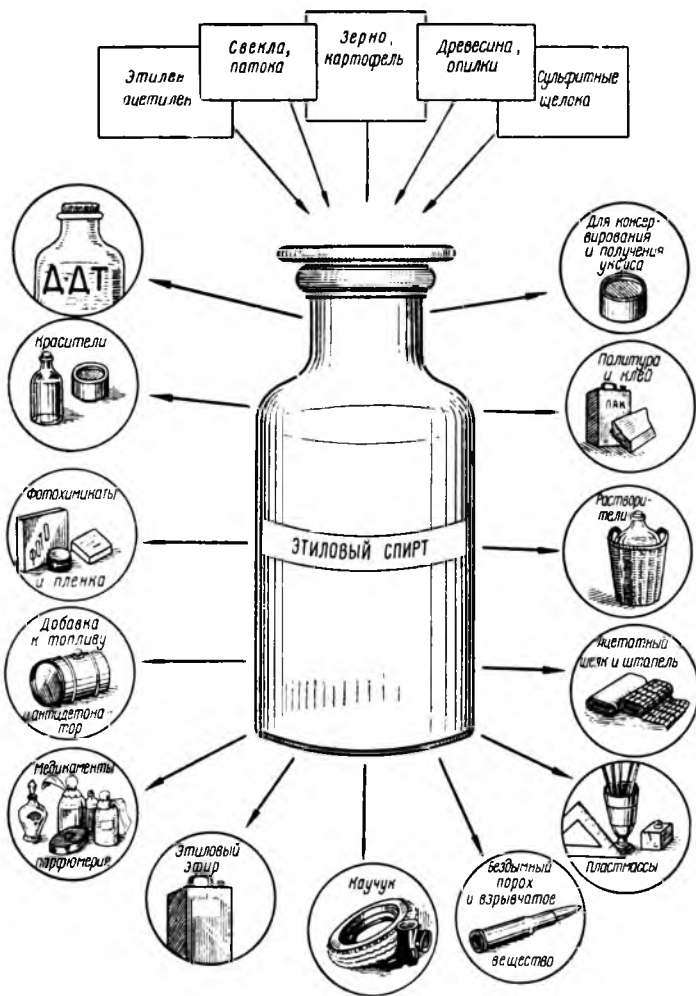


Рис 47. Из чего получается и для чего применяется этиловый спирт

получивших большую известность. Среди них можно отметить фурацилин, используемый для заживления ран и лечения дизентерии. Фуразидин — хорошее средство от тифа, а фурамицид отлично лечит от грибковых заболеваний. Для предупреждения инфекционных заболеваний, особенно куриного тифа, применяется фуразолидон. Достаточно к тонне корма добавить 40 граммов этого препарата, как заболевание не только предотвращается, но даже излечиваются и заболевшие птицы.

Из фурфурола и его производных получают еще много других важных химических соединений и в том числе гербициды, с помощью которых ведется химическая прополка сельскохозяйственных культур (при действии этих препаратов сорняки погибают). При взаимодействии фурфурола с фенолом, мочевиной, аминами или лигнинном можно получить синтетические смолы. Все большее значение получает фурфурольно-ацетоновый мономер, используемый для производства полимер-бетонов. Этот новый материал применяется как самостоятельный конструкционный материал, а также для футеровки различных аппаратов и емкостей. Фурфурольные смолы с такими наполнителями, как асбест, графит, стекловолокно, отличаются своей химической и тепловой стойкостью. Они применяются для изготовления аппаратуры, работающей при температуре около 300° С и выше. Следует отметить, что свойства и возможности использования фурфурола еще недостаточно изучены.



Рис. 48. Что может дать тонна сухих опилок

Многоатомные спирты, выпускаемые гидролизной промышленностью, могут применяться как заменители глицерина в производстве алкидных смол, искусственных олиф и т. п.

Из малеинового ангидрида получают такие дефицитные синтетические пищевые кислоты, как яблочная, лимонная и виннокаменная, применяемые в пищевом и кондитерском производствах, высококачественные смолы для лакокрасочной промышленности, для изготовления стеклопластиков и ряд других дефицитных химических соединений.

Все большее значение получает гидролиз отходов древесины с целью производства кормовых дрожжей. Известно, что при недостатке белка в кормовых рационах замедляется рост животных. В борьбе за развитие животноводства и дальнейшее повышение его продуктивности нужны полноценные корма, содержащие достаточное количество белков. Кормовые дрожжи (45—53% белка) имеют в своем составе все жизненно необходимые аминокислоты (лейцин, тиразин, цистин, триптофан, аланин, гистидин, метионин, треонин) и многие витамины. Они являются очень ценным кормовым продуктом, не уступающим по своей питательности таким кормам животного происхождения, как рыбная мука (40—54% белка), мясо-костная мука (32—48% белка). Белок дрожжей (а его около половины общей массы) лучше усваивается организмом животных, чем белок растительных кормов (зерна, жмыха, отрубей), и переваривается на 89—95%. По содержанию белка тонна кормовых дрожжей заменяет 3 тонны овса, или 80 тонн силоса, или 100 тонн ржаной соломы, или 120 тонн кормовой свеклы.

Особо ценно то, что кормовые дрожжи по содержанию витаминов намного превосходят животные и растительные корма и в своем составе имеют разнообразные ферменты и гормоны, значительно улучшающие обмен веществ в животном организме.

В рационе, используемом для кормления молочных телят, килограмм кормовых дрожжей может заменить 4—5 литров молока. Если в суточный рацион коровы добавлять 0,5 килограмма таких дрожжей, то надой молока увеличивается на 3—4 литра в день. Тонна дрожжей, внесенная в кормовой рацион крупного рогатого скота, дает дополнительно около тонны мяса, а при откорме свиней и птиц — 500—800 килограммов свинины или почти 2,2 тонны куриного мяса. При этом дополнительная продукция молока превышает стоимость дрожжей в 2 раза, свинины — в 2,5 раза, а мяса птицы — в 5—6 раз.

Кормовые дрожжи, вырабатываемые из непищевого сырья, в несколько раз дешевле пекарских и являются высокоценным дополнительным белково-витаминным кормом. Как показали исследования, они не только заменяют пищевые продукты, но и способствуют снижению потерь молодняка, увеличению и оздоровлению поголовья и резкому повышению его продуктивности.

Каждый миллион кубометров лесозаготовительных остатков при переработке может дать 90 000 тонн дрожжей. Десятки тысяч тонн дрожжей можно еще получить из сульфитных щелоков и барды сульфитно-спиртовых заводов.

В ближайшие годы намечено построить 8 крупных дрожжевых заводов производительностью до 100 тыс. тонн кормовых дрожжей и других продуктов. Этого количества дрожжей хватит для кормления в течение года 13 млн. птиц и 1600 тыс. свиней. В итоге будет получено дополнительно примерно 30 тыс. тонн мяса птицы и 32 тыс. тонн свинины, народное хозяйство страны получит 40 млн. рублей дохода. Внедрение гидролизных аппаратов большой емкости (100—150 м<sup>3</sup>) окажет значительное влияние на дальнейшее развитие производства кормовых дрожжей.

На рис. 49 показана схема производства кормовых дрожжей. Древесные отходы вместе с серной кислотой поступают в гидролизный аппарат. При температуре 180—190°С и давлении 14—15 ат образуется гидролизат, который через испаритель 2 направляют в нейтрализатор 3. После взаимодействия с известковым молоком, дополнительного испарения и охлаждения в теплообменнике 5 гидролизат поступает в специальный аппарат 7 для выращивания дрожжей. (Если в качестве сырья используются сульфитные щелока или спиртовая барда, то они поступают в нейтрализатор и далее процесс продолжается по общей схеме.) Здесь гидролизат или барда обогащаются азотом и фосфором, для чего в чан подают сернокислый аммоний и суперфосфат, а из бачка 6 — культуру дрожжей. Полученная масса в сепараторах 8 и вакуум-фильтре 9 частично обезвоживается и поступает в плазмоллизатор 10, где при 80—90°С дрожжевые клетки разрушаются. Образовавшуюся сметанообразную массу после сушки в сушилке 11 упаковывают и отправляют потребителю.

Гидролизный лигнин после обработки представляет собой, как и сажа, активный наполнитель для синтетических каучуков, пластмасс, а также может быть использован как составная часть фенолформальдегидных смол. При химической

переработке лигнина образуются нитролигнин, сульфид, хлорлигнин, ароматические и другие химические соединения, а также активированный уголь, являющийся хорошим поглотителем.

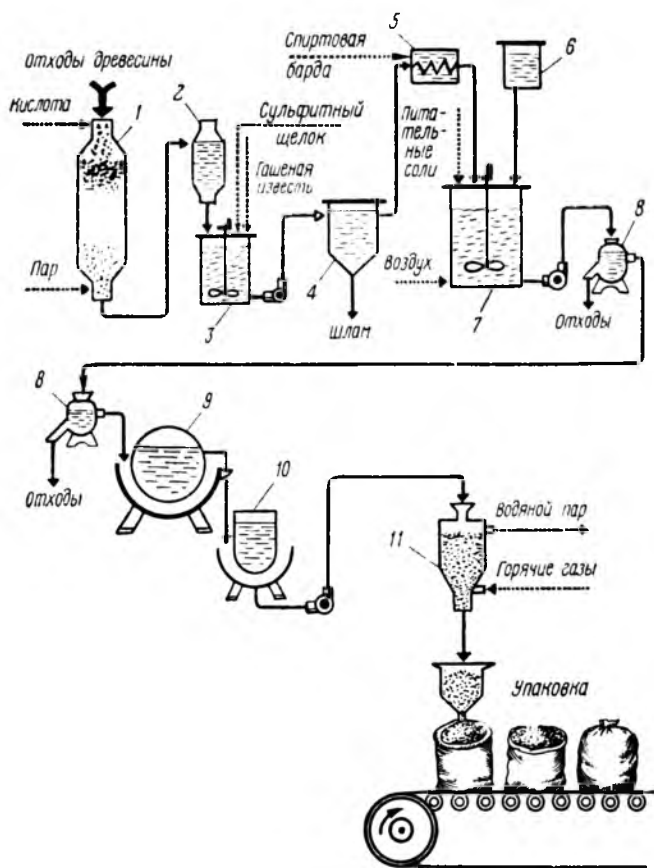


Рис. 49. Схема гидролизного производства дрожжей:

1 — гидролизер; 2 — испаритель; 3 — нейтрализатор; 4 — сборник; 5 — теплообменник; 6 — бак; 7 — аппарат для выращивания дрожжей; 8 — сепаратор; 9 — вакуум-фильтр; 10 — плазмоллизатор; 11 — сушилка

Сульфид, получаемый из нитролигнина, служит для антисептической пропитки тканей, а нитролигнин — как добавка в глинистые растворы при бурении глубоких скважин. Опыты показали, что лигнин повышает урожай картофеля на 3—4 центнера с га.

## Термическая переработка древесины

Углежжение, смолокурение и дегтскурение производства являются старейшими русскими производствами, игравшими значительную роль в экономике дореволюционной России. Эти производства возникли еще в XIV веке. Спустя некоторое время появилось скипидарно-канифольное производство, а в XIX веке начали получать из древесины уксусную кислоту, метиловый спирт и генераторный газ.

Еще в 1791 г. русский академик Т. Ловиц предложил использовать специально приготовленный древесный уголь для очистки воды, а затем и растворов селитры. Производству древесного угля и улучшению его качества всегда уделялось особое внимание, так как большие его количества расходовались не только для нужд металлургии, но и для производства пороха, который почти 500 лет был единственным и универсальным взрывчатым веществом.

В начале XIX века член-корреспондент Петербургской академии наук П. Г. Соболевский, заинтересовавшись газовым освещением, решил разработать прибор, позволяющий получать светильный газ из древесины. Им был сконструирован аппарат, получивший название термолампы. В журнале «Санкт-Петербургский вестник» за 1812 г. в отделе «Наука и художества» отмечается, что «термолампами называются печи, посредством которых чрез пережигание дерева в уголье освещаются и отапливаются покои, и сверх того получается еще деготь и пригорело-древесная кислота, способная заменить во многих случаях обыкновенный уксус...». По методу Соболевского из кубической сажени дров получалось до 50 тыс. кубических футов газа, которого было достаточно для горения 4000 ламп в течение 5 часов.

Смолокурение было в России еще в XII веке, и вскоре смола явилась предметом торговли с заграницей. Позднее Петр I лично наблюдал за увеличением производства смолы, требовавшейся для кораблестроения, и регулировал ее вывоз в другие страны.

В конце XIX века проф. Казанского университета Ф. М. Флавицкий получил из живицы русской сосны канифоль и скипидар, которые по своим свойствам не отличались от французского и американского. Академик В. Е. Тищенко, долгие годы работавший в области лесохимии, будучи доцентом Петербургского университета, издал в 1895 г. интересную книгу «Канифоль и скипидар». В течение только XIX столетия умельцы из крестьян

и рабочих предложили и освоили смолокурные печи, реторты, холодильники и другие аппараты оригинальной конструкции.

Д. И. Менделеев большое внимание уделял развитию отечественной лесохимической промышленности, называя лесохимические продукты исконными русскими товарами.

В России накануне первой мировой войны действовало 6060 смолокурных установок и 850 реторт (казанов) для сухой перегонки древесины, на которых вырабатывалось 91,6 тыс. тонн смолы, 23 тыс. тонн скипидара-сырца, 10 тыс. тонн уксуснокальцевого порошка и 9 тыс. тонн смолы. Углевывжигательные печи Урала в 1913 г. для нужд металлургии переработали на древесный уголь 6,6 млн. складочных кубометров дров. Большинство этих установок имело очень слабое техническое оснащение.

Углежжение и смолокурение за годы Советской власти развились в мощную промышленность пирогенетической переработки (пиролиз) древесины. Пиролиз осуществляется как без доступа воздуха (сухая перегонка), так и с частичной подачей воздуха (газификация).

