

Ф.А. Зуева

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОБРАБОТКЕ ДРЕВЕСИНЫ В  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ**

**Учебное пособие**

**Челябинск  
2021**

**УДК 674(021)**  
**ББК 37.11я73**  
**З-93**

Зуева Ф. А. Технологические подходы к обработке древесины в образовательном процессе: учебное пособие. – Челябинск: Изд-во ЮУрГГПУ, 2021. – 234 с.

ISBN

Данное учебное пособие является дидактическим средством изучения и освоения обучающимися разнообразных способов и средств обработки древесины в рамках технологической подготовки. В учебном пособии представлены данные о строении древесины, её физико-механических свойствах, способах подготовки и защитной обработки древесины. Включены сведения о ручной, механической, художественной и лазерной технологиях обработки древесины. Продемонстрированы контрольные вопросы, тестовые задания. Учебное пособие по теме «Технологические подходы к обработке древесины в образовательном процессе» разработано в соответствии с содержанием основной профессиональной образовательной программой 44.03.05 Педагогическое образование.

Рецензенты:

Щуров И.А., профессор, доктор техн. наук, ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет» (НИУ)

Тошев А.Д., профессор, доктор пед. наук, ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет» (НИУ)

© Зуева Ф.А.

© ЮУрГГПУ

## СОДЕРЖАНИЕ

Содержание	3
Введение	4
§ 1. Строение древесины	5
§ 2. Физико-механические свойства древесины	15
§ 3. Характеристика древесных пород, используемых в образовательном процессе	29
§ 4. Пороки древесины	36
§ 5. Сушка и защитная обработка древесины	42
§ 6. Виды пиломатериалов и заготовок	49
§ 7. Раскрой пиломатериалов и плит на заготовки	52
§ 8. Обработка черновых и чистовых заготовок	57
§ 9 Технологии склеивания, сращивания и сплачивания заготовок из древесины	66
§ 10. Виды и основные свойства клеев	70
§11 Способы обработки древесины	81
§12 Способы соединения деталей из древесины	95
§13 Точение древесины	108
§14 Шлифование поверхностей	115
§ 15. Общие сведения о деревообрабатывающих станках	117
§ 16 Точность обработки и шероховатость поверхности	122
§17 Резьба по дереву как старинный промысел	128
§18 Техника выполнения геометрической, контурной и рельефной резьбы	146
§19 Техника выполнения прорезной, накладной и скульптурной резьбы	155
§20 Техника облицовывания материалов	161
§ 21 Техника мозаики	169
§ 22 Лазерная обработка древесины	181
§ 23 Виды отделочных покрытий на древесине	194
§ 24 Окрашивание древесины	199
§ 25 Лакирование древесины	206
Примерные итоговые тестовые задания	223
Библиографический список	231

## ВВЕДЕНИЕ

«Заблуждается, кто жемчуг выше всех искусств считает.

Лишь благодаря искусству, жемчуг ценность обретает»

Абу Шакур Балхи, персидский поэт X века

Наша страна занимает первое место в мире по запасам древесины. Из 3 миллиардов гектаров лесной площади, покрывающих поверхность земли, на долю России приходится более одного миллиарда гектаров. Хвойный лес, наиболее важный для строительства и промышленности, занимает у нас по площади более половины всех хвойных лесов умеренного пояса земного шара. Особенно велики запасы древесины на севере России, на Урале, в Западной Сибири. Легкость и высокая прочность древесины (на растяжение и сжатие вдоль волокон), малая теплопроводность, простота обработки способствуют повсеместному применению этого материала и, в частности, в образовательном процессе.

Наряду с этим древесина имеет и существенные недостатки, а именно:

1. неоднородность строения, и как следствие, различные свойства в разных направлениях (малая прочность на растяжение поперек волокон и на скалывание);
2. способность изменять свою влажность на воздухе и, соответственно, размеры, форму и прочность;
3. способность быстро разрушаться от гниения при неблагоприятных условиях хранения и эксплуатации;
4. легкую возгораемость.

Однако эти недостатки могут быть устранены соответствующей обработкой древесины, что и представлено в содержании данного пособия, включающего в себя освоение способов, правил, формирования необходимых свойств и качеств изделий из древесины при их изготовлении с комплексным использованием материалов.



## § 1. СТРОЕНИЕ ДРЕВЕСИНЫ

Технологические свойства, качество древесины как поделочного материала обусловлены ее строением. В растущем дереве различают: верхнюю ветвистую часть дерева – крону, ствол и корни.

«Каково дерево, таковы и сучья», говорится в народной пословице. У каждого дерева свои неповторимые форма, цвет и фактура сучьев. Они могут быть прямыми или изогнутыми, гладкими или узловатыми, с блестящей или матовой, коричневой, зеленой или серой корой. Вершина ствола дерева вместе с сучьями образует крону. Крона – это одна из трех основных частей дерева, выполняющая при его жизни определенные функции. Листья или хвоя кроны усваивают углерод из воздуха, образуя на солнце органические вещества, идущие на построение растительного организма дерева. Другая часть дерева – корни, которые удерживают ствол дерева в вертикальном положении. Третья часть дерева – ствол. Он удерживает тяжелую крону и служит проводником питательных веществ, поступающих от корней и к листьям. Самая ценная часть дерева – ствол.

Назначение корня – всасывать из почвы влагу с растворенными в ней минеральными веществами и передавать ее через ствол в крону; кроме того, корень удерживает дерево в вертикальном положении.

Назначение ствола – проводить впитываемую корнями влагу с растворенными в ней минеральными солями в верх в крону; отводить вниз питательные вещества; сохранять запасы питательных веществ, необходимых весной для разворачивания листьев; служить опорой для кроны.

Нижняя часть ствола дерева называется комлем, верхняя – вершиной. В месте перехода ствола в корень имеется закомлистость – резкое увеличение диаметра ствола дерева на небольшой длине.

В кроне листьями вырабатываются органические вещества – углеводы, необходимые для питания и роста дерева.

Главную массу древесины дает ствол, составляющий от 70 до 90 % объема дерева и используемый в качестве строительного материала.

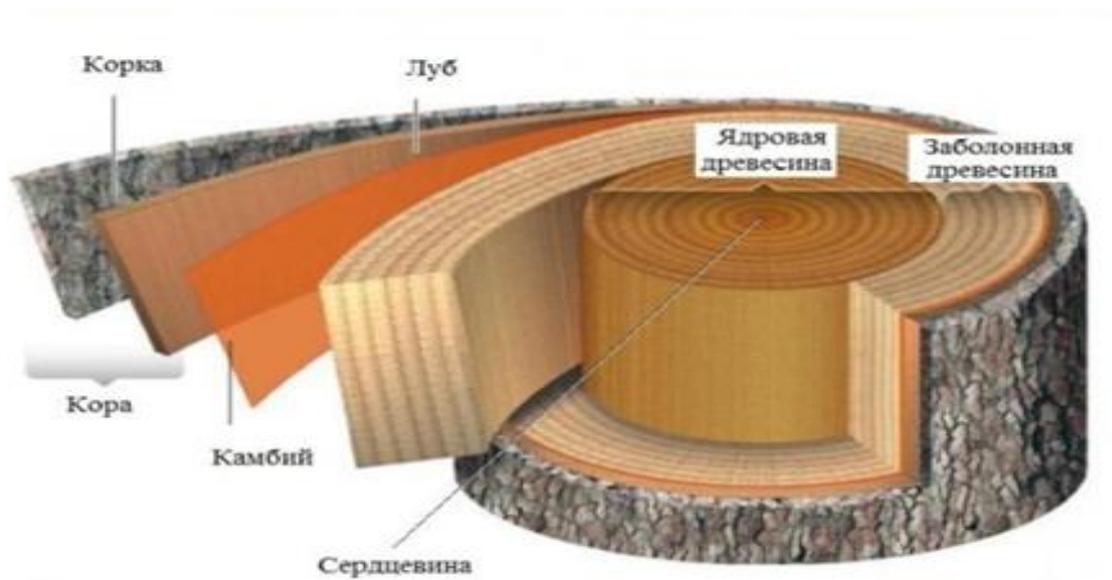
В зависимости от строения древесины и внешнего вида все древесные породы делят на две основные группы: хвойные и лиственные. К хвойным породам, имеющим игольчатую чешуйчатую хвою, большей частью вечнозеленую, к ним относятся: сосна, ель, пихта, кедр, лиственница, тис и можжевельник. Древесина хвойных пород отличается высокими техническими свойствами и долговечностью, лиственные породы имеют значительно меньшее распространение, чем хвойные, но отличаются многочисленностью видов, разнообразием свойств и широкой областью применения.

Ветви некоторых пород деревьев и кустарников, к примеру ивы, являются прекрасным материалом для изготовления плетеных изделий (мебели, корзин и др.). В месте перехода ствола в корни (комлевая часть дерева, или комель) древесина обычно имеет неправильное строение, обуславливающее у таких пород, как береза, карагач, орех, платан, красивый рисунок и переливчатый блеск на разрезах. Такая древесина высоко ценится в производстве художественных изделий. На корнях некоторых деревьев, например березы, иногда образуются утолщения или наплывы шарообразной формы – капо-корень. В разрезе древесина капо-корня имеет причудливый неповторимый рисунок. Ее используют для изготовления декоративных сувенирных изделий.

Строение древесины, видимое невооруженным глазом (макростроение), изучают на трех главных разрезах ствола: поперечном или торцовом (П) (плоскость разреза проходит перпендикулярно оси ствола); радиальном (Р) (плоскость проходит вдоль оси ствола через центр); тангенциальном (Т) (плоскость проходит вдоль оси ствола на некотором расстоянии от центра).

Ствол в основном состоит из клеток, вытянутых по его длине клетки группируются наслоениями, которые на торце имеют вид концентрических колец, а на продольных разрезах (радиальном и тангенциальном) наклонных и параболических линий. На торцовом разрезе, начиная от периферии к центру,

различают следующие основные части ствола: кору, камбий, древесину и сердцевину (рис.1).



*Рис.1 Строение древесного ствола*

Кора изолирует дерево от вредных воздействий внешней среды резких колебаний температуры, от насекомых вредителей леса и т. п. Она состоит из наружных покровных наслоений, резко отличающихся от внутренних наслоений древесины. В коре различают наружный слой корку или кожицу, средний слой пробковую ткань и внутренний луб. Кора занимает от 5 до 20% объема дерева. Кора деревьев очень разнообразна по цвету (белая, серая, коричневая, зеленая, черная, красная) и по фактуре (гладкая, пластинчатая, трещиноватая и т. д.), соответственно, многообразно её применение. Кора ивы и дуба содержит много дубильных веществ, используемых в медицине, а также в красильном деле и при выделке кожи. Из коры пробкового дуба вырезают пробки для посуды, а отходы служат наполнителем морских спасательных поясов. Хорошо развитый лубяной слой липы идет на плетение различных хозяйственных вещей. Некоторые породы, например, пробковый дуб, выращиваемый в Крыму и на Кавказе, бархатное дерево, растущее в районе Амура и на Сахалине, имеют очень толстую и мало теплопроводную кору. Кора этих деревьев используется для изготовления пробковых теплоизоляционных плит и укупорочной пробки, а древесина в столярных и

отделочных работах. Луб в растущем дереве служит проводником питательных веществ от кроны в ствол и корни; и нем откладываются запасы питательных веществ, необходимых дереву ранней весной для развертывания молодых листьев.