Сухая перегонка — нагрев древесины в металлических ретортах или специальных печах различных конструкций без доступа воздуха до температуры 400—500°С. При этом древесина, обугливаясь, разлагается на древесный уголь и различные летучие продукты (рис. 50). Уже при 270—300°С реакция разложения идет с выделением тепла. Из летучих продуктов после охлаждения в холодильнике отделяются несконденсировавшиеся газы и жидкие соединения, состоящие из двух слоев: водного (разбавленный раствор различных ценных продуктов, называемый подсмольной водой) и нерастворимой смолы. Из кубометра древесины при этом получают 140—180 килограммов угля, 280—400 килограммов жидких продуктов (вместе с водой) и 80—100 килограммов газов.

До последних лет для сухой перегонки древесины наиболее широко применялись периодически действующие реторты, которые при большом расходе топлива обладали довольно низкой производительностью. Были разработаны новые более экономичные, непрерывно действующие агрегаты, обладающие более высокой производительностью. Из них надо отметить непрерывно действующие канальную печь (с обогревом циркулирующими газами) и реторту, в которой древесина, загружаемая в ее верхнюю часть, движется сверху вниз, соприкасаясь при этом с парогазовой смесью со все более высокой температурой. Работу таких реторт легко автоматизировать, и расходуют они сравни-



тельно мало тепла. В настоящее время в стране действует восемь заводов сухой перегонки древесины.

Как качество угля, так и состав и выход всех других продуктов зависит, как это видно из табл. 7, от сырья (породы дерева) и от условий разложения древесины.

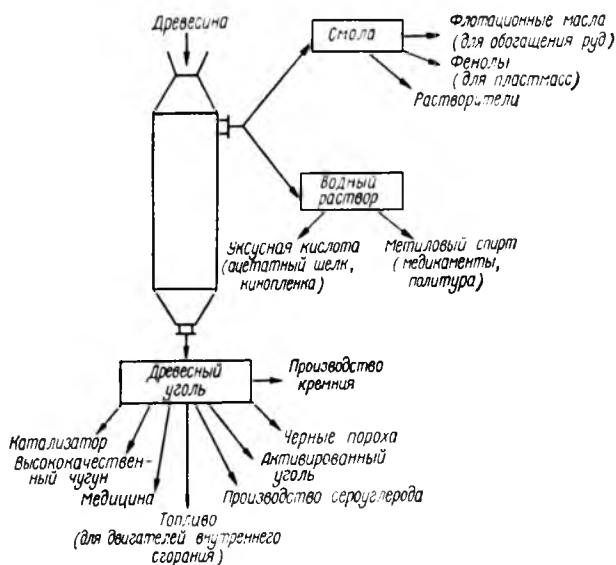


Рис. 50. Схема сухой перегонки древесины и использования полученных продуктов

Таблица 7

Основные продукты сухой перегонки древесины

Порода древесины	Примерный выход, %							
	древесного угля	газа	смолы устойчивой	смолы растворимой	воды	уксусной кислоты	метилового спирта	ацетона
Береза . . . . .	32,5	14	8	8	28	7	1,6	0,9
Ель . . . . .	38	15	8	8	27	2,8	1	0,2
Сосна . . . . .	38	15	12	8	22,4	3,5	0,9	0,2

Таким образом, из кубометра лиственной древесины получают 22—30 килограммов уксусной кислоты, 4—5 килограммов растворителей, 5,5—6 килограммов метилового спирта и другие продукты.

Процессы термического разложения древесины лежат в основе таких производств, как углежжение, смолокурение, собственно сухой перегонки древесины, газификации и энергохимического использования древесины.

Газификация древесины осуществляется в газогенераторах с целью получения более качественного газообразного топлива (высокая температура пламени, легкость регулирования процесса горения, возможность транспортирования на дальние расстояния) при одновременном улавливании из газа различных ценных лесохимических продуктов. В качестве топлива генераторный газ применяется в промышленных энергетических установках и в двигателях внутреннего сгорания.

Из килограмма абсолютно сухой древесины получается 1,6—1,9 кубометра газа (в пересчете на сухой нормальный газ) с теплотворной способностью от 5400 до 6900  $\text{кдж/м}^3$ . В парогазовой смеси, выходящей из генератора, содержится 0,5—2,5% органических кислот, около 0,8% спиртовых продуктов и от 4,5 до 13% смолы. Количество жидких продуктов примерно такое же, как и при сухой перегонке. В определенных условиях газификации можно до 60% древесины перевести в жидкие продукты, которые наполовину состоят из смолы. В настоящее время из продуктов пиролиза древесины вырабатывают различные коптильные жидкости для копчения пищевых продуктов («Вакон», «Вахтоль» и др.), успешно заменяющие дымовое копчение.

В последние годы предложено большое количество различных схем комплексного энергохимического использования отходов древесины. Наряду с горючим газом получают и лесохимические продукты. В Центральном котлотурбинном научно-исследовательском институте (ЦКТИ) проф. В. В. Померанцовым разработана топка-генератор, представляющая, по существу, газогенератор, непосредственно присоединенный к паровому котлу. Установка позволяет из древесных отходов получать горючий газ, два вида смолы, уксуснокальциевую соль и пар при сжигании отходов.

По другой схеме (ЦНИЛХИ—ЦНИИМЭ) при газификации древесины получают газ (для выработки электроэнергии), смолы и уксуснокальциевый порошок. Энергохимическая установка В. А. Ляминя перерабатывает отходы на генераторный газ,

сырую смолу и кислую воду. По этой схеме переработку древесных отходов можно широко механизировать и автоматизировать. Передвижной энергохимический агрегат предложен А. К. Славянским.

Энергохимическая переработка отходов древесины позволяет получить из них важные химические соединения и использовать имеющиеся запасы тепла для энергетических целей.

Древесный уголь применяется в небольших количествах при выплавке чугуна в доменном процессе, в производстве ферросплавов, а также в кузницах и в литейных. Малое содержание золы, незначительные количества серы и фосфора позволяют получать на древесном угле металл высокого качества. Древесный уголь используется как топливо для подогревателей, вагонов-ресторанов и т. д., применяется для изготовления электродов и для цементации (насыщение поверхности углеродом) некоторых стальных изделий, повышающей их твердость и износостойкость, а также в цветной металлургии для получения магния, кремния, в производстве алюминия и для рафинирования (очистки) меди.

Из лиственной древесины, особенно из березы, может быть получен пористый древесный уголь, обладающий хорошей поглощательной способностью (поверхность пор 1 грамма активированного угля колеблется от 160 до 400 квадратных метров). Такой активированный уголь применяется в противогазах, а также для поглощения паров летучих растворителей (для рекуперации), для очистки паточных и глюкозных сиропов, а также водных растворов от красящих веществ (в сахарной промышленности) и в других химических производствах. При добавке в кормовой рацион животных и птиц активированный уголь уменьшает желудочные заболевания, способствуя тем самым сохранению поголовья, повышению веса и удойности. В США ежегодно около 10 тыс. тонн древесного угля идет в корм скоту.

Древесный уголь применяется в качестве катализатора в контактных процессах, как составная часть черных порохов в медицине (при отравлении солями металлов), для производства сероуглерода (необходимого при получении вискозного волокна и целлофана), в быту и в табачной промышленности.

В сыром древесном уксусе, известном под названием жижки, обнаружено 380 разнообразных химических соединений, но промышленное значение имеют немногие.

Уксусная кислота (первая из кислот, которая стала известна человеку в виде уксуса при скисании вина) применяется

для получения ацетилцеллюлозы (а из нее получают пластмассу — целлон, кинолентку, искусственный шелк, ацетон), а также она и ее соли (алюминия, железа, хрома и др.) широко используются в текстильной (как протрава и для закрепления красителей), фармацевтической (для приготовления лекарств), парфюмерной, лакокрасочной (растворитель основы лаков) и других отраслях промышленности. Особенно много уксусной кислоты применяется в пищевой промышленности для изготовления уксусной эссенции и для консервирования пищевых продуктов.

С каждым годом все более расширяется производство сложных эфиров (этилацетата, бутилацетата, амилацетата и др.), являющихся хорошими растворителями для лаков и смол. Лаковые пленки, полученные на основе этих растворителей, не только влагостойки, но и обладая большой прочностью, сохраняют длительное время свою окраску. Эти растворители хорошо смешиваются с другими растворителями и применяются в полиграфической, обувной, мыловаренной и других отраслях промышленности. Выпускаются и смешанные растворители: древесноспиртовый, ацетатнокожевенный, ацетатномебельный, бутилацетатные и другие. И хотя уксусная кислота в больших количествах получается синтетическим путем, все же «древесная кислота» и по настоящее время применяется в ряде отраслей промышленности.

При организации специального уксуснокислотного сухоперегонного производства из 1 складочного кубометра древесины твердых лиственных пород можно получить: 15 килограммов уксусной кислоты (в пересчете на 100%-ную), 25 килограммов смолы, около 100 килограммов древесного угля и 7 килограммов спиртов и растворителей.

Получаемый при сухой перегонке метиловый, или древесный, спирт в небольших количествах идет для производства фармацевтических препаратов, красителей, как добавка к жидкому топливу для повышения его октанового числа. Он также применяется и как исходное сырье для получения формальдегида, диметилсульфата, диметилтерефталата, метилацетата, диметилформамида, ингибиторов, метиламина, антидетонационных смесей (тетраметилсвинец) и др.

Из метилового спирта можно получить формальдегид. При действии аммиака из формальдегида получают гексаметиленetetрамин, используемый в медицине под названием уротропин, для производства мощного взрывчатого вещества — гексо-

гена, лекарственных соединений и красителей. Формальдегид широко применяется как антисептическое, дезодорирующее средство, для дезинфекции, в промышленности пластических масс (феноло-формальдегидных, меламино-формальдегидных, анилино-формальдегидных и мочевино-формальдегидных), в кожевенном деле в качестве дубителя.

Ацетон, который можно получить и из уксусной кислоты и этилового спирта, хорошо растворяет жиры и смолы. Он используется в ряде производств как растворитель и полупродукт (при изготовлении бездымного пороха, ацетатного шелка, для получения лаков, красок, фармацевтических препаратов и в других отраслях химической промышленности).

Активированным углем, пропитанным ацетоном, заполняют стальные баллоны, в которых хранится и перевозится ацетилен под давлением (в одном объеме ацетона растворяется 375 объемов ацетилен).

При сухой перегонке растительного сырья (с катализаторами) получается 3—5% (от веса сухого сырья) фурфурола.

Древесные смолы, получающиеся при любых процессах термического разложения древесины, представляют собой темную, вязкую жидкость, содержащую десятки разнообразных химических соединений (фенолы и их производные, карбоновые кислоты и другие вещества), при переработке которых можно получить сотни новых продуктов.

Состав смолы зависит от вида процесса (сухая перегонка, углежжение, смолокурение, газификация), от исходного сырья (хвойные или лиственные породы, лесосечные отходы, сосновые пни — пневый осмол) и метода выделения ее из сырья. По методу выделения различают отстойные, растворимые и экстракционные смолы.

Выход древесной смолы из кубометра древесины колеблется в довольно широких пределах— от 18 до 55 килограммов. Больше всего в древесных смолах содержится фенолов, органических кислот и их производных.

Растворимые древесные смолы перерабатываются в виде водных растворов. Из древесных смол после соответствующей разгонки на фракции и их дальнейшей переработки можно получить ценные продукты, которые нашли широкое применение в ряде отраслей народного хозяйства. В натуральном виде или после промывки смолу можно применять для просмолки канатов, судостроительной пакли и в качестве мягчителя в резиновой промышленности.

При фракционированной разгонке смолы сперва отбирается кислая вода, затем легкие масла (при температуре до 175—180°), затем креозотовое масло (в пределах 180—240°), далее антиокислитель (240—310°), тяжелые масла (выше 280°) и пек. При обработке смолы (без предварительной разгонки или после нее) химическими соединениями получают разнообразные продукты на основе фенолов: гербициды, связующие, дубители, поверхностно-активные вещества и др.

Из креозотового масла получают флотационные масла, а также и такие продукты, как креолин и медицинский креозот.

Фенолы растворимых смол используются для производства полифенольного лесохимического понизителя вязкости (ПФЛХ) бурильных промывочных растворов. Он не только ускоряет проходку скважин, но и значительно уменьшает осложнения, встречающиеся при бурении скважин в тяжелых геологических условиях. Эти фенолы служат для изготовления связующих, которые с большой эффективностью используются в производстве древесноволокнистых и древесностружечных плит. Подсчитано, что при замене мочевино-формальдегидных смол, которые применяются в настоящее время для этой цели, лесохимическими фенолами высвобождаются сотни тысяч тонн мочевины.

Фенолы и формальдегид в большом количестве применяются для получения синтетических смол, так называемых фенопластов. Чистые литые смолы (без наполнителя и других веществ) имеют прозрачный янтарно-желтый цвет, заменяя иногда натуральный янтарь. При желании могут быть получены смолы белого цвета и других расцветок. Такие литые смолы используются в основном для производства электроизоляторов и различных галантерейных изделий: пуговиц, бус, мундштуков, различных украшений. Феноло-формальдегидные смолы бывают новолачные и резольные. Новолачная смола термoplastична, т. е. способна при нагревании расплавляться, а при охлаждении застывать, сохраняя все свои первоначальные свойства. Резольные смолы — это такие феноло-формальдегидные смолы, которые способны под влиянием нагрева переходить в неплавкое и нерастворимое состояние.

Феноло-формальдегидная смола применяется для производства бакелитовых лаков, различных слоистых пластмасс и пресс-порошков. Для последней цели смолу смешивают с красителями и наполнителями (обычно с древесной мукой), которые не

только удешевляют будущее изделие, но и улучшают его физико-механические свойства.

Примерный состав пресспорошка (в %) следующий:

Смола (новолачная) . . . . .	40—45	Стеарат кальция (в качестве	
Древесная мука . . . . .	40—50	смазки) . . . . .	1,5
Уротропин (отвердитель) . . . . .	6—8	Краситель . . . . .	1,5

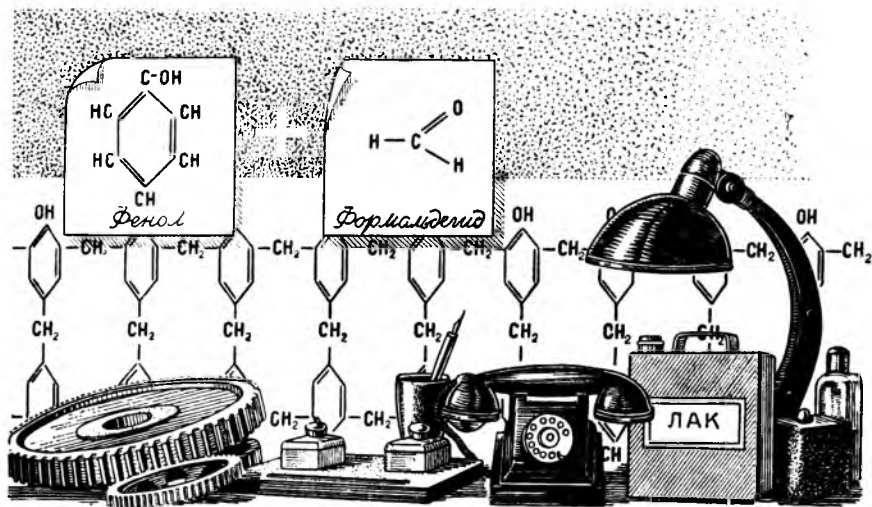


Рис. 51. Получение феноло-формальдегидной смолы и ее использование

Такой порошок в пресс-форме легко превратить во всевозможные изделия для радиотехнической, машиностроительной и электротехнической промышленности, быта, связи (рис. 51). Раствором фенолальдегидной смолы легко пропитываются бумаги, ткани, стеклянное волокно, фанера, древесные отходы. Таким образом получают гетинакс (в основе бумага), текстолит (в основе ткань), стеклотекстолит (стеклянная ткань), бакелитовую фанеру, древеснослоистые пластики (в основе шпон — тонко лущеная древесина) и пр. Пропитывая фенолальдегидной смолой асбестовое волокно, получают новую пластмассу — фаолит, не боящуюся кислот.

Из фенопластов и слоистых пластиков изготовляют трубы, листы, стержни, ролики эскалаторов, бесшумные шестерни,

детали химической аппаратуры, тормозные колодки, моторные лодки и многое другое.

Водорастворимые бакелитовые клеи употребляются для производства древесностружечных плит.

Тонкостенные формы для литья металла изготавливают из песка и феноло-формальдегидной смолы (в качестве связующего материала). Такой метод литья позволяет не только сократить производственный цикл и полностью механизировать литейное производство, но и получать точные отливки деталей (точностью до 0,2—0,4 мм на 100 мм) и тем самым уменьшить расход металла.

Следует подчеркнуть, что материалы, необходимые для изготовления фенопластов (фенол, формальдегид, древесная мука, уротропин), могут быть получены из древесины. До 50% синтетического фенола в рецептуре феноло-формальдегидных смол можно заменить щелочным лигнином и получить феноло-лигнинно-формальдегидные смолы. Древесная мука входит в состав взрывчатых веществ, линолеума, линкруста. Из фенолов изготавливают гербициды (например, типа 2,4-Д) для нужд сельского хозяйства, искусственные дубители — синтаны, понизители вязкости растворов, необходимые при бурении скважин.

Флотационные масла из древесных смол с успехом заменяют дефицитные соединения, применяемые в качестве пенообразователя при обогащении руд, что имеет большое значение для дальнейшего развития цветной металлургии.

Древесносмоляной креолин, получаемый при варке древесных смол с канифолью и щелочью, применяется в виде 2,5%-ной эмульсии в воде в ветеринарии для дезинфекции и лечения от чесотки овец и других животных.

Креозот (креозотовое масло, смесь фенолов и ароматических углеводородов) благодаря своему антисептическому и противопаразитному действию применяется в медицине. Из креозота букового дегтя может быть выделен гваякол — ценное вещество, применяемое для синтеза ванилина и лекарственных веществ.

При температуре 240—300°С отгоняется антиокислитель, который добавляется в небольших количествах к бензину, получаемому при крекинг-процессе. Антиокислитель (0,07—0,15% от веса бензина) задерживает (тормозит) процессы окисления и полимеризации непредельных соединений, имеющихся в бензине, и тем самым уменьшает процесс образования нагара в цилиндре двигателя.



При разгонке смолы при температуре свыше  $280-310^{\circ}\text{C}$  начинают отгоняться тяжелые масла, и в результате остается древесносмоляной пек, теплотворная способность которого равна примерно  $33\,500\text{ кДж/кг}$ . Он может быть использован в качестве топлива, а также как сырье для получения некоторых продуктов. Пек может быть применен как основной крепитель для чугунного литья (50 весовых частей пека, 30 частей сульфитноспиртовой барды и 20 частей формовочной глины) и для производства древеснопекового пластификатора. С этой целью пек расплавляют и обрабатывают водным раствором едкого натра. Килограмм пластификатора позволяет сэкономить примерно 100 килограммов цемента или 350 килограммов извести, повышает морозостойкость растворов и улучшает их качество.

В дорожном строительстве пек применяется как связующая и водоотталкивающая добавка к дорожному грунту. В обувной промышленности пек используется в виде протирочного вара для заполнения промежутков между подошвой и стелькой обуви.

В жидких продуктах сухой перегонки древесины содержится небольшое количество фурфурола, значение которого было отмечено выше, а также силван, фуран и ацетальдегид. Исследования показали, что из кубометра березовой древесины, предварительно пропитанной серной кислотой, можно получить в составе жижки более 12 килограммов фурфурола.

Древесные смолы применяются, кроме того, для консервирования древесины, в производстве кровельного толя (для пропитки картона), как связующее при изготовлении активированного угля, в качестве мягчителя в резиновой промышленности (сосновая смола) и т. д.

Получение смолы термическим разложением сосновой древесины (рис. 52) сосредоточено в особой отрасли промышленности — смоло-скипидарном производстве (смолокурении). При нагревании древесины, богатой смолой, при температуре в пределах  $100-200^{\circ}\text{C}$  выделяются скипидар и водяные пары, затем при  $200-250^{\circ}\text{C}$  — смола и при дальнейшем повышении температуры — продукты сухой перегонки дерева. Из складочного кубометра пневого осмола весом 300 килограммов выделяется примерно 70 килограммов угля, 33,8 килограмма безводной смолы, 14,8 килограмма скипидара и другие продукты.

Сосновая смола используется для просмолки канатов, сетей и снастей в рыбной и пенько-джутовой промышленности,

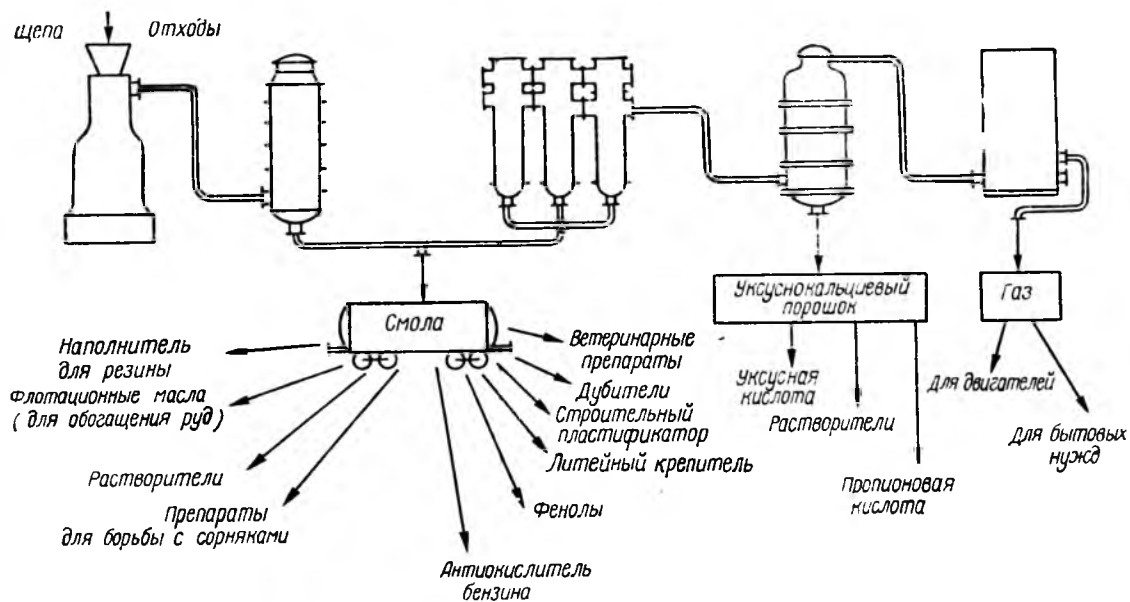


Рис. 52. Получение смол термическим разложением древесины и их использование

в судостроении, строительном деле, в качестве мягчителя для приготовления колесной мази, вара (в текстильной промышленности и сапожно-шорном производстве).

Масла березовой смолы используются в качестве заменителя пластификатора для полихлорвиниловой смолы. Кроме того, березовая смола является основой черного смоляного лака — сальватора, который служит для окраски железных кровель, деревянных конструкций и т. д.

Дегтекурное производство — процесс сухой перегонки, основная цель которого — получение берестового дегтя. Сырьем для сухой перегонки в этом производстве служит наружный слой березы — береста, которую снимают со срубленных или с растущих деревьев в период их цветения. Выход дегтя (по весу) из чистой (без примесей луба) воздушносухой бересты составляет около 30%. В среднем принято считать, что с кубометра березовой древесины получается до 10 килограммов бересты.

Березовый деготь — густая, вязкая, маслянистая и неклеякая на ощупь жидкость черного цвета с голубовато-зеленым или зеленовато-синим отливом, с сильным специфическим запахом. Основным потребителем дегтя является кожевенная промышленность, где он идет для выделки кож и для предохранения кожаных изделий от гниения при длительном хранении. Очищенный деготь применяется также в парфюмерной промышленности, в медицине (в ветеринарных препаратах для лечения кожных заболеваний).

## Канифольное производство

Древесина, кроме углеводов (целлюлозы и гемицеллюлоз) и лигнина, содержит еще различные соединения, слабо связанные с тканью древесины и сравнительно легко извлекаемые. Это и послужило основанием для создания смоло-скипидарных и канифольных производств.

Сосновую смолу, которая давно известна под названием живицы (название основано на старинном поверье о способности смолы заживлять рану на дереве), или терпентина, получают путем подсочки сосны или экстракцией пневого осмола. При поверхностном ранении дерева смола под повышенным давлением вытекает наружу. С одной сосны в течение сезона можно получить от 0,4 до 1,8 килограмма живицы, содержащей

17—13% скипидара и 62—65% смоляных кислот. Кедр дает вдвое меньше живицы.

Подсочка сосны (рис. 53) в настоящее время проводится на огромных площадях (более 2,4 млн. га) сосновых насаждений. Ежегодно собирают более 180 тыс. тонн живицы. В последние годы все большее применение на подсочке находят стимуляторы смолывыделения: серная кислота, хлорная известь, сульфитно-спиртовая барда и сульфитно-дрожжевая бражка (последние две жидкости, по-видимому, стимулируют также и смолообразование), которые повышают выход живицы. По добыче живицы и производству живичной канифоли наша страна занимает первое место в мире. Из живицы получают почти 90% всей вырабатываемой в СССР канифоли и 60% скипидара.

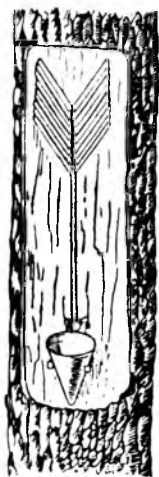


Рис. 53. Схема подсочки сосны

Живица, полученная при подсочке сосны или кедра, поступает в канифольно-терпентинное производство, где ее освобождают от примесей (сора, воды) и затем подвергают перегонке. При перегонке живицы с водяным паром отгоняется ее летучая часть — скипидар и остается канифоль.

Канифоль и скипидар применяются в 80 различных производствах. Так, канифоль идет для получения мыла, которое хорошо растворяется в воде, растворяет жиры, хорошо мылится и пенится. Канифоль широко применяется для проклейки бумаги, для изготовления лаков, красок и олиф, а также в кабельной, кожевенной, нефтяной, резиновой промышленности, в производстве сургуча, линолеума, смазок и других веществ.

Общезвестно применение канифоли для устранения скольжения приводных ремней, смычков, при пайке и лужении металлов. Из канифоли получают целый ряд эфиров, из которых наибольшее практическое значение получили глицериновый (эфир гарпиуса) и пентаэритритовый эфиры, получившие применение в лакокрасочной промышленности и полиграфическом производстве. Лак на основе канифоли известен своими диэлектрическими свойствами и идет для пропитки обмотки электрических машин.

Живичный скипидар, или терпентинное масло, применяется в медицине как растворитель для приготовления

лаков, красок (для живописи), различных паст и мастик, используется как растворитель смол, жиров, каучука, а также является основным источником для производства синтетической камфары, флотационных масел, терпингидрата (а из него терпинеола) и ряда других химических соединений.

В состав живичного скипидара входят терпеновые углеводороды с общей формулой  $C_{10}H_{16}$ . При переработке тонны живичного скипидара получают 660 килограммов технического пинена и 210 килограммов кареновой фракции. Из пинена вырабатывают полихлорпинен, успешно применяющийся для борьбы с насекомыми — вредителями сельского хозяйства. На основе кареновой фракции выпускаются терпеноколлоксилиновые лаки и флотореагенты.