Камбий расположен между лубом и древесиной в виде очень тонкого слоя тонкостенных клеток, способных к делению и росту. Клетки камбия, делясь, ежегодно откладывают в сторону коры клетки луба, а в противоположную сторону клетки древесины. Весной камбий дает более рыхлую древесину, летом и осенью более плотную. Древесина состоит из ряда концентрических слоев, идущих от сердцевины до коры, от которой она отделяется незаметным на глаз камбиальным слоем. На поперечном разрезе ствола некоторых пород дерева можно легко различить наружную, более светлую часть заболонь и внутреннюю, более темную ядро.

Большая часть клеток идет на строительство нового годичного слоя древесины и совсем незначительная часть – на образование коры

Заболонь часть древесины более позднего образования, состоящая из молодых клеток, среди которых имеются живые и омертвевшие. В растущем дереве по заболони движется влага с растворенными в ней минеральными веществами, поэтому влажность заболони в свежесрубленном дереве гораздо больше, чем в ядре. Древесина заболони по своим механическим свойствам равноценна древесине ядра (при одинаковой их влажности), но стойкость ее против загнивания ниже.

Ядро состоит из мертвых клеток и образуется не сразу, а постепенно, по мере отмирания клеток заболони. Ядро не принимает участия в продвижении необходимых для дерева питательных веществ вследствие закупорки проводящих путей. Потемнение древесины в ядре объясняется образованием в клетках древесины смол, дубильных и красящих веществ. Эти вещества делают древесину ядровой части более стойкой против загнивания.

В зависимости от наличия или отсутствия ядра древесные породы делятся на:

- а) ядровые, имеющие ядро и заболонь (дуб, сосна, лиственница, кедр и др.);
- б) заболонные (безъядровые), имеющие одну лишь заболонную древесину (береза, ольха, осина и др.)

Каждый год жизни отмечается на стволе увеличением слоя древесины определенного размера, который зависит от возраста, условий жизни растения, скорости роста. Такие слои называют годичными кольцами. Они особенно ярко видны на спилах хвойных пород.

Годичное кольцо содержит два таких слоя ткани:

- ранний мягкий (возникает в первой половине годичной вегетации при этом имеет светлую окраску, находится у центра ствола);
- поздний твёрдый (создается во второй половине годичного роста, отличается темной окраской, располагается ближе к коре).

По каналам ранней ткани транспортируются питательные элементы к вершине и обратно. Зона позднего слоя защищает растение от механических повреждений. В комле находятся самые узкие кольца. Из-за неблагоприятных условий произрастания они могут иметь волнистость, что повышает декоративность древесной массы. Древесный материал с самыми узкими кольцами считается лучшим.

От коры по радиусу к центру растения протягиваются светлые линии, используемые для перемещения питательных элементов. Эти линии называются сердцевинными лучами. Лучи характерны для всех пород и отчетливо видны на срезах. Ширина лучей меняется в пределах 0,05-1 мм. Их размер непосредственно зависит от условий жизни растения

На поперечном разрезе лиственных пород замечаются небольшие отверстия, которые являются сосудами растения. Они поставляют дереву воду и питание. Если в раннем слое лежат крупные сосуды, а в позднем – мелкие, то такой сосудистый рисунок соответствует кольцесосудистой

материи (дуб, вяз, ясень). Она отличается прочной древесной массой. Равномерное расположение сосудов по годичному кольцу соответствует мягкой рассеяннососудистой ткани (береза, осина). Весной с некоторых деревьев (береза, сахарный клен) собирают сок, перерезая их сосуды.

Для строения хвойных пород характерны протоки, наполненные смолой. Это смоляные ходы, которые свойственны лишь некоторым хвойным деревьям. Например, пихта и можжевельник их не имеют. Смоляные ходы разных направлений создают одну смолоносную систему.

Самый центр ствола занимает сердцевина – рыхлая масса, пронизывающая растение снизу доверху. Серцевина образовывается в начале жизни дерева, при этом быстро поддается разложению. На срезе сердцевина представляется в виде отметины, как правило, круглой формы диаметром 2-5 мм. Лиственные породы имеют сердцевину большей площади, чем хвойные. Наибольшую сердцевину имеет бузина. У лиственных деревьев диаметр сердцевины чаще бывает больше, чем у хвойных. Очень большая сердцевина у бузины. Удалив сердцевину, можно довольно легко получить деревянную трубочку. Такие трубочки исстари шли у народных музыкантов на изготовление различных духовых инструментов: жалеек, свирелей и дудок. У большинства деревьев сердцевина на торцовом разрезе круглая, но есть породы с иной формой сердцевины. Серцевина ольхи на торце напоминает форму треугольника, ясеня – квадрата, тополя – пятиугольника, а сердцевина дуба напоминает пятиконечную звездочку.

Тонкий слизистый слой клеток, лежащих в области между корой и древесиной, именуется камбием. Он вырабатывает микроэлементы для роста древесной ткани, принимая от луба питательные элементы. Процесс синтеза новых клеток начинается весной и заканчивается осенью, этим объясняется слоистое строение древесной массы.

У части древесных пород на поперечном разрезе можно видеть более темную центральную часть ядро и светлую периферическую зону – заболонь. Ядро, отличающееся большей плотностью и твердостью, меньшим

содержанием влаги, является наиболее старой по возрасту древесиной и состоит из омертвевших клеток, не принимающих участие в жизни дерева. В раннем возрасте древесина всех пород состоит только из заболони, которая является проводником влаги и питательных веществ, и лишь с течением времени (через 1030 лет) у некоторых пород образуется ядро. У других пород центральная часть ствола, не отличаясь по цвету от периферической, содержит (в растущем дереве) значительно меньше влаги.

Особенностью строения лиственных пород являются сосуды, имеющие форму трубок. Сосуды могут быть крупные и мелкие. Крупные сосуды чаще сосредоточены в одной ранней зоне годичных слоев, образуя на поперечном разрезе пористое кольцо (например, у дуба), реже они распределены по годичному слою равномерно, как, например, у ореха грецкого. По этому признаку лиственные породы разделяют на кольца сосудистые и рассеяннососудистые. К первым относятся дуб, ясень, каштан, вяз, ильм, карагач, бархатное дерево, фисташка, белая акация; ко вторым – большинство лиственных пород. Среди них с крупными сосудами – грецкий орех и хурма, а с мелкими – береза, осина, ольха, липа, бук, клен, платан, тополь, ива, рябина, груша, лещина и др.

У многих лиственных пород на поперечном разрезе хорошо заметны узкие линии, направленные от сердцевины к коре, называемые сердцевинными лучами. В растущем дереве сердцевинные лучи служат для запаса питательных веществ и проведения их в горизонтальном направлении. На радиальном разрезе сердцевинные лучи видны в виде блестящих поперечных полос или пятен, а на тангенциальном разрезе они имеют веретенообразную или чечевицеобразную форму. Среди пород ярко выраженные сердцевинные лучи имеют дуб, бук, платан, граб, ольха, лещина.

Для хвойных пород характерны смоляные ходы, которые представляют собой тонкие, наполненные смолой каналы. Вертикальные, более крупные,

смоляные ходы можно наблюдать на поперечном разрезе в виде беловатых точек у сосны, кедра, лиственницы и ели.

На торце вокруг сердцевины концентрическими кольцами расположены годичные, или годовые, слои древесины. На радиальном разрезе годичные слои видны в виде параллельных полос, а на тангентальном – в виде извилистых линий. Каждый год дерево, словно новую рубашку, надевает слой древесины, а за счет этого ствол и ветки становятся толще.

В том случае, когда центральная часть ствола отличается меньшим содержанием воды, т. е. является более сухой, ее называют спелой древесиной, а породы – спелодревесными. Породы, имеющие ядро, называют ядровыми. Остальные породы, у которых нет различия между центральной и периферической частью ствола ни по цвету, ни по содержанию воды, называют заболонными (безъядровыми).

Из древесных пород, произрастающих на территории России, ядро имеют хвойные: сосна, лиственница, кедр; лиственные: дуб, ясень, ильм, тополь. Спелодревесными породами являются из хвойных ель и пихта, из лиственных бук и осина. К заболонным породам относятся лиственные: береза, клен, граб, самшит.

Однако у некоторых безъядровых пород (береза, бук, осина) наблюдается потемнение центральной части ствола. В этом случае темная центральная зона называется ложным ядром.

Молодые деревья всех пород не имеют ядра и состоят из заболони. Лишь с течением времени образуется ядро за счет перехода заболонной древесины в ядровую.

Ядро образуется за счет отмирания живых клеток древесины, закупорки водопроводящих путей, отложения дубильных, красящих веществ, смолы, углекислого кальция. В результате этого изменяются цвет древесины, ее масса и показатели механических свойств. Ширина заболони колеблется в зависимости от породы, условий произрастания. У одних пород ядро

образуется на третий год (тис, белая акация), у других - на 30-35-й год (сосна). Поэтому заболонь у тиса узкая, у сосны широкая.

Переход от заболони к ядру может быть резким (лиственница, тис) или плавным (орех грецкий, кедр). В растущем дереве заболонь служит для проведения воды с минеральными веществами от корней к листьям, а ядро выполняет механическую функцию. Древесина заболони легко пропускает воду, менее стойка против загнивания, поэтому при изготовлении тары под жидкие товары использовать заболонь следует ограниченно.

Влияние строения древесины на ее использование представлено в табл.1

Табл.1

Применение древесины в зависимости от ее строения

Порода древесины	Свойства	Применение
Сосна.	Хвойная порода. Мягкая. Пропитана смолистыми веществами. Древесина красного цвета с ярко выраженной текстурой.	Изготовление окон и дверей, полов и потолков, мебели; в строительстве судов, вагонов, мостов.
Ель.	Хвойная порода. Мягкая. Пропитана смолистыми веществами. Цвет белый с желтым оттенком.	Изготовление музыкальных инструментов, мебели, окон и дверей.
Лиственница.	Плотность лиственницы выше сосновой на 30%. Прележав долго в воде, становится твердой как камень.	Изготовление домов, колес, посуды, мостов, из коры изготавливают красно-коричневую краску.
Кедр.	Ядровая порода. У древесины кедра широкая белая заболонь с желтым оттенком и розовато-охристым ядром.	Изготовление половиц, мебели, карандашей.
Береза.	Лиственная порода. Твердая. Цвет белый с буроватым оттенком.	Изготовление фанеры, мебели, посуды, ружейных лож, лыж.
Осина	Лиственная порода. Мягкая. Цвет белый с зеленоватым оттенком. Склонна к загниванию	Изготовление спичек, посуды, игрушек, бумаги
Липа.	Лиственная порода. Мягкая. Цвет белый с розовым оттенком.	Изготовление посуды, чертежных досок, карандашей, изделий с художественной резьбой.