Особенно большое значение имеет производство камфары, которая используется для приготовления целлулоида, небьющегося стекла «триплекс», для стабилизации бездымных порохов и в медицине. Первый камфарный цех был пущен еще в 1937 г. на Киевском канифольно-терпентинном заводе. По методу этого завода начали получать камфару и за рубежом.

Терпинеол применяется в качестве растворителя, пластификатора и как душистое вещество для производства мыла, косметических продуктов и в парфюмерии. Кроме терпинеола, из составных частей скипидара синтезируют душистые вещества: эленол, эленилацетат, верникол и светленаль.

Канифоль, скипидар и другие смолистые вещества могут быть извлечены из пневого осмола и методом экстрагирования (рис. 54). Экстракция измельченной древесины ведется бензином в особых аппаратах. Из раствора отгоняют скипидар, растворитель (бензин), который возвращают в производство, флотационное масло, остаток представляет собой канифоль. Таким методом из складочного кубометра древесины можно получить около 40 килограммов канифоли, 8 килограммов скипидара и 1,5 килограмма флотационного масла. Канифольно-экстракционные заводы в настоящее время перерабатывают от 25 до 50 тыс. плотных кубометров пневого соснового осмола в год.

Батарейно-дефлегмационный метод экстракции пневого осмола позволяет автоматизировать процесс, снизить расход пара и значительно сократить капитальные затраты. На Вахтанском канифольно-экстракционном заводе осваивается непрерывно действующий экстрактор производительностью 15 тыс. кубометров осмола в год.

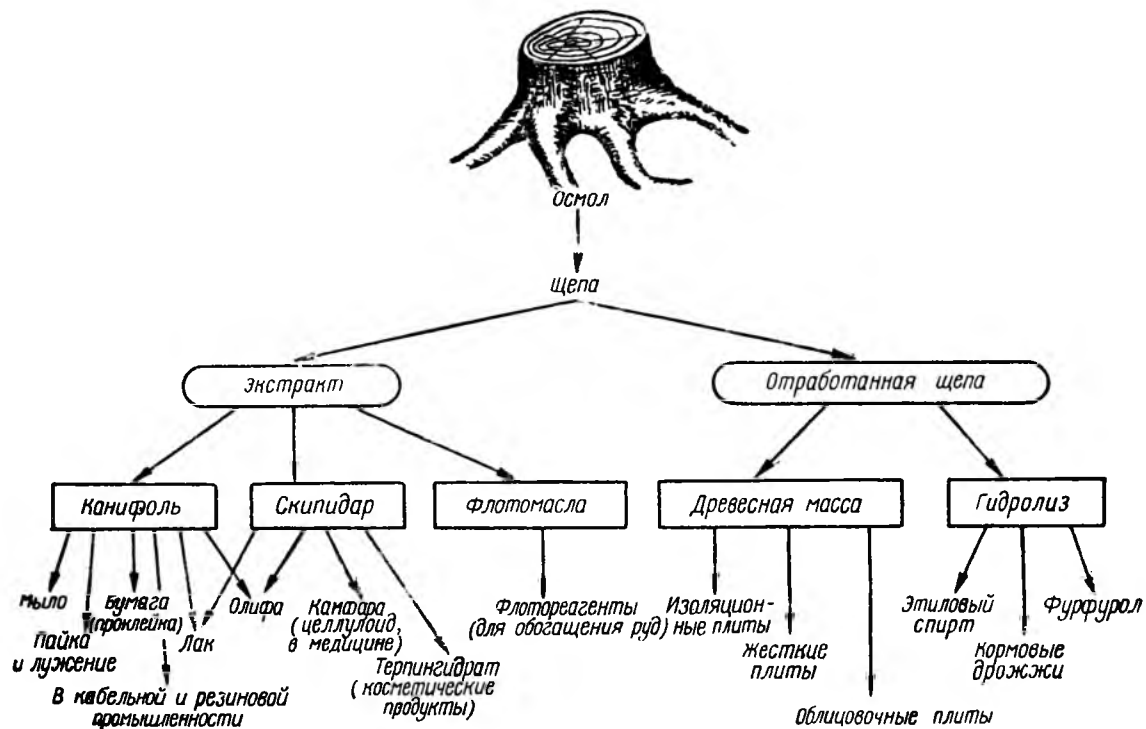


Рис. 54. Схема комплексной переработки соснового пня (осмо́ла)

Еловая канифоль от сосновой отличается по внешнему виду и свойствам. Дополнительным окислением из еловой канифоли получают твердую, хрупкую смолу почти черного цвета, получившую название абетиновой. Эта смола используется как заменитель шеллака в производстве граммофонных пластинок, а также для получения специальных лаков и других веществ.

Лиственничная камедь извлекается горячей водой ( $80^{\circ}\text{C}$ ) или слабой уксусной кислотой (0,2%-ной) из древесины лиственницы, измельченной в мелкую щепу. Применяется в текстильной и спичечной промышленности как склеивающее вещество, а также при изготовлении акварельных красок, чернил и т. п.

Кожа, идущая на производство обуви, кожгалантерейных, шорноседельных и технических изделий, должна иметь повышенную прочность, химическую и термическую стойкость и возможно меньшую способность поглощать влагу. Все эти свойства кожа приобретает после ее обработки химическими соединениями, называемыми дубителями. Применяют природные и искусственные дубители. Последние включают как простые органические соединения, так и разнообразные высокомолекулярные вещества. Одним из простейших органических соединений, используемых в качестве дубителя, является формалин. Он применяется для выделки белой кожи.

В кожевенном деле также находят применение и высокомолекулярные синтетические дубильные вещества — синтаны. Это — продукты конденсации бета-нафтилсульфокислот с формалином, а также различных фенолсульфокислот с формалином. Наиболее высокими дубящими свойствами обладают синтаны на основе продуктов конденсации резорцина с формальдегидом.

Для дубления кожи используют и лигносульфовую кислоту, которую для этой цели обычно смешивают с растительными дубителями.

Дубильные экстракты — это упаренные водные вытяжки из растительных дубильных материалов. Такие экстракты способны превращать после специальной подготовки шкуру животных в кожу или мех, т. е. придавать ей гибкость, мягкость, стойкость против загнивания и против набухания в воде.

В основном для получения дубильных веществ применяют кору дуба, ивы, ели и древесину дуба. Сотни тысяч кубометров ценной древесины ежегодно вырубают для этой цели. Различают жидкие (45—50% воды), твердые (17—20% воды)

и порошкообразные (5—7% воды) дубильные экстракты. Оставшуюся одубину после экстрагирования дубителей из древесины используют для получения фурфурола. Известно большое количество методов получения искусственных дубителей — синтанов. Мировое производство дубильных веществ растительного происхождения превышает 500 тыс. тонн в год.

Процесс дубления используется в фотографии для повышения механической прочности светочувствительного слоя фотографических материалов. Для этой цели применяют уксуснокислый хром, формалин и другие дубильные вещества, которые вводят в эмульсию в процессе изготовления фотографических материалов.

Использование синтетических дубителей дает экономию, исчисляемую десятками миллионов рублей, и сохраняет большое количество ценных деревьев. К этому надо добавить, что и капиталовложения для строительства цехов и заводов синтетических дубителей меньше по сравнению с капитальными затратами, необходимыми для заводов растительных дубителей. Но самое важное заключается в том, что применение синтетических дубителей позволило сократить время обработки кожи и автоматизировать этот трудоемкий процесс.

## **Получение гербицидов, кормовых продуктов, лекарственных и других веществ**

Листва, опадающая с деревьев осенью, не только возвращает в почву различные химические элементы (в том числе азот), но и отдает большое количество органических веществ, синтезированных листьями. Таким образом, почва в лесу постепенно становится все плодороднее.

Килограмм лесохимических гербицидов<sup>1</sup> из фенолов типа 2,4-Д, внесенный на гектар почвы, повышает урожай зерновых на 3—6 центнеров.

Такой ядохимикат, как полихлорпинен (хлортен), уничтожает свекловичного долгоносика и колорадского жука. Ядохимикаты (рис. 55), получаемые лесохимиками, по своему действию аналогичны ДДТ, но безвредны для пчел. Установлено, что древесина канадской ели содержит вещества, являющиеся ядохимикатами.

<sup>1</sup> От латинских слов *герба* — трава и *цидо* — убиваю — химические соединения, применяемые для борьбы с сорняками.



Из хвои деревьев могут быть быстро изготовлены легко перевариваемые кормовые продукты. Древесная зелень вместе с древесиной и корой молодых веток может быть использована в качестве корма непосредственно или в виде силоса или зеленой муки.

Древесная хвоя содержит витамины, микроэлементы: фосфор, железо, марганец, медь, кальций и другие полезные для развития животного организма соединения и в том числе фитонциды, предохраняющие животных от заболеваний заразными болезнями.

Хвойно - витаминная мука из хвойной ели и пихты содержит большое количество витаминов и микроэлементов. По содержанию питательных веществ она может быть приравнена сене, а витаминами и каротином она гораздо богаче любого другого корма. Килограмм хвойно-витаминной муки примерно соответствует 0,25—0,30 кормовой единицы. Добавка 3% хвойной муки к корму свиней, коров, цыплят увеличивает прирост их живого веса, улучшает вкусовые и питательные качества молока и мяса. В ходе лесозаготовок в лесу ежегодно остается 17—18 млн. тонн зелени, которая может быть использована для производства такой муки. Следует также организовывать животноводческие фермы на многочисленных лесных угодьях, имеющих в большинстве леспромхозов.

Сульфитные шелока, полученные при варке целлюлозы с аммонийным основанием, могут быть использованы для связывания частиц почвы. При этом образуется корка, сохраняющаяся в течение 6 недель и препятствующая выветриванию почвы.



Рис. 55. Ядохимикаты, получаемые лесохимиками, обладают сильным действием

В течение многих веков медицина, особенно народная, широко применяет для лечебных целей различные лекарственные вещества растительного происхождения. Издавна бытует такое выражение: «Три орудия есть у врача: слово, растение и нож». Примерно 50% всех применяемых лекарственных средств изготовлено из растений (рис. 56). Сохранились некоторые старинные рукописные «травники», где указывались средства народной медицины. И хотя не все растения, применявшиеся как меди-



Рис. 56. Много лекарственных соединений дают зеленые насаждения

каменты, обладали целебными свойствами, многие из них имеют практический интерес и в настоящее время. Так, издавна было известно, что подорожник лечит ожоги и раны; теперь установлено, что народный способ лечения гастритов соком подорожника является довольно действенным. С давних времен известно, что настой березового гриба (чага) — тонизирующее средство, уменьшающее боль; кора крушины — слабительное; сосновые почки — мочегонное средство; настой ягод черемухи применяется при энтероколитах, сок ивовой коры успокаивает ревматические боли и снижает температуру, отвар луба амурского бархата — хорошее жаропонижающее средство, настой

коры дуба используется для полоскания рта и гортани при воспалительных процессах. Настой каштановых листьев рекомендуется при коклюше и воспалении верхних дыхательных путей.

Широко используется и кизил: настойка цветов, навар измельченных косточек — для лечения лихорадки, а кизиловое варенье — при простудных и желудочных заболеваниях. Живой фабрикой лекарственных средств является небольшое дерево саркоцефалус, растущее в Западной Африке. Настой его коры применяется при малокровии и малярии, а отвар древесины — при болезнях желудка. Кора дерева помогает также при зубной боли (для этого ее жуют). Высушенные корни обладают обеззараживающими свойствами. Отваром листьев лечат дизентерию, а сами листья используются для компрессов.

Известно, что деревья и кустарники выделяют большое количество летучих фитонцидов, убивающих микробы. Еще в 1787 г. журнал «Экономический магазин» в статье «Некоторые замечания о черемухе» указывал, что «мужики брали ветви сего дерева и обкладывали ими себя и свой скот, предохраняя от порчи и колдовства». Это понятно, так как в живых клетках растений содержится, кроме фитонцидов, большое количество различных лечебных соединений: хлорофилл, бета-ситостерин, витамины и другие вещества, успешно способствующие укреплению здоровья человека.

Камфара, получаемая из эфирного масла пихты, — одно из лучших средств для лечения ряда болезней сердца. Камфарное масло применяется для наружных растираний. Раствор камифоли с салолом защищает кожу человека от раздражений пеком<sup>1</sup>.

Пихтовая мазь быстро исцеляет раны, порошки из коры пихты и из ее игл рекомендуются для лечения ряда болезней.

В больших количествах в растениях содержится аскорбиновая кислота (витамин С) и каротин (провитамин А). Подсчитано, что в сжигаемых каждый год зеленых отходах лесозаготовок содержится примерно около 20 000 тонн аскорбиновой кислоты и 1 500 тонн каротина, т. е. количество, могущее почти полностью удовлетворить потребность населения Советского Союза.

Из фуруурола, как указано выше, готовят фурацилин — препарат, используемый для заживления ран и ожогов, а также фуразидин, фурамицид и другие лечебные соединения.

Проблемная лаборатория, созданная в 1960 г. при Ленинградской лесотехнической академии имени С. М. Кирова, под руководством Ф. Т. Солодкого проделала большую работу по использованию живых элементов дерева для получения лечебных и пищевых продуктов. Кроме общеизвестного хвойного экстракта для ванн и витаминного питания из хвои, разработана технология производства хлорофиллина натрия, оказывающего положительное действие при лечении заболевания крови, язвенной болезни и гипертонии. Лаборатория предложила хлорофилло-каротиновую пасту, которую в профилактических целях вводят в зубную пасту («Лесная»), мыло, крем для бритья и т. д. Можно еще указать иодфитолизин (для лечения грибковых заболеваний), препарат пинабин (для лечения почечно-

---

<sup>1</sup> Пек — продукт перегонки каменного угля, нефти и некоторых смол.