Дуб.	Лиственная порода. Твердая. Цвет светло-желтый с коричнево-серым оттенком и ярко выраженной текстурой.	Изготовление мебели, паркета, облицовывания ценных изделий, мостов и вагонов. Крону частично используют в качестве сырья для получения древесноволокнистых плит, картона и других материалов.
------	--	---

### **Микроскопическое строение древесины**

Множество разнообразных клеток, скрепленных между собой – это есть древесная масса. Каждая клетка наполнена протопластом, а межклеточное пространство – сложными полимерными соединениями. Однозначные по строению и функциям клетки создают соответствующие ткани: механические (опорные), проводящие и запасующие.

Оболочка клетки создана из природных высокомолекулярных полимеров: углеводов (70-80%) и лигнина (20-30%). Углеводная часть представлена холоцеллюлозой, гемицеллюлозой и целлюлозой. Лигнин – аморфное вещество, связывающее целлюлозные волокна между собой, благодаря чему целлюлоза приобретает прочность и эластичность. Лигнин и целлюлоза пропитывают стенки клеток, вызывая их одревеснение. В результате оболочка становится жесткой, твердой, по своей прочности не уступающая железобетону.

### **Химический состав древесины и коры**

Ткань древесной массы создана из клеток. Поэтому все химические компоненты располагаются в клеточных оболочках. Древесина состоит из минеральных и органических компонентов. К минеральным (неорганическим) веществам относятся элементы, которые остаются после сгорания древесной ткани (зола). Их величина составляет 1% от общей массы. По химическому составу эти элементы представляют собой смесь разных солей, растворимых (натрия, калия) и нерастворимых (магния, кальция, железа) в воде.

Остальную часть занимают органические составляющие, занимающие 99% общей массы. Их элементный состав содержит 49 – 50% углерода, 43 – 44 % кислорода, 6 % водорода и 0,1 – 0,3 % азота.

Структурные компоненты, образующие структуру клетки, являются целлюлоза, холоцеллюлоза, гемицеллюлоза, лигнин.

Экстрактивные вещества – компоненты, которые можно извлечь из древесины растворителями (экстрагировать). Они не входят в состав клеточной стенки. К ним относятся эфирные масла, красители, дубильные вещества, жиры, пектины. Древесина обязана им запахом, цветом, вкусом, сопротивлению гниению и болезням. Экстрактивные элементы составляют 3 – 5% от общей массы органических компонентов.

Химический состав лиственных пород отличается от хвойных большим содержанием структурных компонентов (гемицеллюлозы), но меньшим содержанием лигнина. В зависимости от географического места произрастания, возраста растения химический состав может меняться в пределах одной породы.

Химический состав коры отличается повышенным содержанием экстрактивных веществ, лигнина и пониженным содержанием целлюлозы. Доля неорганических веществ в общем количестве составляет 10-15 %, это в 10 раз больше, чем в древесине. Преобладающими элементами золы являются кальций (82-95 %), калий, магний.

Описанные элементы анатомического строения древесины служат основными признаками для определения породы. Дополнительными признаками являются физико-механические свойства древесины, такие, как цвет, блеск, текстура, плотность, твердость и др.

### **Контрольные вопросы**

1. Химический состав древесины и коры
2. Компоненты, образующие структуру клетки
3. Назначение коры, камбия, заболони и ядра в растущем дереве

4. Ядровые и заболонные породы дерева
5. Основные пороки древесины

## **§ 2. ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДРЕВЕСИНЫ**

К физико-механическим свойствам древесины относят внешний вид, запах, показатели макроструктуры, влажность и связанные с ней изменения (усушка, разбухание, растрескивание, коробление), плотность, электро-, звуко- и теплопроводность. Внешний вид древесины характеризуется следующими свойствами: цветом, блеском, текстурой и макроструктурой.

**Цвет** – одна из важнейших характеристик внешнего вида древесины. Под цветом древесины понимают определённое зрительное ощущение, которое зависит, в основном, от спектрального состава отражённого ею светового потока. Его учитывают при выборе пород для внутренней отделки помещений, изготовлении мебели, музыкальных инструментов, художественных поделок и т.д. Наибольшим блеском из отечественных пород отличается древесина дуба, бука, белой акации, бархатного дерева; из иноземных – древесина атласного дерева и махагони (красного дерева). Цветовые оттенки древесины имеют широкий диапазон. Нужно помнить, что цвет древесины может изменяться не только в зависимости от породы, но в пределах одного вида может быть несколько десятков вариантов тональных соотношений. На этот фактор оказывают влияние климатические условия, в которых росло дерево и другие природные факторы. Выявление и использование цветовой палитры является ответственным моментом в дизайнерском поиске. Окраску древесине придают красящие дубильные вещества, находящиеся в ее клетчатке. Преобладают древесные породы с теплыми оттенками (желтые, охристые, красные, красно-коричневые, коричневые), но встречаются зеленые, синие, фиолетовые и черные породы древесины, которые в нашей стране считаются экзотическими. Цветовые оттенки различных пород можно классифицировать по основным группам, где преобладающим будет один цвет древесины:

- желтый – береза, ель, липа, осина, граб, клен, пихта, ясень (беловато-желтый со светлыми оттенками розового и красного), барбарис (лимонно-желтый), шелковица (золотисто-желтый), боярышник, карельская береза, лимонное дерево, черемуха (красновато-буровато-желтый), айлант (розовато-желтый);
- бурый – кедр, тополь, вяз (светло-бурый), бук, лиственница, ольха, груша, слива (красновато-розовато-бурый), каштан, рябина (коричнево-бурый), акация (желто-бурый), анатолийский орех (зеленовато-бурый);
- коричневый – черешня (желтовато-коричневый), яблоня (желтовато-розовато-светло-коричневый), абрикос, грецкий орех (светло(темно)-коричневый);
- красный – тис, маклюра, падук, красное дерево;
- красно-фиолетовый – амарант;
- розовый – лавровишня (желтовато-розовый), груша, ольха, чинара (темно-розовый);
- оранжевый – крушина;
- фиолетовый – сирень, бирючина (ядро);
- черный – мореный дуб, эбеновое дерево, эбен макасар;
- зеленоватый – хурма, фисташка.

**Блеск** древесины – это способность отражать световой поток с поверхности в определенном направлении. В значительной степени это свойство проявляется у бука, клена, чинары, белой акации. У различных пород блеск неодинаковый;

- матовый (сатиновый) – тополь, липа, осина, тик;
- шелковистый – ива, вяз, ясень, черемуха;
- золотистый – черешня;
- серебристый – сибирский кедр;
- муаровый – береза, серый клен, лавровишня.

Блеск древесины зависит не только от наличия и размеров сердцевинных лучей, но и от характера их размещения по разрезам: чем

крупнее сердцевинные лучи (например, у дуба) и чем плотнее древесина, т. е. чем кучнее расположены сердцевинные лучи (например, у клена), тем значительнее будет блеск древесины. Распределение блеска по поверхности неодинаково и зависит от вида разреза: в радиальной плоскости он сильнее, в поперечной-слабее.

Светотеневые переливы у одних пород хорошо заметны только на продольном разрезе ствола, у других – на всех разрезах. Они существенно влияют на декоративные качества древесины, усиливая или ослабляя ее выразительное звучание, поэтому блеск древесины учитывают при составлении мозаичных наборов.

**Текстура** древесины – это естественный рисунок древесных волокон на обработанной поверхности, обусловленный особенностями ее строения. Текстура зависит от особенностей анатомического строения отдельных пород древесины и направления разреза. Она определяется шириной годичных слоев, разницей в окраске ранней и поздней древесины, наличием сердцевинных лучей, крупных сосудов, неправильным расположением волокон (волнистым или путаным). Хвойные породы на тангентальном разрезе из-за резкого различия в цвете ранней и поздней древесины имеют красивую структуру. Лиственные породы с ярко выраженными годичными слоями и развитыми сердцевинными лучами (дуб, бук, клен, карагач, ильм, платан) имеют очень красивую структуру радиального и тангентального разрезов. Особенно красивый рисунок на разрезах древесины с направленным и путаным (свилеватым) расположением волокон (капы, наросты), а также со следами спящих почек (глазки). У древесины хвойных и мягких лиственных пород более простой и менее разнообразный рисунок, чем у древесины твердых лиственных пород. Декоративную ценность древесины определяет текстура, которую усиливают и выявляют прозрачными лаками (табл.2).

### **Текстура пород древесины**

Таблица 2.

Название древесины	Текстура
Акация белая	Полосы, кольца, тонкие линии
Амарант	Темно-коричневые полосы, черточки
Береза обыкновенная	Муаровый рисунок, шелковистый блеск
Береза карельская	Рисунок в виде коричневых извилин или черточек, яркая
Бук	Блестящие крапинки, темные тонкие штрихи
Вишня	Порода ядровая, полосатая
Граб	Текстура слабо выражена
Груша	Текстура слабо выражена, однородная
Дуб	Крупная текстура с годичными слоями, крупными сосудами, сердцевинными лучами в виде язычков пламени, темных штрихов
Карагач	Муаровая текстура с шелковистым блеском
Клен русский	Нежная розовая текстура, шелковистый блеск
Клен: явор и "птичий глаз"	Шелковистый блеск
Лимонное дерево	Ленточная текстура
Махагони	Ленточная структура
Ольха	Текстура выражена
Орех грецкий	Красивая текстура с темными прожилками
Осина	Текстура слабо выражена
Палисандр	Текстура крупная, выразительная с темными короткими черточками
Рябина	С мелкими порами, слабо выражена
Самшит	Текстура с едва заметными прожилками, слабо выражена
Тик	Текстура крупная, выразительная. Напоминает текстуру ореха
Яблоня	Текстура слабо выражена, однородная
Ясень	Текстура резко выражена в виде полос

**Запах** древесины зависит от количества эфирных масел, смол и дубильных веществ. Древесина только что срубленного дерева или сразу после ее механической обработки обладает сильным запахом, у хвойных

пород более сильный запах, чем у древесины лиственных пород. Характерный запах скипидара у хвойных пород – сосны, ели. Дуб имеет запах дубильных веществ, бакаут и палисандр – запах ванили. По запаху древесины можно определить ее породу.

**Макроструктура** древесины характеризуется шириной годичных слоев, определяемой числом слоев на 1 см отрезка, отмеренного в радиальном направлении на поперечном срезе. Древесина хвойных пород имеет более высокие физико-механические показатели, если в 1 см не менее 3 слоев и не более 25 слоев. У лиственных кольцесосудистых пород (дуба, ясеня) увеличение ширины годичных слоев происходит за счет поздней зоны и поэтому увеличиваются прочность, плотность и твердость. У древесины лиственных рассеянососудистых пород (березы, бука) нет четкой зависимости свойств от ширины годичных слоев. По образцам древесины хвойных и кольцесосудистых лиственных пород определяют содержание поздней древесины в процентах. Чем выше содержание поздней древесины, тем больше ее плотность и, следовательно, лучше механические свойства.

**Влажностью** (абсолютной) древесины называется отношение массы влаги, находящейся в данном объеме древесины, к массе абсолютно сухой древесины, выраженное в процентах. Влага в древесине пропитывает клеточные оболочки (связанная или гигроскопическая) и заполняет полости клеток и межклеточные пространства (свободная или капиллярная). При высыхании древесины сначала из нее испаряется свободная влага, а затем гигроскопическая. При увлажнении древесины влага из воздуха пропитывает только клеточные оболочки до полного их насыщения. Дальнейшее увлажнение древесины с заполнением полостей клеток и межклеточных пространств происходит только при непосредственном контакте древесины с водой (вымачивание, пропаривание). Из этого следует, что высушенная древесина, не находясь в непосредственном контакте с водой, не может иметь влажность выше предела гигроскопичности состояния древесины, при

котором клеточные оболочки содержат максимальное количество связанной влаги, а в полостях клеток находится только воздух.

Полную насыщенность древесины водой называют границей гигроскопичности. Такая стадия влажности в зависимости от породы дерева составляет 25-35%. Древесину, полученную после сушки при температуре 105°С с полным выделением всей гигроскопической влаги, называют абсолютно сухой древесиной. На практике различают древесину: комнатно-сухую (с влажностью 8-12%), воздушно-сухую искусственной сушки (12-18%), атмосферно-сухую древесину (18-23%) и влажную (влажность превышает 23%). Древесину только что срубленного дерева или находившуюся долгое время в воде, называют мокрой, ее влажность до 200%. Различают также эксплуатационную влажность, соответствующую равновесной влажности древесины в конкретных условиях (табл.3).

#### **Средняя влажность в свежесрубленном состоянии, %**

Таблица3.

<b>Порода</b>	<b>%</b>
Ель	91
Лиственница	82
Пихта	101
Сосна обыкновенная	88
Сосна кедровая сибирская	92
Липа мелколистная	60
Осина	82
Ольха	84
Тополь	93
Береза	78
Бук	64
Вяз	78
Дуб	50
Ясень обыкновенный	36

Влажность оказывает большое влияние на свойства древесины как поделочного материала. Изделие, изготовленное из сырого материала, легко

поражается плесенью и загнивает, при сушке изменяет размеры и форму, коробится и растрескивается.

Древесина как растительный материал всегда содержит определенное количество влаги, которое соответствует влажности окружающей среды, поэтому говорят, что древесина обладает равновесной влажностью. Попадая в условия повышенной влажности, например в воду, древесина впитывает в себя влагу, а попадая в сухое помещение отдает влагу до тех пор, пока между внутренним и внешним значениями влажности не установится равновесие.

Для количественной оценки влажности древесины введено понятие «абсолютная влажность древесины». Для практического определения значения влажности испытуемый образец древесины взвешивают на рычажных весах с погрешностью до 0,001 г, затем образец высушивают в сушильном шкафу до постоянной массы (т. е. до полного испарения воды), проверяя ее путем повторных взвешиваний. Результат определяют по формуле:  $W = (P_n - P_c) / P_c \times 100\%$ , где  $W$  – первоначальная влажность, %;  $P_n$  и  $P_c$  – начальная масса и масса в абсолютно сухом состоянии образца.

Этот метод дает достаточно точные результаты, но требует длительного времени – 8-10 ч. В производственных условиях при массовом определении влажности пользуются более быстрым электрическим методом, основанном на измерении электропроводности древесины, которая, в свою очередь, зависит от содержания в древесине воды. Для этой цели применяют специальные приборы – электровлагомеры.

При изготовлении изделий для внутреннего убранства помещений влажность древесины должна быть  $(8 \pm 2) \%$ , для внешнего – 15-20%.

Установить точное значение влажности весовым или электрическим методом не всегда представляется возможным (только на предприятии, где есть лаборатория). Однако опытные мастера по обработке дерева достаточно точно определяют степень влажности древесины по стружке. Если скомкать в руке стружку средней толщины, снятую с прямослойного участка, и она при этом раскрошится, значит, древесина пересушена; если стружка остается

цельной, но легко ломается древесина достаточно сухая; если же стружка не ломается, а мнется, как мочало, то древесина – сырая.

Усушка – уменьшение линейных размеров и объема древесины при высыхании. Усушка начинается после полного удаления свободной влаги и с начала удаления связанной влаги. Усушка по разным направлениям неодинакова. В среднем полная линейная усушка в тангентальном направлении составляет 6-10%, в радиальном – 3-5% и вдоль волокон – 0,10,3%. Уменьшение объема древесины при испарении связанной влаги называется объемной усушкой. При распиловке бревен на доски предусматривают припуски на усушку с тем, чтобы после высыхания пиломатериалы и заготовки имели заданные размеры. (табл.4)

Таблица 4.

**Усушка древесины (от водонасыщенного состояния до абсолютно сухого)**

Вид древесины	Усушка%		
	В продольном направлении	В тангенциальном направлении	В радиальном направлении
Афзелия	0,2	4-4,5	2-3
Бальсовое дерево	0,6	3-5	2-3
Береза	0,6	3-5	2-3
Бук белый	0,5	10-12	6-7
Бук лесной	0,3	8-12	6-9
Вишня	0,3	7-8	4-5
Вяз	0,3	8	4,5
Груша	0,4	7-9	4-5
Дуб	0,4	8-10	4-5
Ель	0,3	6-8	3-4
Клен	0,5	5-8	3-4
Лимб	0,2	4,5-7,5	3-6
Лиственница	0,3	7-8	3-5
Орех	0,5	8-12	5-6
Пихта	0,1	7-9	3-4
Сосна (обычная)	0,4	6-8	3-4
Сосна смолистая	0,2	7-7,5	4-5
Тик	0,4	4,5-6	2-3
Ясень	0,2	7-8	4-5

Внутренние напряжения – напряжения, которые возникают без участия внешних сил. Причиной образования напряжений при сушке древесины является неравномерность распределения влаги. Если растягивающие напряжения достигнут предела прочности древесины на растяжение поперек волокон, то могут возникнуть трещины: в начале процесса сушки – на поверхности, а в конце – внутри сортимента. Внутренние напряжения сохраняются в высушенном материале и служат причиной изменения размеров и формы деталей при механической обработке древесины. Остаточные напряжения снимают путем дополнительной обработки пиломатериалов – пароувлажнением.

Коробление – изменение формы поперечного сечения доски при высыхании или увлажнении древесины. Коробление может быть поперечным и продольным. Поперечное выражается в изменении формы сечения доски. Происходит это из-за разницы усушки по радиальному и тангентальному направлениям. Сердцевинные доски уменьшают свои размеры к кромкам: доски, у которых внешняя часть расположена ближе к тангентальному направлению, усыхают больше, чем внутренние, имеющие радиальное направление. Чем ближе доска расположена к сердцевине, тем больше ее коробление.

По длине доски могут изгибаться, принимая дугообразную форму или форму винтовой поверхности (крыловатость). Первый вид продольного коробления встречается у досок, содержащих ядро и заболонь (усушка ядра и заболони по длине волокон несколько различается). Крыловатость наблюдается у пиломатериалов с тангентальным наклоном волокон. Для предупреждения появления коробления необходима правильная укладка, сушка и хранение древесины.

Существуют следующие виды коробления:

- 1) поперечное: желобчатое, трапециевидное, ромбовидное, овальное коробления;

2) продольное: коробление по кромке, коробление по пласти, крыловатость.

Разбухание – увеличение линейных размеров и объема древесины при повышении содержания связанной влаги. Разбухание наблюдается при увеличении влажности до предела гигроскопичности; увеличение свободной влаги не вызывает разбухания. Так же, как и усушка, наибольшее разбухание древесины наблюдается в тангенциальном направлении поперёк волокон, а наименьшее - вдоль волокон.

Водопоглощение – способность древесины благодаря пористому строению поглощать капельно-жидкую влагу. Водопоглощение происходит при непосредственном контакте древесины с водой. При этом в древесине увеличивается содержание как связанной, так и свободной влаги.

Плотность древесины (плотность дерева) – это отношение массы древесины к ее объему. зависит от влажности и для сравнения значения плотности всегда приводят к единой влажности - 12%. Между плотностью и прочностью древесины существует тесная связь. Более тяжелая древесина, как правило, является более прочной. Величина плотности колеблется в очень широких пределах. По плотности при влажности 12% древесину можно разделить на три группы:

- породы с малой плотностью ( $510 \text{ кг/м}^3$  и менее): сосна, ель, пихта, кедр, тополь, липа, ива, ольха, каштан, орех;
- породы средней плотности ( $550...740 \text{ кг/м}^3$ ): лиственница, тис, береза, бук, вяз, груша, дуб, ильм, карагач, клен, платан, рябина, яблоня, ясень;
- - породы с высокой плотностью ( $750 \text{ кг/м}^3$  и выше): акация белая, береза железная, граб, самшит, саксаул, фисташка, кизил.

Теплопроводность – это способность толщи древесины проводить тепло от одной поверхности к противоположной. Для древесины характерен низкий коэффициент теплопроводности  $0,17-0,31 \text{ Вт/ (м}^\circ\text{С)}$ , зависящий от породы, плотности, влажности и направления разреза. Сухая древесина плохой проводник тепла.

Звукопроводность – это способность древесины проводить звук. Звукопроводность древесины вдоль волокон больше звукопроводности воздуха в 16 раз, а поперек волокон – в 3-4 раза. Качество древесины определяется звукопроводностью. После удара по комлевой части растущего или срубленного ствола хорошее распространение звука свидетельствует о качестве древесины. Прерывистый звук, переходящий в глухой, свидетельствует о загнивании древесины.

Электропроводность – сопротивление древесины прохождению электрического тока. Она зависит от породы, температуры, направления волокон и влажности древесины. Электропроводность сухой древесины незначительна, что позволяет применять ее в качестве изоляционного материала (розетки под штепсели и выключатели и т.д.).

Механические свойства – это свойства древесины, которые проявляются при воздействии на нее внешних нагрузок. К ним относятся: прочность, деформативность, технологические и эксплуатационные свойства.

Прочность – это способность древесины сопротивляться разрушению под воздействием внешних сил. Показателем прочности является предел прочности. Предел прочности – это максимальное напряжение, которое выдерживает древесина без ее разрушения.

Деформативность – это способность древесины изменять форму и размеры под воздействием внешних нагрузок. Показателем деформативности служит модуль упругости. Модуль упругости вдоль волокон составляет 12 - 16 ГПа, а поперек в 20 раз меньше. С увеличением длительности действия нагрузки деформации возрастают.

К числу эксплуатационных и технологических свойств, проявляющихся при воздействии усилий, можно отнести

- твердость,
- ударную вязкость,
- износостойкость,
- способность удерживать крепления и др.

Характеристики механических свойств определяются в результате испытаний. Так как древесина анизотропный материал, то испытания необходимо проводить в различных структурных направлениях: вдоль или поперек волокон (в радиальном и тангенциальном направлениях).

Для получения достоверных показателей при механических испытаниях используются чистые без пороков образцы. Прочность древесины в целом зависит от следующих факторов:

- от вида прилагаемой нагрузки, наибольшая прочность характерна при статической нагрузке.

- направления действия нагрузки относительно волокон древесины; наибольшая прочность наблюдается в направлении вдоль волокон, что обусловлено особенностями клеточного строения древесины.

- плотности древесины;

- содержание влаги, влияние на прочность оказывает только связанная влага, с увеличением ее содержания прочность уменьшается. При влажности более 30% прочностные свойства не изменяются.