каменной болезни) и другие лекарственные вещества. Во все эти лечебные средства входят хвойные экстракты. Разработан метод получения концентрата бета-каротина — провитамина А и выделения из сульфатного мыла (отхода целлюлозного производства) бета-ситостерина. Подсчитано, что если использовать бета-ситостерин, содержащийся в сульфатном мыле, то можно обеспечить лечебными средствами многих больных, страдающих склерозом. Отечественные ученые предложили также новую технологию производства бета-ситостерина из таллового пека.

Известны такие дезинфицирующие средства, как лизол (раствор креозола в калийном мыле), лизоформ (раствор формалина в калийном мыле) и др.

Эфирные масла извлекают из различных растений при перегонке с водяным паром, растворителями, настаиванием или отжиманием. Выход их колеблется в пределах 0,01—5%. Эфирные масла широко применяются в парфюмерии, медицине и технике. Для получения эфирных масел используют эвкалипт и хвою пихты, сосны, кедра и ели (мелкие молодые покрытые хвоей веточки длиной до 40 см и толщиной до 8 мм).

Большую ценность представляет пихтовое масло. Из сока коры (живицы) сибирской пихты получают канадский бальзам, применяемый в оптике для склеивания призм, линз, для приготовления постоянных препаратов в микроскопической технике.

Можно бы еще напомнить о большом количестве различных растительных (крахмал, натуральный каучук) и синтетических клеев. Так, водный раствор метилцеллюлозы заменяет гуммиарабик.

Выщелачиванием древесной золы (и последующим выпариванием и прокаливанием) ранее получали поташ<sup>1</sup> ( $K_2CO_3$ ), употребляемый в производстве хрусталя, жидкого мыла и др.

## **КОМПОЗИЦИИ МАТЕРИАЛОВ ИЗ ДРЕВЕСИНЫ И СВЯЗУЮЩИХ**

Наша страна занимает первое место по объему промышленного, сельскохозяйственного и железнодорожного строительства. В среднем каждый день строители вводят в эксплуатацию более 500 благоустроенных квартир и свыше 1000 домов в деревнях,

---

<sup>1</sup> От голландского *potas: pot* — горшок, *as* — зола.

т. е. больше, чем во всех капиталистических странах Европы, вместе взятых. За текущую пятилетку новую жилплощадь получают примерно 65 млн. человек.

Осуществление грандиозного строительства в нашей стране требует колоссального развития промышленности строительных

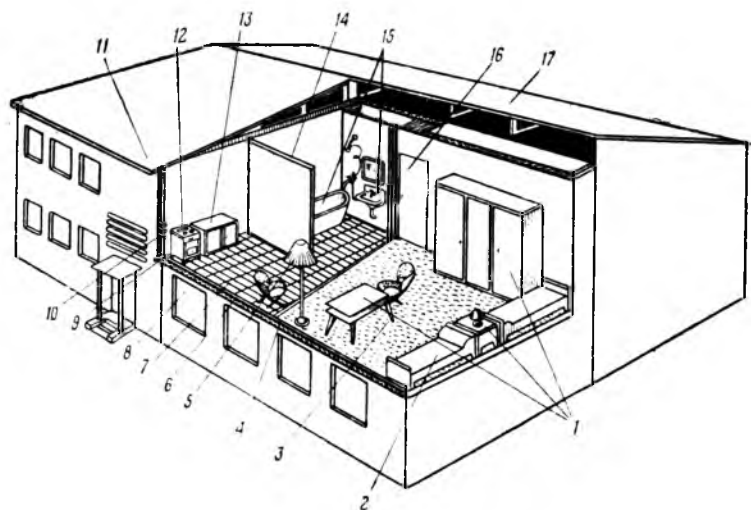


Рис. 57. Использование синтетических материалов в жилом доме:

1 — шкаф, стол, тумбочка из древесностружечных плит, отделанные декоративными пластиками; 2 — мягкая мебель из пенопластов; 3 — линолеум из коллоксилина; 4 — звуко- непроницаемая перегородка из фибролита; 5 — абажур из пленки; 6 — черный пол из древесных плит; 7 — плитки из ксилолита для пола в кухне; 8 — органическое стекло; 9 — электропроводка с изоляцией из высокомолекулярных соединений; 10 — водопроводные, канализационные и газовые трубы из пропитанной фанеры или фенопласта; 11 — перегородки из легких плит; 12 — газовая плита из стеклопластика; 13 — столик кухонный из древесностружечных плит с отделкой облицовочным пластиком; 14 — перегородка из древесностружечных плит; 15 — ванна и умывальник из пластика; 16 — дверь из древесноволокнистых плит, отделанная декоративным пластиком; 17 — кровля из рубероида или стеклопластика

материалов. Большое значение получает применение новых синтетических материалов и особенно материалов на основе древесины. Их с успехом используют как конструктивный, отделочный, облицовочный, термоизоляционный и кровельный материал, а также для производства различных строительных изделий и деталей (рис. 57).

Применение подобных материалов дает возможность не только ускорить темпы и снизить стоимость строительства, но

и сократить транспортные расходы и улучшить отделочные работы. Новые материалы позволяют совершенно по-новому решать вопросы конструирования полов, потолков, перегородок (можно устанавливать внутри квартиры легко передвигаемые перегородки), кровли, уменьшают трудоемкость изготовления деталей и их сборки и способствуют осуществлению дальнейшей индустриализации строительных работ.

С каждым годом все большее применение в машиностроении и других отраслях промышленности находят изделия и детали из прессованной древесины и различных древесных пластиков.

Физические и механические свойства древесины могут быть значительно улучшены соответствующей обработкой цельной или измельченной древесины, или ее отходов (ветвей, опилок, стружки, щепы и пр.). Обработка древесины при механическом, термическом и часто химическом воздействии приводит к изменениям ее химического состава и физического состояния. Древесные материалы после такой обработки обладают большой стабильностью, высокой удельной прочностью. Их можно обрабатывать резанием, отливать в соответствующих формах и штамповать.

Искусственные материалы из древесины и продуктов ее переработки могут быть получены несколькими методами:

1. Скленванием и армированием балок.
2. Прессованием (пластификацией) древесины.
3. Прессованием дробленых отходов древесины.
4. Прессованием отдельных листов (шпона, бумаги, картона).

Еще до Великой Октябрьской социалистической революции был предложен ряд способов утилизации отходов древесины и улучшения производства фанеры. Так, в 1843 г. был применен новый способ изготовления фанеры — склеивание тонких листов шпона перпендикулярно направлению волокон соседних слоев. Этот способ так и получил название «русский».

Д. Брянский и А. Садовский в 1861 г. разработали способ приготовления искусственной, заменяющей дерево, массы из молотой древесной коры, опилок, столярного клея и муки.

Инженер-технолог А. Лидов запатентовал в 1887 г. способ приготовления нового вещества, которое он назвал «целлолом». Оно получалось при обработке клетчатки соляной кислотой и последующей промывке и прессовании полученной массы.

Строительные конструкции, склеенные из брусьев и досок, оказывают сопротивление по всей площади склеивания,

в то время как в случае соединения, например, на гвоздях, шпонках, напряжение воспринимается в отдельных точках. Таким образом изготавливают клееные балки, отличающиеся своей легкостью, большой жесткостью и значительной несущей способностью. Из клееных арок, например, создан каркас крытого рынка в Бельгии с пролетом 135 метров. Обходятся эти материалы на 30—40 процентов дешевле железобетонных и стальных.

Прочность деревянных балок можно повысить их армированием. С этой целью в балке вырезают пазы, в которые укладывают прутки из стали и стекловолокна и заливают эпоксидными смолами. Прочность подобных балок (испытаны на нескольких стройках Чехословакии) более чем в 1,5 раза превышает прочность обычных деревянных балок тех же размеров.

Большое количество цветных металлов и антифрикционных чугунов используется для изготовления различных трущихся деталей машин и механизмов. До половины всех подшипников скользящего трения современных машин можно изготовить, применяя вместо металла пластмассы и в том числе древеснослоистые пластики (ДСП) и прессованную древесину (ПД), т. е. древесину, подвергнутую горячему прессованию в пресс-формах (бруски и другие заготовки). Древесина, предварительно пропитанная химическими соединениями (например, аммиаком), спрессовывается при давлении 100—300 кгс/см<sup>2</sup> и температуре 130—150° С до половины своего начального объема.

В Советском Союзе пластификация древесины осуществляется в передвижных или в стационарных пресс-формах.

По своим физико-механическим свойствам цельная прессованная древесина превосходит общеизвестные породы дерева и, отличаясь своей износостойкостью, с успехом заменяет и такие твердые виды древесины, как железное дерево и бакаут. Она впитывает смазочные масла и может длительное время работать на самосмазке.

Прессованию подвергают древесину березы, ольхи, осины и других лиственных пород, а для изготовления трущихся деталей, работающих в воде или кислотных средах, — древесину лиственницы. Способ прессования выбирают, исходя из назначения, конструкции и условий работы будущей детали. Известно, что прессованная древесина способна гасить вибрации. Теплопроводность такой древесины меньше, чем бронзы.

По одной из технологических схем заготовки или обрезки пиломатериалов погружают в ванну с маслом и выдерживают

в течение 20—30 минут при 120—135° С. Затем их укладывают в пресс-формы (крайние заготовки торцевой поверхностью наружу, внутренние в шахматном порядке) и прессуют поперек волокон. Прессованная древесина обладает высокими механическими свойствами, из нее изготавливают челноки для ткацких станков, вкладыши для подшипников (для прокатных станов, мостовых кранов, водяных турбин), погонялки, шестерни и другие детали. Втулки из прессованной древесины не уступают втулкам из бронзы, а при смазке водой по продолжительности работы превосходят их в 4—5 раз, опорные шейки валов при этом не изнашиваются. При изготовлении 4 млн. челноков, необходимых нашей текстильной промышленности, потребовалось бы 52 000 кубометров высококачественной древесины, 97—98% которой пошло бы в отходы.

Из прессованной древесины могут быть изготовлены ролики, триеры, шатуны комбайнов, колесные втулки плугов и культиваторов, ползуны лесопильных рам, бесшумные шестерни, выколотки, шары для шаровых мельниц. Она может служить отличным материалом для подкладок под рельсы, а также для тормозных колодок.

Подшипники из такого материала очень хорошо работают в абразивной среде, так как попавшие в ходе работы пыль, песок, землю, металлические стружки они вбирают в себя и тем самым предохраняют вал от преждевременного износа. Вал в таких случаях сохраняется гораздо лучше, чем при баббитовых и бронзовых подшипниках.

По данным одного из заводов кузнечно-прессового оборудования, подшипники из прессованной древесины работают 2 года, в то время как подшипники из бронзы всего 10 месяцев, из чугуна 6 месяцев. (Если принять стоимость подшипника из прессованной древесины за единицу, то подшипник из чугуна стоит в 2 раза дороже, а из бронзы — в 10 раз.) Если заменить прессованной древесиной только тысячу тонн текстолита в подшипниках прокатных станов, то будет сэкономлено 5 млн. метров ткани и более 400 тонн фенола.

В Институте химии древесины Латвийской академии наук путем пропитки брусков нужных размеров (лучше из березы) в 21—25%-ном растворе аммиака при 15—20° С и прессования под давлением 80 ат получен материал с объемным весом 1,0—1,3 г/см<sup>3</sup>.

Заготовки древесины можно пропитывать мономерами и подвергать воздействию гамма-лучей. Полученный материал



водостоек, не гниет и настолько прочен, что может быть использован даже в качестве свай. Обработывая древесину определенными мономерами и затем подвергая ее радиационному облучению, в результате которого мономер полимеризуется и отвердевает, можно придать ей химическую стойкость и огнестойкость. Такая модифицированная древесина может служить конструктивным и строительным материалом.

Завод им. Орджоникидзе в Донбассе выпустил стан для упрочнения древесины мягких пород. Заготовка из ольхи или осины толщиной 100 миллиметров, пройдя через 32 валька и 16 клеток стана, уплотняется (ее толщина уменьшается вдвое) и приобретает высокую прочность.

В настоящее время применяются самые различные сочетания дерева с разнообразными связующими материалами, гипсом, цементом, известью, смолами. Для получения древесноволокнистых, древесностружечных и древесноопилочных плит, обладающих теплоизоляционной способностью (древесноволокнистая плита толщиной 1 см заменяет кирпич толщиной 15 см), малой звукопроводностью, хорошим сопротивлением истиранию, используются отходы лесопильной и деревообрабатывающей промышленности, и производство этих материалов может быть легко организовано в любом леспромпхозе, лесопильном или деревообрабатывающем комбинате.

Для изготовления древесноволокнистых плит по сухому методу измельченные в волокно отходы лесозаготовок и волокнистые отходы целлюлозно-бумажных предприятий перемешивают с пропиточными составами, которые придают будущему строительному материалу морозо- и огнестойкость, водонепроницаемость, устойчивость против гниения и повышенную прочность, со связующей эмульсией и прессуют.

Сырьем для производства древесноволокнистых плит служат низкосортные и маломерные круглые лесоматериалы хвойных и лиственных пород, отходы лесопильной и деревообрабатывающей промышленности (горбыли, рейки, обрезки шпона, щепы и пр.), различные отходы древесномассного, целлюлозного, бумажного, гидролизного и лесохимических производств, а также кора, асбест, тростник, солома, отходы хлопка, льна (костра), стебли кукурузы, подсолнечника и пр.

Для связывания волокнистой массы при сухом методе производства плит используют парафиновую и канифольную эмульсии, талловый клей, петролатум, сырое сульфатное мыло, феноло-формальдегидные смолы (1,5—2,5%) и пр.

Такие плиты легко обрабатываются плотничьими инструментами, соединяются гвоздями и хорошо воспринимают масляную и клеевую краски.