- наличия пороков в древесине, которые могут не только снижать прочность, но и увеличивать ее.

Существуют следующие виды механических испытаний древесины:

1. Сжатие вдоль и поперек волокон. В среднем для отечественных пород предел прочности на сжатие вдоль волокон составляет около 50 МПа. Предел прочности при сжатии поперек волокон в среднем для всех пород примерно в 10 раз меньше предела прочности сжатия вдоль волокон.

2. Растяжение вдоль и поперек волокон. В среднем для всех пород предел прочности при растяжении вдоль волокон равен 130 МПа.

3. Изгиб. В среднем предел прочности при изгибе составляет 100 МПа.

4. Скалывание. Предел прочности при скалывании для всех пород составляет примерно 1/5 от предела прочности при сжатии вдоль волокон.

Предел прочности при скалывании поперек волокон в 2 раза меньше, чем предел прочности при скалывании вдоль волокон.

#### 5. Способность древесины удерживать крепления

Древесина обладает уникальным свойством удерживать гвозди, шурупы, скобы, костыли и другие крепления, которое имеет практическое значение.

Прочность древесины имеет большое значение для конструкций, испытывающих внешние нагрузки, например мебели. Мебельные детали чаще всего испытывают сжимающие (опоры), изгибающие (полки) и скалывающие (шиповые соединения) нагрузки. При этом учитывают, что древесина хорошо сопротивляется действию сил, растягивающих деталь вдоль волокон, и изгибающих сил, направленных поперек волокон; значительно ниже сопротивление древесины сжатию поперек и скалыванию вдоль и поперек волокон.

Проявляется прочность и при обработке древесины. Так, способность древесины расщепляться даже при небольших нагрузках необходимо учитывать на всех этапах обработки, начиная с заготовки, которую надо хорошо проверить на отсутствие трещин, и заканчивая сборкой, когда одна деталь может расколоться при соединении с другой деталью.

Плотная, тяжелая древесина обычно обладает большей прочностью. Прочность резко уменьшается с увеличением влажности древесины; значительно снижается прочность при наличии в древесине пороков (особенно сучков).

Твердость древесины имеет большое значение при обработке ее режущим инструментом (пилении, строгании, резьбе), а также в тех случаях, когда она подвергается истиранию (полы). Твердость определяют путем вдавливания в поверхность древесины стального шарика и получения отпечатка, площадь которого равна  $1 \text{ см}^2$ . Нагрузка, которая необходима для получения отпечатка, выраженная в килограммах, и характеризует твердость.

Твердость древесины в разных частях дерева неодинакова. Выше она в прикомлевой части ствола, в сучках и наростах. Ранняя и поздняя древесина годовичных слоев некоторых пород (например, лиственницы) резко различаются по твердости. Это вызывает затруднения при обработке ручным инструментом, например при резьбе.

Жесткость – способность сопротивляться изменению размеров и формы проявляется при гнутье древесины. Менее жесткая древесина легче поддается гнутью (изгибу), особенно с повышением влажности (до предела гигроскопичности) и температуры. Такими породами являются бук, дуб, береза, сосна, ель.

Упругость – это свойство древесины восстанавливать свою первоначальную форму после прекращения действия нагрузки. Чем древесина суше и плотнее, тем она более упругая.

Практическим ценным свойством древесины при изготовлении столярных изделий является ее способность удерживать металлические крепления (гвозди, шурупы, скобы и др.). Сопротивление вытягиванию шурупов и гвоздей зависит от их длины и диаметра, породы древесины, ее влажности и разреза (радиальный, тангенциальный, торцовый).

### **Контрольные вопросы**

1. Влияние физических свойств древесины на процесс изготовления изделий
2. Влияние механических свойств древесины на процесс изготовления изделий
3. Виды механических испытаний древесины
4. Способы определения влажности древесины
5. Факторы, влияющие на прочность древесины

## **§ 3. ХАРАКТЕРИСТИКА ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ**

Для изготовления изделий используют практически все породы древесины. Масштабы применения той или иной породы зависят прежде

всего от вида и характера изделий, а также от распространенности, географического размещения, запасов деловой древесины.

Акация белая – порода, завезенная из Северной Америки, растет в южных районах (Украина, Кавказ, Крым), а также в Средней Азии. Древесина желтовато-золотистая или оливковая, крупнослойная, но очень плотная. Обладает красивой текстурой с заметными полосами; ранняя древесина годичных слоев занята кольцом крупных сосудов; мелкие сосуды в поздней древесине образуют группы в виде черточек, точек или коротких извилистых линий; узкие сердцевинные лучи создают шелковистый блеск на радиальном разрезе. Особенно интересны по цвету и рисунку корешковые наплывы акации. Древесина отличается высокой твердостью, прочностью, с трудом поддается обработке самыми острыми инструментами. Хорошо клеивается и отделывается. Применяют в виде шпона для облицовывания небольших изделий и мозаичных работ, для токарных изделий, мелкой резьбы и моделей.

Акация желтая – широко распространенная кустарниковая порода. Древесина мелкослойная, ярко-желтого цвета, с переливчатым блеском, средней плотности и твердости. Прекрасно обрабатывается, клеивается и отделывается. Применяется для изготовления мелких изделий, коробочек, футляров, женских украшений, а также для инкрустации.

Бархатное дерево, или бархат амурский – порода, произрастающая на Дальнем Востоке и в южной части Сахалина. Порода ядровая с узкой заболонью желтого цвета, резко отграниченной от коричневатого ядра. Ранняя зона годичных слоев занята кольцом крупных сосудов; в поздней зоне мелкие сосуды образуют группы в виде коротких черточек и дугообразных линий, направленных параллельно границе слоя. По строению и внешнему виду древесина бархатного дерева похожа на древесину ясеня, но отличается от нее более ярким цветом и живописной текстурой. При сушке не трескается и не коробится. Легко обрабатывается, хорошо клеивается и отделывается. Используют в мебельном производстве в виде шпона.

Береза обыкновенная – древесина белого цвета с желтоватым оттенком. Текстура, имеющая иногда муаровый рисунок и шелковистый блеск, слабо выражена. Красивую текстуру имеют наплывы березы – капы. Древесина достаточно твердая и упругая, однородная по строению, легко и ровно раскалывается, хорошо режется, склеивается, окрашивается и отделяется, распаренная хорошо гнется. Может имитировать красное дерево, орех, серый клен. К недостаткам относятся малая стойкость против гниения и сильное коробление при сушке. По промышленному значению занимает первое место среди лиственных пород. Широко используется для производства лущеного шпона, фанеры, древесностружечных и древесноволокнистых плит, строительных конструкций, паркета и др. В художественной промышленности применяют для изготовления токарных и резных изделий, а в виде шпона для мозаичных работ.

Береза карельская – древесина беловато-желтого цвета с розоватым или бурым оттенком; текстура яркая, своеобразная, с рисунком в виде небольших коричневых черточек и извилин. Древесина твердая, не растрескивается, обрабатывается с трудом, хорошо отделяется. Является прекрасным материалом для токарных изделий, используется также как облицовочный материал в виде шпона, в мозаичных работах.

Бук имеет древесину от розовато-желтого до красновато-бурого цвета с неярко выраженными годичными слоями. Красивая текстура с блестящими крапинками на радиальном разрезе обусловлена большим количеством крупных сердцевинных лучей. На тангенциальном разрезе они создают темные тонкие штрихи. Древесина твердая, прочная, чисто режется, хорошо склеивается, окрашивается и отделяется. В распаренном состоянии легко гнется, поэтому является лучшим материалом для изготовления гнутой мебели. Применяют для изготовления столярных изделий, в токарных и мелких резных работах; в художественном паркете; как облицовочный материал (в виде шпона), в мозаичных работах.

Груша имеет прочную, однородную по плотности древесину с приятным розовато-коричневым цветом и гладкой, слабо выраженной текстурой, при сушке не трескается и не коробится; прекрасно строгается и режется во всех направлениях; хорошо клеивается, окрашивается и отделяется, имитируя красное и черное дерево. Ценная порода для токарных, резных и других художественных работ.

Дуб – порода с резко выраженной крупной текстурой, особенно выразительной на радиальном разрезе благодаря пламевидным сердцевинным лучам. Цвет – от желтовато-белого до желтовато-коричневого с сероватым или зеленоватым оттенком. Древесина плотная, прочная; при сушке не коробится и не растрескивается; хорошо режется; клеивается и отделяется удовлетворительно; содержит дубильные вещества, вступающие в реакцию с солями металлов, щелочами, что изменяет ее окраску. Применяют для резных, токарных и мозаичных работ; изготовления мебели.

Ель – спелодревесная хвойная порода с однородной по плотности древесиной желтоватого или розовато-белого цвета, который сохраняется долгое время без изменения. Древесина легкая, мягкая, легко раскалывается, хорошо строгается и режется, однако обработке препятствуют часто встречающиеся сучки. Хорошо клеивается; окрашивается и отделяется удовлетворительно. Используют главным образом в домовой резьбе, для декоративных резных панно, садово-парковой скульптуры.

Карагач или берест – ядровая, крупнососудистая порода с хорошо заметными годичными слоями, образующими крупную, выразительную текстуру, особенно красивую на тангенциально-торцовых разрезах и в капах, которые нередко достигают больших размеров. Волнистые годичные слои и крупные сердцевинные лучи создают муаровую шелковистую поверхность. Цвет древесины – красновато-коричневый с зеленоватым или фиолетовым оттенком. Древесина плотная, прочная, хорошо обрабатывается, клеивается и отделяется. Применяют для всех видов художественных изделий.

Кедр – хвойная порода с мягкой, однородной по плотности, смолистой древесиной розовато-бурого цвета с шелковистым блеском. Легко раскалывается, прекрасно режется во всех направлениях; окрашивается и отделяется удовлетворительно. Используют в токарных, резных и мозаичных работах.

Клён – безъядровая порода с древесиной белого цвета с красноватым или буроватым оттенком. Текстура слабо выражена, лишь на радиальном разрезе благодаря сердцевинным лучам видна характерная рябоватость, поверхность имеет шелковистый блеск. Древесина плотная, твердая, обладает высокой прочностью и упругостью; при сушке почти не коробится и не растрескивается; хорошо строгаются и режутся во всех направлениях; хорошо клеиваются, окрашиваются и полируются. Древесину клена используют при изготовлении мебели, музыкальных инструментов, токарных и резных изделий. Высоко ценятся разновидности древесины клена под названиями «птичий глаз», «струйчатый клен», а также древесина капов, которую используют как облицовочный материал, в мозаичных работах.

Красное дерево – под этим названием в международной торговле обращается ряд древесных пород, дающих древесину красного цвета с различными оттенками. Наибольшее распространение за красоту текстуры и цвета получило американское махагони, произрастающее в центральной Америке. Древесина махагони обладает высокими механическими свойствами, выразительной ленточной текстурой с чередованием матовых и блестящих полос, разнообразна по цвету (от желтовато-розового до темно-красного). При сушке не коробится и почти не растрескивается, хорошо обрабатывается, клеивается и отделяется. Используют в виде строганого шпона в производстве мебели, для внутренней отделки помещений, в мозаичных работах, а также в накладной резьбе.