Древесноволокнистые плиты находят все большее применение в промышленности и строительстве в качестве звуко- и

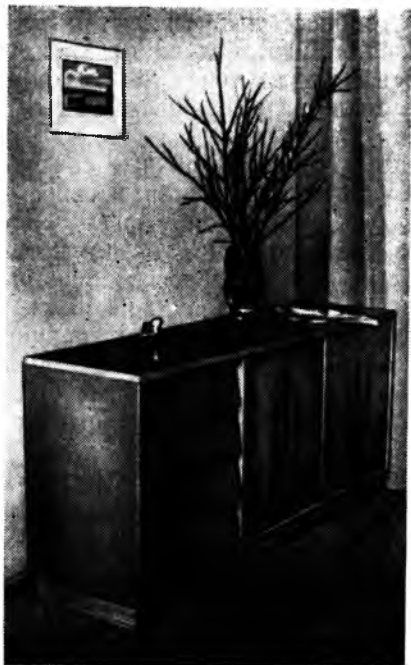


Рис. 58. Мебель с боковыми стенками из древесноволокнистых полнорованных плит

теплоизоляционного материала, а также для облицовки наружных стен зданий и внутренней чистовой отделки стен, для изготовления разнообразной мебели, подоконников, филенок, плинтусов, наличников и других строительных деталей, мебели (рис. 58), а также для холодильных установок, вагонов-рефрижераторов, в авиа- и автомобилестроении. Из подобных плит, с успехом заменяющих древесину и фанеру, можно быстро изготовить прочные и в то же время легкие сборные дома, при этом вес и стоимость дома значительно снижаются. Использование подобных твердых трудногоряемых плит снижает более чем на 50% стоимость отделочных работ в судостроении. Каждая тонна древесноволокнистых плит в мебельном производстве и строительстве заменяет 4—5 кубометров пиломатериалов.

Технологический процесс производства древесноволокнистых плит мокрым способом состоит из следующих основных операций: измельчения древесины в щепу, превращения щепы в волокнистую массу, проклейки массы, формования плит, прессования (только для твердых и полутвердых плит), термической обработки прессованных плит, увлажнения, сушки изоляционных плит в роликовых сушилках, раскроя.

В зависимости от наличия прессования и его интенсивности плиты подразделяют на три основных вида: изоляционные, полутвердые и твердые.

Изоляционные плиты используются для тепло- и звукоизоляции.

Полутвердые плиты изготавливаются без декоративной отделки и используются как заменители мокрой штукатурки, для внутренней обшивки потолков, стен, малоэтажных каркасных зданий, для устройства встроенной мебели. Изделия из таких плит нуждаются затем в окраске или оклейке обоями.

Твердые плиты выпускаются как окрашенные (окрашивается волокно или применяются узорные матрицы при прессовании), так и неокрашенные. Последние после установки подвергаются отделке. Твердые облицовочные плиты покрыты текстурной бумагой, белыми, цветными эмалями или пленкой смол. Плиты, покрытые мочевино-меламино-формальдегидными эмалями, служат для облицовки стен в помещениях с повышенной влажностью: банях, санузлах и др.

Ижорский завод выпустил пресс-гигант, в котором одновременно прессуется 25 листов материала. За год пресс будет выпускать 5 млн. квадратных метров твердых древесноволокнистых плит или 8 тыс. кубометров фанеры.

Для улучшения качества и внешнего вида твердых плит их облицовывают бумагой, пропитанной мочевино-меламино-формальдегидной смолой. В результате прочность плит повышается в 1,5 раза.

Для придания твердым и сверхтвердым плитам высокой прочности и износоустойчивости их пропитывают горячим маслом и подвергают последующей закалке при температуре до 160° С. Плиты хорошо и легко поддаются ручной и механической обработке, соединяются гвоздями и отлично воспринимают масляную и клеевую краски без какой-либо предварительной подготовки.

Из древесноволокнистой массы организовано производство ниточных катушек и бочек. При производстве бочек из клепки отходы древесины составляют 52—55%. Только на изготовление деревянных бочек и ящиков государство затрачивает сотни миллионов рублей. Бочка из древесноволокнистой массы на 50 литров (при толщине стенок 5 мм) весит около 4,5 килограммов. Для производства такой бочки необходимо (в килограммах):

древесноволокнистой массы . . . . .	3,75
канифоли . . . . .	0,1
глинозема . . . . .	0,2
синтетических смол или других пропитывающих веществ	0,9

Такая бочка в 2,5—3 раза дешевле деревянной и для нее не требуется ни деловой древесины, ни полосового железа.

Полуавтоматическая линия по производству ниточных катушек из древесноволокнистой массы дает возможность сократить расход сырья в 10 раз и сэкономить до 20 тыс. кубометров березовой древесины. При этом производительность труда возрастает в 1,8 раза, себестоимость катушки снижается более чем на  $\frac{1}{3}$  и одновременно повышается их качество по сравнению с обычным.

В связи с большим ростом строительства в нашей стране общая площадь полов, потолков, перегородок и дверей в жилых и общественных зданиях, подлежащих отделке (где могут быть применены плиты), увеличивается с каждым годом. Как известно, только на квадратный метр двери расходуется примерно 0,07—0,08 кубометров высококачественной древесины. В год потребовалось бы ее для этой цели около 3 млн. кубометров (при общей площади дверей 40—45 млн. квадратных метров).

Каждый кубометр древесностружечных плит в производстве мебели, строительстве и машиностроении заменяет около 2,5 кубометра высоко сортных пиломатериалов, для получения которых нужно бы заготовить до 4 кубометров древесины. Изготовление пола и бортов грузовых автомашин и прицепов из таких плит позволяет ежегодно снизить расход пиломатериалов на сотни тысяч кубометров. Древесностружечные плиты изготовляют способом горячего прессования стружек, опилок, обрезков, пропитанных водным (5—10%-ным) раствором синтетических смол. Выпускаемые плиты имеют длину до 35 000 миллиметров, ширину 1250—1500 миллиметров и толщину от 6 до 70 миллиметров. Вырабатываются плиты однослойные (из одинаковых частиц по всей толщине плиты), трехслойные (в середине содержат обычную стружку, а на поверхности, 15—20% от общей толщины плиты,— специальную тонкую стружку), многослойные (толщина частиц постепенно увеличивается от поверхности к середине плиты) и в виде готовых щитовых деталей.

Плиты могут применяться как в необлицованном виде, так и облицованные шпоном, клееной фанерой, текстурной бумагой, пропитанной синтетической смолой, полистирольной пленкой или

декоративными пластиками. Следовательно, такие плиты, как и волокнистые, могут быть армированы в момент их прессования бумагой любого цвета и рисунка, пропитанной карбамидными смолами. Подобные плиты не требуют отделки, покраски или лакировки. Тонны феноло-формальдегидной смолы хватает для производства 16,7 кубометра древесностружечных плит, заменяющих 41,8 кубометра пиломатериалов.

На производство кубометра плит из стружек и опилок примерно требуется:

сухих древесных отходов,		электроэнергии, <i>квт·ч</i> . . . . .	28—80
<i>т</i> . . . . .	0,65	пара (при влажности отхо-	
мочевины, <i>т</i> . . . . .	0,042	дов до 15%), <i>т</i> . . . . .	0,5—0,75
формалина (40%-ного), <i>т</i> . . . . .	0,089		

Таким образом, для изготовления кубометра плит необходимо около 1,5—1,75 кубометра отходов древесины (в плотной массе). Расход связующих (феноло-формальдегидные, мочевино-формальдегидные и мочевино-меламино-формальдегидные смолы) меняется в зависимости от качества выпускаемых плит и обычно колеблется от 6 до 12% от веса исходных отходов древесины.

В настоящее время прессование плит осуществляется тремя способами: периодическим (в многопролетных прессах), пульсирующим и непрерывным (в непрерывно действующих прессах). Большинство предприятий изготавливает плиты способом периодического прессования.

Прочность плит зависит не только от количества связующих веществ и от качества стружек, но и от объемного веса. С увеличением объемного веса плит (в зависимости от степени уплотнения при прессовании) растет и их прочность. Различают легкие, полутяжелые, тяжелые и сверхтяжелые плиты.

Легкие плиты используются для тепло- и звукоизоляции. В них во время прессования могут быть сделаны трубчатые продольные полости или пустоты, которые не только уменьшают вес плит, но и улучшают их теплоизоляционные свойства. Эти полости можно использовать для электро- и радиопроводки небольшого сечения. Плита толщиной 1 сантиметр по своей теплопроводности равна кирпичной кладке толщиной 9 сантиметров.

Полутяжелые плиты применяются для облицовки стен и потолков (рис. 59), изготовления дверных полотен, перегородок, полов, плинтусов, кухонной и встроенной мебели.

Сотрудники Ленинградской лесотехнической академии И. И. Солечник и А. К. Эльберт разработали способ термической обработки древесностружечных плит для повышения их водостойкости. Нагревая плиты воздухом или другим непрерывно циркулирующим теплоносителем при 160—180° С и атмосферном давлении в камерах в течение 3—6 часов, можно получить

водостойкие плиты на фенолоформальдегидных смолах без введения специальных гидрофобных добавок.

В конце 1967 г. в Винницкой области вступил в строй крупнейший завод по производству древесностружечных плит, рассчитанный на выпуск 50 тыс. кубометров плит в год.

Плиты, изготовленные на основе карбамидных смол, получили широкое применение в производстве разнообразной мебели (полки, ящики, коробки и пр.) и для различных щитовых узлов и деталей. Стоимость таких плит почти на 30% ниже стоимости столярных плит, хотя по некоторым качественным показателям стружечные плиты значительно превосходят столярные. На основе древесностружечных плит выпускается универсально-



Рис. 59. Древесностружечные плиты в отделке потолка

но-разборная мебель, что позволило не только упростить ее производство, но и снизить себестоимость.

Мебель из стружечных плит, выполненных под орех, вызывает всеобщее одобрение. С целью упрощения отделки мебели на древесностружечную плиту предварительно с обеих сторон накладывают тонкую полихлорвиниловую пленку. После прессования такая плита имеет нарядный и блестящий вид.

Разработан способ изготовления цельнопрессованных оконных блоков и дверных полотен из синтетических смол и древесных стружек. Пустотелые щитовые двери удовлетворяют необходимым требованиям.

Так как изготовление мебельных щитов (пространство между щитами заполняют опилками) несложно, то каждое предприятие, изготавливающее мебель, может быстро освоить их производство и тем самым увеличить выпуск мебели без дополнительного расхода полноценной древесины. Новые красивые и прочные материалы позволяют не только увеличить выпуск мебели новых форм и конструкций, но и дают возможность осуществить переход на индустриальные методы ее изготовления.

Изготовление санитарно-технических кабин из стружечных плит, окрашенных эмалевой краской и пропитанных для водостойкости дешевым парафином, снижает стоимость кабины на 30—40 рублей и при этом вес кабины уменьшается на 400—600 килограммов. Уместно вспомнить, что только в Москве ежегодно должно изготавливаться более 100 тыс. таких кабин, для чего будет необходимо не менее 2 млн. м<sup>2</sup> плит.

Огромный размах жилищного строительства и производства мебели требует широкого использования различных синтетических материалов и особенно материалов, полученных из древесных отходов. Благодаря этому можно высвободить миллионы кубометров деловой древесины, автоматизировать производство столярных изделий, а также значительно снизить стоимость строительства и мебели. Возможности для разумного и наиболее полного использования отходов почти безграничны. При этом важно отметить, что капиталовложения на создание требуемых мощностей по выпуску синтетических смол и древесностружечных плит на единицу продукции в 1,5 раза меньше, чем капиталовложения в лесную и деревообрабатывающую промышленность для изготовления такого же количества материалов.

На заводах и комбинатах скопляются сотни тысяч кубометров коры. Коро-волокнистые пористые и полутвердые плиты, изготовленные с применением синтетических смол, могут быть использованы как звуко- и теплоизоляционные материалы.

В Латвийской ССР опилки и стружки используют для изготовления бетонных плит (деревобетона) — материала, применяемого в сельскохозяйственном строительстве. Здания, построенные из такого деревобетона, обходятся колхозам дешевле деревянных и в три раза дешевле кирпичных.

На кубометр деревобетона идет 270 килограммов цемента марки «100» или 200—250 килограммов портландцемента марки «300». На 1 часть цемента в первом случае берется (по объему) 1,1 части песка и 3,4 части отходов древесины (опилки, стружки,

щепы). Если в качестве вяжущего материала используется портландцемент, то соотношение составных частей соответственно должно быть следующее: 1,0 : 1,5 : 4,5. В некоторых случаях количество древесной мелочи можно доводить до 6 частей. Легкий и прочный деревобетон, обладающий звуко- и теплоизоляцией, стойкий к огню и не боящийся гниения, получен по способу инженеров А. Н. Первовского и А. С. Каржнева. Производство этого материала, названного арболитом, очень выгодно там, где получается много древесных отходов. Арболит поддается любой отделке.

Испытания показали, что блоки из деревобетона, сделанные со стружками, значительно прочнее на сжатие и изгиб блоков, изготовленных с одними опилками. Можно делать подобные блоки и из смешанной древесной мелочи: стружек, щепы, опилок, коры и пр. При изготовлении раствора для монолитных стен и блоков влажность древесной мелочи и песка значения не имеет, так как к сухой или полусухой массе добавляется вода в количестве 250—350 литров на кубометр в зависимости от влажности смеси.

Гипсо-волоконистые плиты изготовляют следующим образом. Измельченные и обработанные горячим щелоком волоконистые материалы смешивают с гипсом. Затем полученную смесь уплотняют и формируют в машине в виде листов, плиток, барельефов, розеток, карнизов и других архитектурных деталей для отделки помещений. Внешне гипсо-волоконистые плиты похожи на натуральную штукатурку, но они лишены хрупкости, их можно пилить, резать, их поверхность хорошо окрашивается.

Механизированная установка по выпуску гипсо-опилочных блочных строительных конструкций (на 4 части опилок 1 часть гипса) начала действовать в колхозе «Дундага» Талсинского района (Латвия). Из полученного материала построены удобные дома и хозяйственные помещения.