Липа – порода безъядровая с древесиной белого цвета с легким розоватым или желтоватым оттенком, бестекстурной, мягкой и легкой, однородного строения. При сушке почти не коробится и не растрескивается.

Легко режется и строгаются во всех направлениях. Хорошо склеивается; окрашивается и отделяется удовлетворительно. Применяют для изготовления изделий, украшенных резьбой, деревянной посуды, игрушек

Ольха – безъядровая порода. Древесина ольхи в свежесрубленном состоянии белая, на воздухе быстро краснеет, приобретая красновато-бурый или оранжево-бурый цвет. Текстура слабо выражена, на радиальном разрезе заметны светлые слегка искривленные линии сердцевинные лучи и буроватые крапинки, пятнышки и черточки сердцевинные повторения. Древесина ольхи мягкая, легкая, однородная по строению, слегка коробится, но мало растрескивается при сушке; хорошо режется, склеивается и полируется. Легко окрашивается под орех, красное и черное дерево. Используется для изготовления точеной посуды и изделий, шкатулок, сигарных ящиков, мелких резных украшений, в виде шпона в мозаичных наборах.

Орех грецкий – ядровая рассеянно-сосудистая порода с крупными сосудами, видимыми невооруженным глазом. Имеет древесину, отличающуюся разнообразием цветовых оттенков, от зеленовато-серых до красновато-коричневых. Для текстуры характерны большие извилистые полосы разных оттенков, темные точки и черточки, равномерно распределенные по годичным слоям. Особенно красива древесина капов. Древесина ореха плотная, прочная и твердая; хорошо обрабатывается и отделяется; является ценным материалом для всех видов художественных работ.

Осина – порода с мягкой и легкой древесиной белого цвета, иногда с легким зеленоватым или голубоватым оттенком; текстура слабо выражена; поверхность древесины гладкая с блеском. Очень склонна к загниванию, если не высушена сразу после рубки. Хорошо высушенная осина – прекрасный поделочный материал. Мало коробится, хорошо склеивается; строгаются и отделяется с трудом. Используется для изготовления деревянной посуды (точеной), резьбы и мозаики по дереву.

Полисандр – южноамериканская порода с древесиной пурпурно-коричневого или шоколадно-бурого цвета, с черными и темно-коричневыми полосами, иногда с фиолетовым оттенком. Текстура крупная, выразительная. Древесина очень плотная, твердая и хрупкая; режется с трудом; содержит эфирные масла, препятствующие склеиванию и отделке (и иногда вызывающие аллергию); со временем темнеет. Применяют в мозаичных работах для изготовления художественного паркета и мелких декоративных изделий.

Платан (чинара) – порода с яркой крапчатой текстурой; цвет ядра красновато-бурый, заболони – желтовато-серый; на радиальном разрезе блестящие пятна от сердцевинных лучей. Древесина плотная, твердая, не трескается и не коробится; хорошо обрабатывается и отделяется. Благодаря красивой текстуре используют в мебельном производстве в качестве облицовочного материала, а также для изготовления художественных и бытовых изделий.

Сосна – ядровая порода с широкой беловато-желтой заболонью и смолистым красновато-бурым ядром. Текстура достаточно ярко выражена благодаря разнице в цвете ранней и поздней древесины годичных слоев. Поверхность древесины гладкая, с шелковистым блеском; древесина плотная, прочная, хорошо обрабатывается. Окрашивается и отделяется с трудом из-за смолистости; широко применяется в мебельном производстве, домовой и скульптурной резьбе, для изготовления крупных резных панно, в токарных работах.

Тис – хвойная порода кустарникового типа с древесиной красновато-бурого цвета; текстура яркая и красивая за счет волнистых годичных слоев и темных и светлых прожилок. Древесина плотная, твердая, не коробится и не растрескивается при сушке; поверхность гладкая, с шелковистым блеском. Хорошо обрабатывается и отделяется. Используется в мозаике, резьбе и мелких токарных работах.

Тополь – быстрорастущая порода с мягкой и рыхлой древесиной от серовато-белого до красновато-коричневого цвета. Имеет несколько разновидностей. Лучшую по качеству древесину получают из тополя серебристого и черного (осоколя). Древесина легкая, мало коробится при сушке, хорошо обрабатывается и отделывается. Используется в основном в виде шпона для облицовывания деталей мебели и других столярных изделий, в мозаичных работах.

Яблоня – порода с очень плотной и твердой древесиной желтовато-розового цвета с более темными прослойками. При сушке коробится и растрескивается. Строгается и режется с трудом, но дает гладкую и блестящую поверхность; хорошо окрашивается, отделывается, полируется. Используют в мелких токарных работах, мозаике.

Ясень – кольцесосудистая порода с крупными сосудами, имеет древесину серого цвета с розоватым или желтоватым оттенком. Текстура резко выражена, рисунок в виде полос, образованных четко разграниченными годичными слоями. По внешнему виду и физико-механическим свойствам напоминает древесину дуба. Отличается от нее цветом и отсутствием сердцевинных лучей (невооруженным глазом не видны). Древесина твердая, прочная, очень упругая; легко раскалывается, но режется с трудом. Поверхность древесины шероховатая и матовая, хорошо отделывается. Широко используется в мебельном производстве в виде массива и строганого шпона, в мозаике и токарных работах, реже – в резьбе.

### **Контрольные вопросы**

1. Виды ядровых и безъядровых пород древесины
2. Виды деревьев, древесина которых имеет ярко выраженную текстуру.
3. Виды деревьев, древесина которых используется при изготовлении музыкальных инструментов.

## **§ 4. ПОРОКИ ДРЕВЕСИНЫ**

Пороками древесины называют изменения ее внешнего вида, отклонения от нормального строения, различные повреждения и другие недостатки, которые снижают ее качество и ограничивают возможность использования в изделиях.

Влияние пороков на пригодность древесины как поделочного материала зависит от вида порока, размеров поражения им древесины, а также характера изготавливаемого изделия и условий его эксплуатации. В некоторых случаях пороки делают древесину совсем непригодной для использования. Вместе с тем некоторые отклонения от нормального строения, к примеру, волнистость, свилеватость, ненормальные окраски и др., повышают декоративные качества материала и его ценность при изготовлении художественных изделий.

Все пороки подразделяются на следующие группы: сучки; трещины; пороки формы ствола; пороки строения древесины; химические окраски; грибные поражения; биологические повреждения; инородные включения, механические повреждения и пороки обработки

Сучки – это основания ветвей, заключенные в древесине ствола. Степень их влияния на качество материала зависит от количества, размеров, формы и расположения сучков, состояния древесины сучка и ее связи с древесиной ствола. По форме сучки в пиломатериалах делятся на круглые, овальные, продолговатые, по расположению в сорimente (определенная часть срубленного дерева, которая отвечает тем или иным хозяйственным требованиям) пластевые, кромочные, ребровые, торцовые и сшивные. По степени срастания с окружающей древесиной сучки подразделяются на сросшиеся, частично сросшиеся, несросшиеся и выпадающие. По состоянию древесины самого сучка различают здоровые, светлые и темные здоровые, загнившие и гнилые сучки.

Здоровый сросшийся сучок не имеет признаков гнили, несколько темнее окружающей древесины, его годичные слои прочно связаны со слоями древесины ствола, поэтому он при обработке не выпадает. Темный

здоровый сучок отличается повышенной твердостью, затрудняет обработку и может вызвать повреждение инструмента. Загнившие и гнилые сучки отличаются по цвету и твердости от здоровых. Если древесина сучка полностью сгнила и превратилась в бурую, легко растирающуюся в порошок массу, по виду напоминающую нюхательный табак, такой сучок называют табачным.

Сучки являются основным сортоопределяющим пороком почти во всех сортаментах и деталях из древесины. Они нарушают однородность древесины, вызывают искривление волокон и годичных слоев, что ухудшает ее механические свойства. Обработка сучковатых мест требует дополнительных усилий, так как твердость сучков почти в 20 раз выше твердости окружающей их древесины.

Трещины являются весьма существенным пороком древесины. Они возникают по разным причинам: часть их образуется во время роста дерева в результате резких изменений температурно-влажностных условий (метиковые, отлупные, морозные), другие появляются в результате неравномерной усушки древесины, а также от ударов и иных механических нагрузок на доски и бруски.

Метиковые трещины направлены от сердцевины к коре; отлупные по годичному слою; морозные наружные продольные разрывы стволов. Трещины, возникающие под действием внутренних напряжений при сушке, могут быть торцовыми, боковыми и кромочными. Трещины нарушают целостность древесины, снижают ее механические свойства и кроме того, способствуют проникновению влаги и споров грибов в глубь материала.

Пороки формы ствола образуются в результате изменений условий роста дерева, механических повреждений или заболеваний. Чаще всего встречаются:

- сбежистость – резкое уменьшение диаметра ствола от комля к вершине, что вызывает наклон волокон;

– закомелистость – резкое увеличение диаметра в нижней части ствола;

– кривизна – искривление ствола по длине; наросты на стволе.

Они затрудняют распиловку бревен, снижают полезный выход пиломатериалов, вызывают наклон волокон в них.

Для художественных изделий наибольшее значение имеют наросты – местные утолщения ствола. Они делятся на две группы: с гладкой поверхностью и сравнительно правильным строением древесины и с неровной поверхностью и свилеватым строением древесины (капы).

Наросты типа капов чаще образуются на стволах полевого клена, явора, черной ольхи, ясеня, ильма, бука, платана, но особенно часто на стволах березы и грецкого ореха. Причины их образования пока окончательно не выяснены.

Наросты рассматриваются как условный порок: для применения в качестве конструкционного материала они мало пригодны; в то же время наросты со свилеватым строением древесины высоко ценятся и используются для производства отделочных материалов (строганого шпона) и мелких художественных и бытовых изделий.

К порокам строения древесины относятся:

1. наклон волокон,
2. свилеватость,
3. завиток,
4. крень,
5. двойная сердцевина,
6. внутренняя заболонь,
7. ложное ядро и др.

Наклон волокон выражается в том, что волокна древесины идут по стволу винтообразно.. Такая древесина обрабатывается труднее прямослойной, часто образуются задиры и сколы, поэтому ее не применяют для резных или токарных работ.

Кроме свилеватости с беспорядочным расположением волокон, встречающейся главным образом в капах, у некоторых лиственных пород, например граба, ясеня, березы, вяза, клена, бука, наблюдается волнистая свилеватость в комлевой части ствола. Она возникает в результате сильного давления от веса выше расположенных частей дерева и образует характерную струйчатую текстуру. Механическая обработка такой древесины затруднена, но она очень ценна как декоративный материал.

Завиток – местное искривление годичных слоев, обычно у сучка, несколько снижает прочность древесины и затрудняет ее обработку. Относится к несущественным порокам.

Крень – порок, выражающийся в неравномерном увеличении ширины годичных слоев. Кренивая древесина (у хвойных пород) отличается темным цветом, повышенной плотностью и твердостью. Вызывает сильное коробление и растрескивание пиломатериалов при сушке, поэтому снижает качество древесины и допускается с определенными ограничениями.

Двойная сердцевина, внутренняя заболонь и ложное ядро нарушают однородность древесины, что приводит к ее растрескиванию и короблению при сушке, затрудняет обработку. Древесину с такими пороками не рекомендуется применять для высококачественных изделий.

Химические окраски и грибные поражения появляются в древесине главным образом в результате развития в ней грибов и бактерий. Иногда цвет меняется под влиянием физико-химических процессов без участия грибов (так, окраска мореного дуба, извлекаемого из водоемов, возникает в результате химической реакции между дубильными веществами древесины и растворенными в воде солями железа и меди).

Грибы делятся на деревоокрашивающие и дереворазрушающие. В начале развития все грибы изменяют цвет древесины. Пораженные места становятся бурыми, коричневыми, красноватыми, серыми, синеватыми и др. В дальнейшем деревоокрашивающие грибы почти не изменяют свойств древесины, а дереворазрушающие грибы постепенно полностью ее

разрушают, образуя гниль. После сушки древесины грибы погибают, а вызванная ими окраска остается.

Окраски разделяются на внутренние (ядровые), наружные (заболонные) и смешанные (заболонно-ядровые). Наиболее часто встречаются: грибные ядровые пятна в виде пятен и полос бурого, красноватого, коричневого, реже черного и серо-фиолетового цветов в центральной части ствола хвойных и ядровых лиственных пород; синева и цветные заболонные пятна оранжевого, желтого, розового и коричневого цветов, наблюдающиеся на древесине хвойных и многих лиственных пород; побурение в виде внутренних пятен и полос или сплошного поражения заболони у таких пород, как бук, береза, ольха и реже у граба, дуба, липы, осины.

Окраски ввиду их неравномерности ухудшают внешний вид древесины, поэтому в материалах, предназначенных для изготовления мебели, стальных панелей и др., не допускаются. В то же время художники декоративно-прикладного искусства часто используют необычно окрашенную древесину, например в мозаичных работах.

Гниль – конечная стадия поражения древесины дереворазрушающими грибами. Пораженная гнилью древесина становится рыхлой, теряет упругость и твердость. От ударов она не раскалывается, а разламывается на куски. У некоторых пород (например, у ясеня) гниль долгое время остается почти незаметной. У других пород при загнивании древесина теряет яркость окраски, блеск или приобретает другую окраску. Поверхность при обработке остается матовой и шероховатой. Стружка рассыпается в крошки и имеет характерный запах. Пораженная гнилью древесина непригодна к употреблению.

К биологическим повреждениям относятся червоточина, повреждение древесины паразитными растениями и птицами в виде отверстий и полостей различных размеров. Червоточина повреждения древесины в виде поверхностных бороздок, внутренних ходов и отверстий, сделанных насекомыми, чаще всего их личинками. Повреждениям подвержена главным

образом свежесрубленная древесина и слабые сухостойные деревья на корню. Кроме того, существует группа домовых насекомых-вредителей, поражающих сухую древесину мебели, деревянных частей зданий и др.

Различают червоточину поверхностную, неглубокую, глубокую и сквозную. Поверхностная червоточина, проникающая на глубину не более 3 мм, не влияет на механические свойства древесины; неглубокая (до 5 мм) и глубокая (более 5 мм) нарушают целостность древесины и при большом количестве снижают ее механические свойства, а проникающие через ходы насекомых споры грибов могут вызвать появление окрасок и гнили в непросушенных пиломатериалах. Сквозная червоточина, выходящая на две противоположные стороны, чаще всего результат жизнедеятельности мебельного точильщика, поражающего сухую древесину строительных конструкций и изделий. Личинки жука оставляют в древесине многочисленные ходы диаметром до 2 мм, в результате чего она превращается в труху. Такая древесина не только непригодна, но и опасна с точки зрения заражения окружающих древесных материалов и изделий.

Дефекты обработки древесины – особая группа пороков, возникающая при ее распиловке и лущении. К этим порокам относятся:

- риски – глубокие следы зубьев пил;
- волнистость – непрямолинейный пропил;
- ворсистость – наличие на поверхности частично отделенных волокон, придающих древесине шероховатость;
- обзол – неопиленная боковая поверхность бревен на кромках пиломатериалов;
- ожог – потемнение и обугливание поверхности при повышенном трении режущих инструментов о древесину;
- рябь шпона – присутствие на поверхности шпона часто расположенных мелких углублений, ориентированных вдоль волокон и др.

Указанные пороки не ухудшают физико-механических свойств древесины, но являются показателями качества пиломатериалов и шпона, снижают их сортность и соответственно цену.

Покоробленности – деформации, которые возникают в древесине при распиловке или после сушки, затрудняют, а иногда и полностью исключают применение материала в изделиях.

### **Контрольные вопросы**

1. Основные пороки строения древесины
2. Виды биологических повреждений древесины
3. Виды дефектов обработки древесины
4. Пороки строения древесины, используемые в художественной обработке материалов
5. Виды червоточин древесины

## **§ 5. СУШКА И ЗАЩИТНАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ**

Свежесрубленная древесина обычно имеет влажность 50-70%, а пиломатериалы после распиловки бревен – 60-75%. Влажная древесина легко рубится, колется, гнется. В то же время она тяжелая, слабо удерживает металлические крепления; ее трудно пилить, строгать, сверлить. Она не поддается склеиванию и отделке; при отсутствии хорошей вентиляции быстро загнивает. Изделия, изготовленные из сырой древесины, по мере высыхания изменяют размеры и форму, шиповые соединения рассыхаются и ослабляются.

Сушка древесины повышает ее механическую прочность; прочность склеивания узлов и деталей; возможность отделки; прекращает жизнедеятельность грибов и исключает возможность их появления; уменьшает массу изделий.

В процессе сушки влага испаряется прежде всего с поверхностей, соприкасающихся с воздухом, возникает разница (перепад) во влажности наружных и внутренних слоев и влага движется от внутренних слоев к наружным. Прежде всего испаряется и продвигается изнутри к поверхности

свободная влага, затем значительно более медленно – связанная. Скорость испарения и продвижения влаги зависит от породы древесины, размеров просушиваемого материала, условий сушки.

Если влажная древесина попадает в помещение с сухим и теплым воздухом и при этом сушится относящаяся к числу медленно сохнущих пород в виде толстых досок или брусков, то влага из поверхностных слоев древесины будет испаряться значительно быстрее, чем поступать из внутренних слоев к наружным.

Когда влажность наружных слоев становится ниже 30%, начинается их усушка. В то же время внутренние слои с влажностью выше 30% сохраняют свой объем. Вследствие этого в наружных слоях возникают растягивающие усилия, а во внутренних – сжимающие. Если растягивающие усилия больше силы сцепления между волокнами, появляются разрывы в виде наружных трещин.

В следующей стадии сушки, когда влажность внутренних слоев становится меньше 30%, под влиянием усушки уменьшаются их размеры и объем.

Ввиду того что в первой стадии сушки наружные слои сохли относительно быстро и при этом находились в растянутом состоянии, величина их усушки будет меньше, чем у более медленно сохнущих и при этом находящихся в сжатом состоянии внутренних слоев. Вследствие этого в наружных слоях возникнут сжимающие напряжения, а во внутренних – растягивающие. Последние вызовут появление внутренних трещин. Сжатие наружных слоев называется затвердением наружной поверхности древесины и также является серьезным дефектом сушки.

Чтобы избежать указанных дефектов при сушке, необходимо создать такие условия, чтобы скорости испарения и движения влаги внутри материала были одинаковы. При повышении температуры воздуха ускоряется продвижение влаги в древесине, а при увеличении влажности воздуха уменьшается скорость испарения влаги поверхностными слоями

материала. Таким образом, можно выбрать такие сочетания температуры и влажности воздуха, при которых появление вредных напряжений в материале будет исключено.

Различные породы древесины сохнут по-разному. Одни из них больше подвержены короблению и растрескиванию, другие – меньше. Доски и бруски крупных сечений требуют более длительного времени сушки, чем более мелкие. В связи с этим в каждом конкретном случае устанавливают определенный режим сушки в зависимости от породы древесины, толщины материала, а также от его назначения, требований к качеству.

Существуют два основных способа сушки древесины: сушка на открытом воздухе (естественная, или атмосферная) и в специальных сушильных камерах, или сушилках (искусственная, или камерная сушка).

При атмосферной сушке пиломатериалы укладывают в штабеля рядами, между которыми должны помещаться прокладки. Доски в каждом ряду кладут с промежутками, равными четверти или половине ширины доски. Штабеля размещают на бетонных или деревянных фундаментах. Верх штабеля покрывают односкатной или двускатной крышей. Для предохранения от растрескивания торцы пиломатериалов обмазывают известковым или меловым составом, напускают доски каждого вышележащего ряда так, чтобы они создавали тень для торцов досок нижележащего ряда. Площадка для склада должна быть достаточных размеров для размещения на ней штабелей с необходимым числом проходов и проездов между ними; быть открытой и доступной для господствующих в данной местности ветров, достаточно высокой, чистой и сухой.

Сушка на воздухе – наиболее простой, но вместе с тем очень длительный процесс. Продолжительность сушки зависит от породы древесины, толщины пиломатериалов, времени года и климатических условий данного района. В среднем срок сушки хвойных досок толщиной 35-50 мм может составить от 20 до 60 суток. Способ требует больших площадей для размещения склада, но самым существенным недостатком атмосферной

сушки является то, что влажность древесины не может быть меньше влажности, равновесной окружающей среде, т. е. 15-20% (воздушно-сухое состояние).

Эти недостатки полностью устраняются при камерной сушке. В камерах можно сушить древесину в любое время года и довольно быстро (в течение 38 суток). При этом древесина обезвреживается, так как при высоких температурах (60-80°C и выше) погибают споры и дереворазрушающие грибки, а также насекомые – вредители древесины. Камерная сушка позволяет высушивать материал до влажности 12% и ниже, что особенно важно для столярных работ.

В деревообрабатывающих мастерских, не имеющих сушильных камер и обрабатывающих небольшие количества древесины, пиломатериалы обычно укладывают на некоторое время на открытом воздухе для предварительной сушки, доводя их влажность до воздушно-сухого состояния, а затем досушивают их (в виде черновых заготовок) в помещении на специально устроенных для этого стеллажах, под которыми установлены калориферы. Над стеллажами делают вытяжку для отвода отсыревшего теплого воздуха.

Защитную обработку древесины производят с целью предохранения ее от гниения, поражения насекомыми и огнезащиты. Для предохранения от поражения грибами древесину пропитывают или обмазывают антисептиками: водорастворимыми и маслянистыми, растворимыми в органических растворителях.

Водорастворимыми антисептиками являются порошкообразные или кристаллические вещества минерального происхождения, применяемые в виде 3%-ных водных растворов. Наиболее распространенными из них являются фтористый натрий и пентохлорфенолят натрия.

Из масло- и органикорастворимых антисептиков основным является пентахлорфенол – кристаллическое вещество желтовато-серого цвета. Он очень токсичен для дереворазрушающих грибов, насекомых и древоточцев,

химически достаточно инертен, не летуч, в воде практически нерастворим, но хорошо растворяется во многих органических растворителях нефтяного происхождения. Растворы пентахлорфенола в легких летучих растворителях используют для пропитки столярных изделий. При этом древесина хорошо склеивается, окрашивается, полируется.