Фибролит (цементно-стружечные плиты) — строительный теплоизоляционный материал, изготовленный из смеси портландцемента и древесной стружки (древесной шерсти), длиной 30—50 сантиметров, шириной 3—6 миллиметров и толщиной 0,2—0,5 миллиметра. Стружку из древесины хвойных и мягколиственных пород обрабатывают раствором хлористого кальция, который способствует минерализации древесины, предохраняет ее от загнивания и ускоряет схватывание цемента (обычно используется портландцемент марки «400» и выше). Кубометр фибролита весит 300—350 килограммов. Плита толщиной 15 сантимет-



ров по своей теплозащитной способности равноценна стене в 2,5 кирпича.

Кроме цементного фибролита, изготавливают фибролит эмульсионный, магнезиальный и фибробитуминозные плиты. Фибролит эмульсионный формуют из древесной шерсти, обработанной битумными эмульсиями. Его можно применять сразу после охлаждения. Используется он для утепления стен и покрытия промышленных зданий.

Если древесную стружку обработать каустическим магнием или доломитом, смешанными с раствором хлористого магния или железного купороса, получается легкий, огнестойкий и нетеплопроводный материал, известный под названием фибролит магнезиальный.

Прессованием смеси древесных опилок, стружек и битуминозной пасты, состоящей из 1 части битума, 1 части глины и 1 части воды, выпускают теплоизоляционные фибробитумные плиты. Уменьшив размеры древесной шерсти, удалось получить фибролит с большой звукопоглощающей способностью, который применяют при строительстве театров, дворцов культуры, школ и других общественных зданий. Окрашенный фибролит может быть использован как облицовочный материал. Фибролит легко сверлится, распиливается и крепится гвоздями и шурупами.

Для изготовления кубометра фибролитовых плит необходимо (в килограммах):

портландцемента марки 400 . . . . .	190	хлористого кальция (техническо-	
древесной стружки (шерсти)		го, твердого) . . . . .	4
влажностью 22% . . . . .	100	воды . . . . .	80

Фибролитовые плиты различной структуры применяются в качестве утеплителя, звукоизолятора, вместо кирпича и шлакоблоков в материалах для стен, накатов и опалубки.

На различных выставках неоднократно экспонировались стеновые и перегородочные материалы, полученные из древесных отходов с минеральными вяжущими веществами (цементом, негашеной известью, глиной и др.), а также древесноволокнистые плиты на жидком стекле и магнезиальных вяжущих.

Известны также такие материалы, как тырсолит, флоемалит и др.

Тырсолит получают горячим прессованием древесных опилок и древесной пыли (предварительно их можно окрасить синтетическими красителями) вместе с мочевино-формальдегидной смолой. Применяют тырсолит как декоративный облицовочный материал.

Из смеси отбросов еловой коры или одубины с опилками и другими наполнителями изготовляют флоремалит — теплоизоляционные плиты (маты), которые после соответствующей пропитки (древесным или каменноугольным пеком, нефтяным гудроном и другими смолистыми веществами) могут быть использованы для обшивки стен, потолков, перегородок, как теплоизоляционный материал, а также для покрытия кровель. В случае необходимости флоремалит может быть окрашен или покрыт штукатуркой. Выпускается он в виде картона толщиной 2—4 миллиметра и матов — толщиной 5—10 миллиметров.

Общеизвестно, что прочность древесины на растяжение поперек волокна в 15—30 раз меньше ее прочности вдоль волокна. Этот существенный недостаток давно был замечен конструкторами и строителями. Этому недостатка не имеет фанера.

Фанера состоит из нескольких склеенных между собой противоположно направленных тонких слоев древесины (шпона). Число таких слоев должно быть нечетным, и тогда фанера всегда сохраняет плоскую форму, незначительно поддается воздействию внешних факторов (температуре, влажности) и, несмотря на свою малую толщину, обладает повышенной механической прочностью.

Выпускается несколько видов фанеры: клееная, специальная (сюда же относится и бакелизованная фанера, т. е. пропитанная феноло-формальдегидной смолой), облицованная, тепловая, огнестойкая, армированная, металлизированная, гофрированная, цветная, декоративная, мебельная, электрофанера и др.

Из лущеного шпона, слои которого склеены между собой синтетическими смолами, выпускаются и фанерные плиты нескольких марок как шлифованные с одной или двух сторон, так и нешлифованные.

Металлизированную фанеру получают опыляя обычную фанеру порошковидным или расплавленным металлом (медью, свинцом, алюминием, латунию и пр.), который образует на ее поверхности сплошное металлическое покрытие. Фанера, металлизированная свинцом, — хороший изолятор от лучей рентгена.

Огнестойкую фанеру получают из пропитанного антипиренами шпона или при покрытии обычной фанеры асбестом. Такая фанера самостоятельно не горит и не тлеет даже при местном воздействии источника высокой температуры (800—1000°С) и не распространяет пламени по поверхности.

Если клееную фанеру покрыть с одной или с двух сторон асбестом и цементом (асбоцементом), то получается водо-, кислото- и огнестойкий материал — ксилотек, который применяется в судостроении и вагоностроении.

Из фанеры с лицевым слоем декоративных древесных пород и синтетических смол изготавливают облицовочные щиты, которые обладают по сравнению с обычной многослойной фанерой гораздо большей механической прочностью, высокой стойкостью к влаге и загниванию; поверхностный слой ее имеет повышенную твердость.

Из фанеры изготавливают и другие плиты. Так, горячим прессованием березового шпона и смолы получают листы толщиной 15 миллиметров и выше и фанерные плиты.

Большое количество различных работ и предложений посвящено экономии древесины при изготовлении фанеры. С этой целью используют микрошпон — тонкий лист шпона толщиной 0,08—0,1 миллиметра. Он служит для фанерования деталей мебели, облицовки разнообразных древесноволокнистых и древесностружечных плит и других отделочных работ.

Если склеить непарное количество листов микрошпона или наклеить его на прочную бумажную основу, то такой материал называется микрофанерой. Горячим прессованием нескольких листов бумаги, пропитанных синтетическими смолами (мочевино-формальдегидными и феноло-формальдегидными), получают декоративный фанеропластик, лицевую сторону которого покрывают микрошпоном.

Горячим прессованием поливинилхлоридной пленки и микрошпона, пропитанного раствором термопластичной смолы, выпускают рулонный облицовочный материал — фанеропленку.

Как фанеропленка, так и декоративный фанеропластик используются для облицовки мебели, помещений, кают пароходов, самолетов и т. п. Применение микрошпона для указанных целей дает возможность сократить расход древесины в 8—12 раз по сравнению с ее расходом на обычную фанеру.

Большую известность получила водостойкая фанера, хотя ее выпуск в общем объеме производства фанеры пока еще невелик.

Фанера нашла широкое применение в самых различных отраслях промышленности. Из нее изготавливают до 10 000 различных изделий. Ведь каждый кубометр фанеры заменяет 3,3—4,7 кубометров пиломатериалов. В США за последние десять

лет фанера по темпам роста занимает первое место. Ее производство увеличилось более чем в 4 раза (производство алюминия и пластмасс в 3 раза) и превысило 10 млн. кубометров.

Но если листы шпона склеить феноло-формальдегидной смолой при температуре 150—160°С на мощных многоэтажных прессах, то получается так называемая бакелизированная фанера, обладающая большой прочностью, превосходящей прочность низколегированной стали, высокой водостойкостью и меньшей горючестью. Такую фанеру, не подверженную гниению, выпускают в виде листов размерами 1200—1500×4400—5600 миллиметров и толщиной 5—16 миллиметров. Бакелизированная водостойкая фанера используется для выпуска ряда изделий и в том числе легких лодок, а также в качестве облицовочного материала для внутренней и наружной отделки зданий. Многие станции метро в Москве и Ленинграде отделаны подобной фанерой. С этой целью на фанеру наносят только смоляную пленку или пленку с текстурной бумагой. Имитированная фанера имеет вид лакированной. Бакелизированная фанера с успехом заменяет сталь, применяемую для опалубки при бетонировании. Изготовлен пресс для холодной склейки фанеры синтетическими клеями, который позволяет полностью механизировать и автоматизировать весь процесс.

Передвижной сборно-разборный домик ПД-Ш-4а объемом 29,8 кубометра, разработанный в Арктическом и антарктическом институте, весит всего 1100 килограммов и собирается бригадой из двух-четырёх человек за 2—3 часа. Вес квадратного метра наборной стенки такого домика толщиной 8 сантиметров составляет всего 17,65 килограмма; 11 килограммов падает на долю бакелизированной фанеры. По теплоизоляционной способности такая стенка равноценна сплошной деревянной толщиной 24 сантиметра.

Если фанеру склеить феноло-формальдегидной смолой из четного числа слоев шпона, то такая фанера самопроизвольно сворачивается в трубу. Если надеть на стальную оправу длинную фанерную трубу подвергнуть воздействию давления и повышенной температуры, вследствие дальнейшей полимеризации смолы листы шпона склеиваются, и труба становится монолитной и водостойкой. Такие трубы, соединенные между собой с помощью фланцевых соединений или муфт, изготовленных из такой же фанеры, применяются для транспортировки воды, газа, нефти, пульпы, сточных вод, химических растворов. Фанерные трубы легкие, что упрощает их перевозку и монтаж.

В то же время они более стойки к химическому воздействию, чем чугунные трубы. Они долго не изнашиваются и выдерживают давление до 10 атм.

Целесообразность замены труб из цветного металла и из нержавеющей стали многослойными фанерными трубами с защитным покрытием (кузбасским лаком, бакелитовым лаком и др.) подтверждена продолжительным использованием их в производственных условиях.

Из слоев шпона и металлических листов (с одной или с двух сторон) или металлической проволочной сетки, включенной между слоями шпона, изготавливают так называемую армированную фанеру, отличающуюся высокой механической прочностью и устойчивостью против ударных нагрузок. Такую фанеру можно изготовить плоской, в виде труб, изогнутой. Применяют ее для строительства легких мостов, радиомачт, опорных колонн, домов. Армированная фанера хорошо обрабатывается, гнется, штампуются и клеивается. Ее можно клепать и паять.

Для получения электрофанеры между слоями шпона запрессовывают электронагревательные элементы. Этот способ лучистого отопления уже применяется на судах. Такая фанера толщиной 4,5 миллиметра нагревается до 50—60°С при расходе электроэнергии 30—50 ватт на кубометр помещения.

Слоистые пластики получают горячим или холодным прессованием листовых волокнистых материалов (бумаги, древесного шпона и пр.), пропитанных различными высокомолекулярными соединениями (связующими). К ним относятся гетинакс, декоративные слоистые и древеснослоистые пластмассы.

Гетинакс — слоистый прессованный материал, состоящий из двух или более слоев специальной бумаги, пропитанных феноло-формальдегидной или другими резольными смолами. Из гетинакса различных марок изготавливают электротехнические детали (рубильники, щиты, переключатели и пр.), а также его используют в производстве печатных элементов (схем) в радиотехнической аппаратуре.

Гетинакс устойчив к воздействию жиров и минеральных масел и менее стоек к воздействию кислот. Механическую обработку гетинакса рекомендуется вести очень острыми инструментами при большой скорости резания и малой величине подачи. Слоистые пластики из бумаги, пропитанные синтетическими смолами, с каждым годом все шире применяются в электротехнике.

Бумажно-слоистые пластики — листовой материал, изготавливаемый из специальных сортов прочной бумаги, пропитанный мочевино-формальдегидными, меламино- или фенолоформальдегидными смолами и подвергнутый горячему прессованию. Обычно составляют «пакет» из 20—22 листов пропитанной бумаги. Для получения

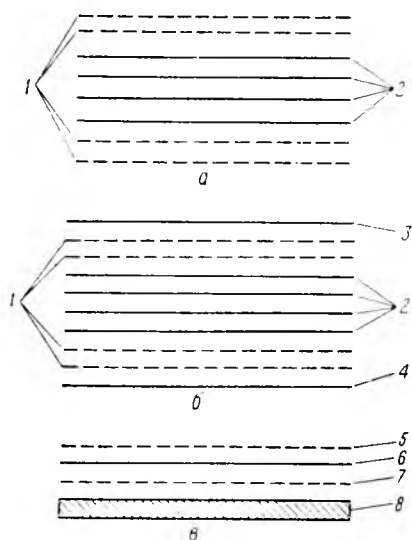


Рис. 60. Схема строения бумажно-слоистых пластиков:

а — декоративные однотонные пластики; б — имитационные пластики; в — слоистые пластики на основе фанеры (декоративная фанера): 1 — кроющийся слой; 2 — внутренний слой; 3 — покровный слой из текстурной бумаги; 4 — покровный слой из бумаги-основы для текстурной бумаги; 5 — верхняя пленка; 6 — текстурная бумага; 7 — нижняя пленка; 8 — фанера

таких пластиков, используют бумаги: изоляционно-пропиточные на основе сульфатной целлюлозы (для внутренних слоев пластика); из беленой сульфитной целлюлозы повышенной прочности (для поверхностных слоев пластика). Таким образом, внутренние слои пластика набирают из прочной крафт-бумаги весом одного квадратного метра не менее 80 граммов. Кроющая бумага для декоративных слоев однотонного пластика и промежуточного кроющего слоя имитационных пластиков должна обладать непрозрачностью, т. е. при малой толщине кроющего слоя полностью укрывать внутренний темный слой пластика (рис. 60).

При изготовлении имитационных пластиков сверху кроющей бумаги запрессовывается специальная впитывающая бумага с каким-то определенным рисунком (текстурная бумага). Внешняя поверхность пластика может быть блестящей или матовой. Она может обладать любым многокрасочным рисунком, имитирующим ценные породы дерева, камень, ткани и другие материалы. Пластики под светлый и темный орех, дуб, карельскую березу, орлец, малахит, мрамор и т. п., а также однотонные (под слоновую кость и другие цвета) используются для отделки мебели, кают судов, вагонов, автобусов, самолетов, магазинов, ресторанов, кафе, кухонь, дверей и пр. (рис. 61).

Такими материалами, например, отделаны пассажирские самолеты и атомный ледокол «Ленин». Использованы они и для отделки некоторых станций метро в Москве и Ленинграде, панорамного кинотеатра «Мир» (Москва), Дворца спорта в Лужниках, универмага «Детский мир» (Москва), некоторых новых домов и пр. Из пластика изготовляют корпуса радиоприемников, телевизоров, облицовывают рояли, пианино и пр.



Рис. 61. Бумажнослоистые пластики в облицовке встроенного оборудования и мебели

Литографии, схемы, чертежи, планы, рисунки, портреты, запрессованные подобным образом, хорошо предохраняются от воздействия влаги, пыли и повреждений.

Если под поверхностный слой запрессовать материал, обладающий высокой теплопроводностью (вроде металлической фольги), то можно получить пластик, хорошо проводящий тепло.

Крепятся слоистые пластики при помощи клеевых мастик, а также шурупами при помощи специальных накладок. Этот

материал можно пилить и сверлить. Декоративные материалы выпускаются в виде листов различных размеров.

Часто в строительстве применяют бумажно-смоляные покрытия, представляющие собой только внешний слой бумажнослоистых пластиков, наносимых прессованием на любой листовой материал. Бумажнослоистые пластики можно приклеивать или напрессовывать на другие материалы: древесноволокнистые и древесностружечные плиты, фанеру, дерево, пенопласты, а также непосредственно на стену, штукатурку и к другим материалам.

Древеснослоистые пластики (ДСП) получают в результате горячего прессования тонких (от 0,2 до 3 мм) листов лущеной древесины, преимущественно березы, называемых шпоном и пропитанных раствором резольной смолы. В зависимости от толщины и назначения ДСП выпускают в виде листов и плит.

Пропитанный шпон высушивают, собирают в пакеты и затем прессуют на гидравлических прессах при температуре около 150° С. При этом древесина уплотняется, листы шпона прочно склеиваются между собой.

Древеснослоистые пластики благодаря хорошим физико-механическим свойствам имеют широкое применение. Вкладыши подшипников из ДСП применяются в прокатных станах, металлорежущих станках, бумагоделательных машинах, гидравлических насосах и турбинах, землесосных снарядах, буровых станках, судовых механизмах, дробилках, шахтных машинах и многих других механизмах. Из ДСП также изготавливаются ползуны, вкладыши, втулки, шестерни, масленки, выключатели и другие разнообразные детали. Шестерни из ДСП обладают малым весом и хорошей износоустойчивостью, работают бесшумно без смазки даже при высоких скоростях.

Известно большое количество марок ДСП как общего, так и специального назначения: ДСП-Б по своей прочности приближается к высокопрочному алюминиевому сплаву, ДСП-10 изготавливается из березового шпона, пропитанного спиртовым или водно-спиртовым раствором фенол- или крезолформальдегидной смолы. Из соснового шпона, пропитанного феноло-формальдегидной смолой (содержание смолы доходит до 50—60%, т. е. в 2—3 раза выше, чем в ДСП общего назначения), изготавливают древесные пластики, отличающиеся повышенной кислотостойкостью (ДСП-Ф). Из такого материала изготавливают детали ректификационных колонн: колпачки, паровые патрубки, тарелки и



пр. Специально для электропромышленности выпускают ДСП-Э трех марок. Известен еще ряд древесных пластиков.

Баллиит — древесный слоистый пластик, полученный из шпона, предварительно обработанного 3—5%-ным раствором едкого натра и высушенного. Кроме того, изготавливают и термогибкие ДСП (ДСТП), которые способны деформироваться при повышенной температуре. Для получения беролита шпон пропитывают дициандиамидом.

Древовинил — слоистый пластик, в котором шпон пропитан полимерами дивинилацетилена.

Арктилит — армированный древесный пластик из березового шпона, хлопчатобумажной ткани, пропитанных фенол- или крезолформальдегидной смолой, и проложенной между листами шпона тканой металлической сетки из проволоки диаметром 0,2—0,3 миллиметра.

Методом прессования измельченного шпона и древесной крошки можно по шаблону изготовить любую деталь самой сложной конфигурации. Таким образом изготавливают целнопрессованные изделия (при 140°С и давлении 450 атм), не требующие дальнейшей механической обработки, и в том числе: футляры радиоприемников, лыжи, плоскости и фюзеляжи тренировочных самолетов и планеров, а также корпуса небольших судов, некоторых машин, аппаратов и пр. Тормозные колодки поездов метрополитена тоже изготовлены из прессованной пропитанной смолой древесной крошки

Для многочисленных ленточных транспортеров, применяющихся в различных отраслях промышленности, необходимо большое количество металлических роликов. Для этой цели на каждые 100 метров транспортера расходуется 1—1,5 тонны труб. Использование для этой цели роликов, запрессованных из опилок, пропитанных смолой, полностью себя оправдало.

На Костромском фанерном комбинате получен древесный пластик из опилок без применения связующих веществ. Специальный пресс позволяет формовать плиты высокой прочности. На комбинате созданы различные мастики для склеивания нового материала с бетонным и древесным основанием. Самую сложную форму или рисунок можно выполнить прессованием (украшение для стенных часов резьбой по дереву стоит 20 руб., а прессованием — 2 коп.). Опилки могут быть использованы вместо стекловолкна в составе пенопласта ФС-7.

Втулки и вкладыши, полученные прессованием из древесной пресскрошки, обладают хорошими антифрикционными свой-

ствами и их можно применять в различных станках и механизмах. Следует при этом отметить, что расход фенола на изготовление пресскрошки примерно на 30—40% меньше, чем в производстве пресспорошков. Таким образом, при изготовлении деталей из такого материала не только экономится 8—10 тонн цветных металлов, но и снижаются на 3000—4000 человеко-часов трудовые затраты.

Вес вкладыша из ДСП почти в 6 раз меньше веса аналогичного вкладыша из бронзы. Стоимость подшипника из прессованной древесины составляет 40%, а из ДСП — 45% стоимости подшипника из бронзы. Каждая тонна древеснослоистых пластиков заменяет более 3 тонн бронзы. Ежегодно в результате замены цветных металлов ДСП страна получает десятки миллионов рублей экономии.

Так как удельный вес ДСП примерно в 5—6 раз меньше удельного веса стали или чугуна, то цена единицы объема ДСП почти равна стоимости единицы объема черных металлов, но зато в 5—7 раз ниже цены единицы объема бронзы.

Успешное применение древеснослоистых пластиков подтверждается многолетним опытом различных предприятий. Так, на заводе «Севкабель» (г. Ленинград) более 30 000 деталей из таких пластиков работают в разнообразных станках и механизмах. На Окуловском целлюлозно-бумажном комбинате кислотные насосы работают годами на подшипниках из древеснослоистых пластиков, тогда как применявшиеся ранее подшипники из кислотоупорной бронзы изнашивались в 3—4 месяца. Ленинградский завод гидромеханического оборудования использует подобные пластики вместо металла в шлюзовых затворах гидроузлов.

В процессе эксплуатации детали из ДСП можно смазывать машинным маслом, водой, эмульсией и густыми смазками.

Количество синтетических материалов, изготовленных на основе древесных материалов или с помощью продуктов лесохимической и деревообрабатывающей промышленности, очень велико. Большая часть из них и пути их получения показаны на рис. 62.

Для того чтобы были яснее те огромные выгоды, которые нам дает применение новых материалов в строительстве, рассмотрим еще один пример. При постройке современного многоэтажного дома 60% всей расходуемой древесины идет на настилку пола. В итоге для каждого нового пятиэтажного дома требуется вырубить примерно 5 га леса.

Химия и здесь дает более дешевые, да и более качественные материалы. За рубежом давно уже перешли на изготовление полов из полихлорвинилового линолеума. Действительно, из

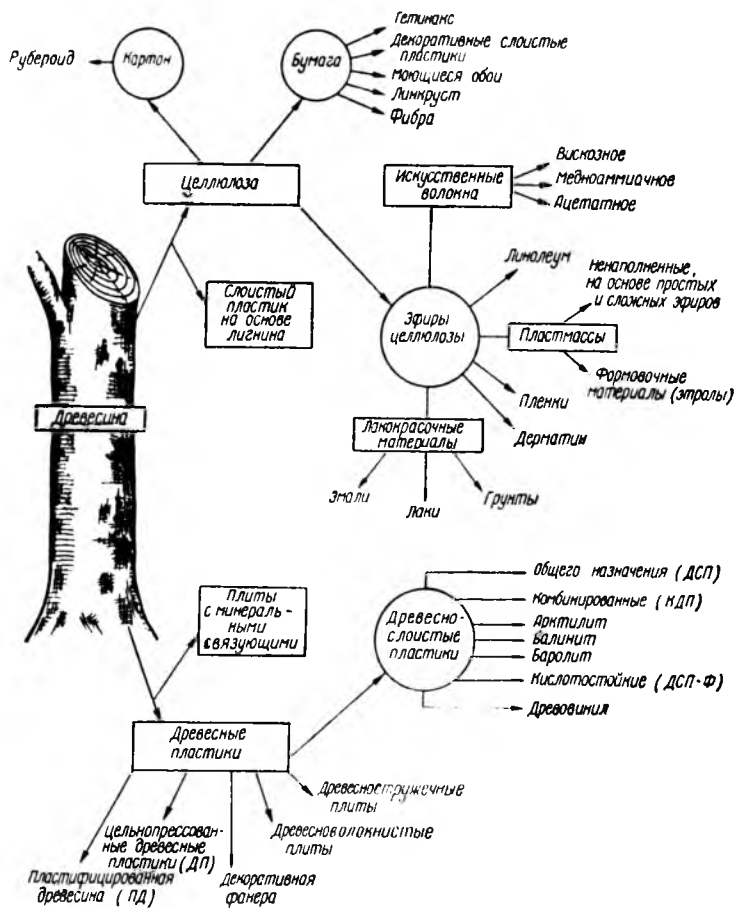


Рис. 62. Синтетические материалы, получаемые на основе древесины

тонны дешевой поливинилхлоридной смолы можно получить 741 квадратный метр линолеума, заменяющего 51,8 кубометра пиломатериалов. А ведь полихлорвиниловый линолеум так же

прочен и красив, как и линолеум, изготовленный на основе льняного масла и пробковой корки. Из тонны коллоксилина получается 1136 квадратных метров целлюлозного линолеума (нитролинолеума), что высвобождает 79,5 кубометра пиломатериалов. При этом стоит напомнить, что у нас до сих пор почти 90% полов делают деревянными. Изготовление 250 миллионов квадратных метров синтетических материалов для покрытия полов даст экономию 200 миллионов рублей, высвободит более 100 тыс. рабочих и снизит ежегодный объем железнодорожных перевозок на 600 тыс. вагонов.

Древесноволокнистые плиты стойки к истиранию, не боятся влаги, легко моются и заглушают шумы, возникающие при ходьбе. Так как поверхностная окраска сравнительно быстро снашивается при эксплуатации, то более эффективной является окраска плит в массу.

Пол, собранный из древесноволокнистого паркета, обходится примерно в 2 раза дешевле дубового паркетного настила и в 1,5 раза дешевле линолеума.

Древесные отходы (опилки, щепки, стружки), смешанные со смолой, после прессования оказались очень устойчивы к воздействию воды, бензина, масел.

Древесностружечные плиты, если их лицевой слой подвергнуть соответствующей отделке, могут быть использованы в качестве пола (табл. 8).

Таблица 8

**Сравнительные технико-экономические показатели (в расчете на один квадратный метр) разных видов чистых полов на основе древесины (по данным А. Н. Попова)**

Наименование материала пола	Стоимость, рубль	Трудоемкость возведения, человеко-дни	Приведенные затраты, рубль
Паркет по основанию из гипсовых плит .	7,53	0,32	9,66
Щитовой паркет по гипсовым плиткам . .	7,95	0,27	10,10
Дощатый пол по лагам . . . . .	4,30	0,29	7,64
Щитовой дощатый пол . . . . .	4,10	0,20	7,72
Пол из древесностружечных плит . . . .	5,0	0,22	7,50

Для устройства полов в промышленных, общественных и жилых зданиях применяется ксилолит (в переводе с греческого «каменное дерево»). Этот материал обладает прочностью камня, а обрабатывают его теми же методами, что и древесину.

Экономическая эффективность переработки древесины  
(по данным В. М. Кожина)

Наименование продукции	Расходы древесины на единицу продукции, м	Выпуск продукции из 1 млн. м <sup>3</sup> сырья, тыс. единиц	Капиталовложения на единицу продукции, руб.	Срок окупаемости, лет
Пиломатериалы, м <sup>3</sup> . . . . .	1,5	670	20,0	3,5
Целлюлоза, т . . . . .	4,3	230	266,0	3,5
Фанера, м <sup>3</sup> . . . . .	2,35	425	80,0	1,3
Спички, ящики . . . . .	46	21800	4,0	1,2
Тарный картон, т . . . . .	4	250	130,0	1,8
Древесноволокнистые плиты, т . . . . .	2,65	380	86,0	1,9
Древесностружечные плиты, м <sup>3</sup> . . . . .	1,44	690	42,0	1,5
Кормовые дрожжи, т . . . . .	11,5	87	180,0	1,1

жей и других продуктов лесохимической и гидролизной промышленности позволит полнее удовлетворить культурные запросы и духовные потребности советского народа, расширит сырьевую базу химической промышленности и даст все возрастающее количество разнообразных соединений и материалов народному хозяйству.

Союз древесины и химии способствует выполнению программы, намеченной партией по созданию материально-технической базы коммунистического общества во имя счастья и процветания нашего народа.