Огнезащита древесины производится путем пропитки ее химическими веществами, называемыми антипиренами. Эти вещества плавятся при нагревании и покрывают поверхность огнезащитной пленкой, прекращающей доступ кислорода воздуха к древесине, или разлагаются с выделением большого количества негорючих газов, оттесняющих воздух. В результате древесина тлеет, но не горит. В качестве антипиренов применяют соли аммония, фосфорной и борной кислот и их смеси. Пропитка древесины производится в пропиточных цилиндрах под давлением.

Для предохранения древесины от огня ее окрашивают огнезащитными красками. Чаще всего применяют силикатные краски на основе жидкого стекла. Их наносят кистью в два приема с промежуточной сушкой не менее 12 часов. Однако краски обычно бывают белого цвета и полностью закрашивают текстуру древесины.

К числу мероприятий, увеличивающих долговечность древесины, относится также лицевая отделка готовых изделий: окраска, лакирование, полирование и др.

Льняное масло продолжает оставаться одним из наиболее популярных типов отделки для древесины. Несмотря на доступность альтернативных покрытий, по многим характеристикам, превосходящим льняное масло, его не перестают ценить, прежде всего, за экологичность, антисептические свойства, способность подчеркивать натуральную текстуру древесины, доступность и легкость в обращении. При всей простоте льняного масла возникает много вопросов, касающихся свойств и особенностей работы с этим отделочным покрытием. Льняное масло – натуральная субстанция, получаемая путем холодного или горячего отжима льняных семян. Чистое

масло можно использовать как самостоятельное отделочное покрытие, но в необработанном состоянии оно неэффективно, из-за низкой способности к полимеризации (высыханию).

Говоря о пропитке дерева льняным маслом, как правило, подразумевают использование олифы. Это состав модифицированный термической обработкой и добавлением химических добавок, ускоряющих процесс полимеризации. Олифу еще называют «кипяченым» или «вареным» льняным маслом.

Обрабатывая деревянные изделия чистым льняным маслом, следует быть готовым не только к длительной сушке, которая может занимать до 3-х дней (на каждый слой), но и знать ряд важных особенностей. Сырой продукт активно впитывается в структуру дерева, поэтому покрытие древесины льняным маслом приходится производить в 5-7 и более слоев. Высыхая снаружи, оно плохо полимеризуется внутри, из-за чего сухое на вид изделие может еще долго оставлять масляные пятна. Воздействие ультрафиолета существенно ускоряет процесс сушки. На солнце обработанная древесина может высохнуть за 6-8 часов, но тон покрытия изменится: он станет желтоватым или даже слегка коричневым.

Олифа, благодаря высокой скорости полимеризации, обладает совершенно другими свойствами: быстро сохнет, не так активно впитывается, не изменяет свой цвет. Это делает ее более практичной в использовании. Вне зависимости от условий, ответ на вопрос сколько сохнет олифа однозначный – не более суток (при 20°C). Это выгодно отличает ее от сырого льняного масла. В дальнейшем говоря о данном типе отделки, мы будем подразумевать именно льняную олифу.

Пропитка дерева льняным маслом не обеспечивает твердой защитной пленки, устойчивой к царапинам и истиранию. Но этот вид декоративной отделки ценят за другое, прежде всего, – экологичность, антисептические свойства, способность подчеркнуть текстуру древесины и сохранить ее от растрескивания.

Льняную олифу применяют для отделки изделий, используемых внутри помещений. Она оптимальна для покрытия мебельных поверхностей, не подверженных интенсивному истиранию, деревянных стен и потолков. Ей обрабатывают деревянную посуду, разделочные доски, детские игрушки. В качестве декоративно-защитной отделки льняное масло уместно наносить на поверхность ценных пород дерева для максимального сохранения их естественных качеств.

Покрытие древесины маслом осуществляется в два этапа:

1. Подготовка. Масло наносится на сухую и отшлифованную поверхность. Влажность древесины должна составлять не менее 15%. Работы рекомендуют проводить при относительной влажности воздуха не более 80%. При нанесении состава на маслянистые породы древесины, подготовленную поверхность дополнительно протирают уайт-спиритом.
2. Нанесение. Для работы используют кисть, тампон или не ворсистую ткань. Состав равномерно распределяют на поверхности, и дают ему проникнуть в структуру дерева на протяжении 15-30 минут. Излишки масла, которые больше не впитываются, вытирают тряпкой или тампоном вдоль волокон. Во избежание образования пятен следите за равномерным распределением масла на поверхности.

Каждый новый слой наносят после полной полимеризации предыдущего с предварительным шлифованием. Количество необходимых слоев (в случае с олифой от 1 до 4) зависит от особенностей эксплуатации изделия и типа дерева (мелкососудистые породы требуют меньшего количества слоев из-за низкой впитываемости). Время полного высыхания каждого слоя составляет до 24 часов.

### **Контрольные вопросы**

1. Основные способы сушки древесины
2. Виды антисептиков для обработки древесины
3. Огнезащитные способы обработки древесины
4. Основные этапы покрытия древесины маслом

## § 6. ВИДЫ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ И ЗАГОТОВОК

Пиломатериалы – это разновидность продукции, полученная при раскросе бревен, имеющая не менее двух плоских параллельных пластей, а также заданные размеры.

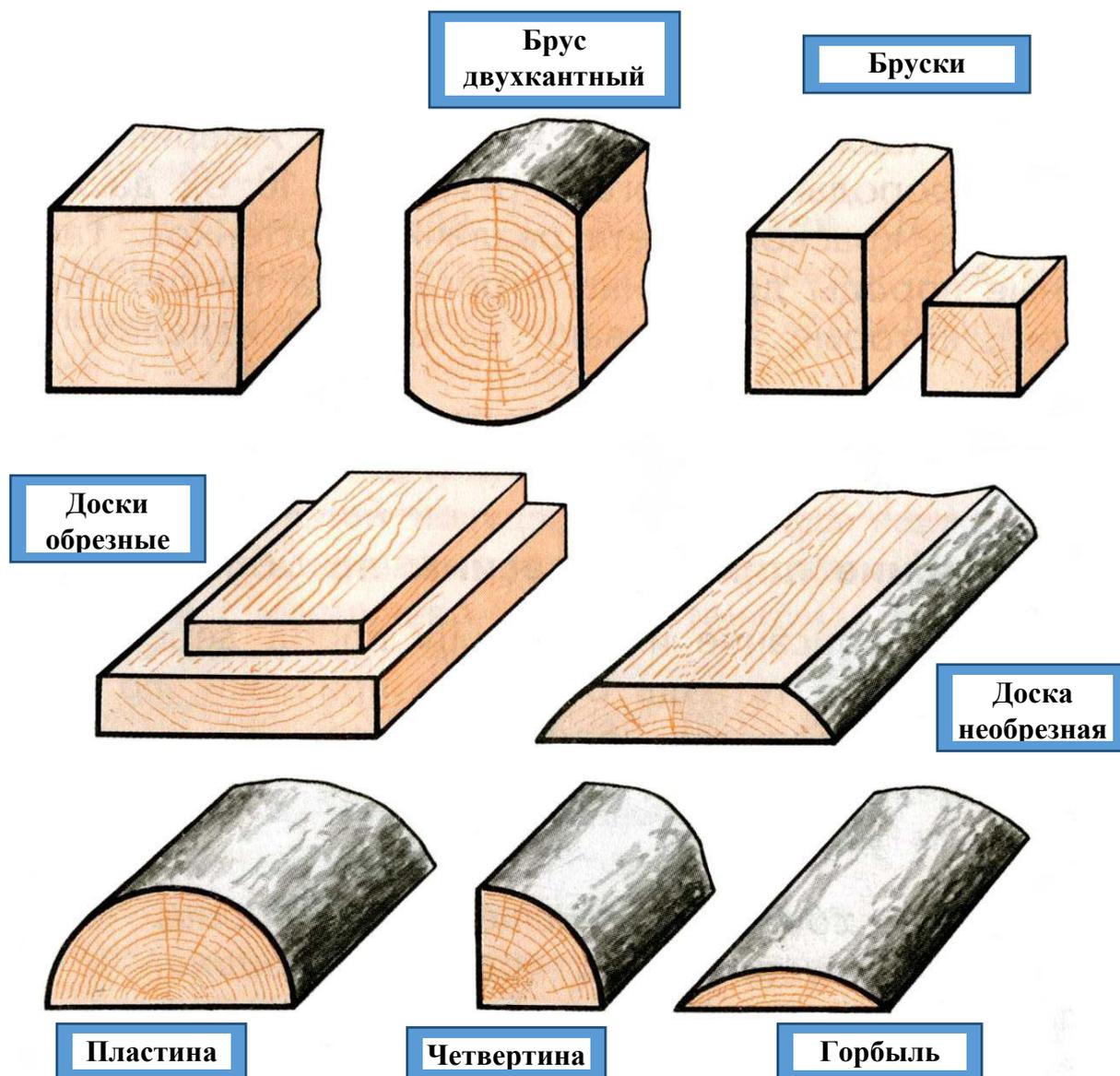
Различают следующие части пиломатериалов:

1. Пласть – продольная широчайшая грань, а также грань с квадратным сечением;
2. Кромка – наиболее узкая грань, расположенная вдоль волокон;
3. Ребро – место соединения пласти и кромки;
4. Торец – конечные грани, расположенные поперек волокон.

Пиломатериалы разделяются по следующим признакам:

1. По форме поперечного сечения (рис.2):
  - Брус – 2-хкантный, 3-хкантный или 4-хкантный пиломатериал квадратного или прямоугольного сечения толщиной не менее 10 см и шириной, не превышающей толщину более чем в 2 раза;
  - Брусочек – пиломатериал, сечение которого представляет квадрат или прямоугольник, толщина которого менее 10 см, а ширина не превышает толщину более чем в 2 раза;
  - Доска – пиломатериал прямоугольного сечения, толщиной 1,6-10 см и шириной, превышающей толщину более чем в 2 раза;
  - Рейка – небольшого размера тонкие доски и плоские бруски;
  - Планка – узкие короткие дощечки.
  - Обапол – пилопродукция из боковины бревна, у которой одна поверхность пропилена полностью, а другая – частично, либо совсем не пропилена.
  - Горбыльный обапол имеет поперечное сечение в виде кругового сегмента, у дощатого обапола внешняя поверхность пропилена не менее чем наполовину.

**Брус  
четырёхкантный**



*Рис 2. Виды пиломатериалов*

2. По виду обработки:
  - необрезные – вместо боковых граней необработанная часть бревна;
  - односторонне обрезные, когда только одна боковая грань не обработана. При этом на пропиленной кромке может присутствовать обзол (часть боковой поверхности бревна, сохранившаяся на обрезном пиломатериале или детали.), но его величина не превышает нормы;
  - обрезные, когда все 4 грани пропилены, а обзол (если он вообще присутствует) не превышает допустимой нормы.
3. По степени обработки:
  - Нестроганые – пиленные материалы без дополнительной обработки;

– Строганные – материалы, грани которых ровные и гладкие благодаря дополнительному строганию и шлифовке.

В некоторых случаях пиломатериалы подвергают фрезерованию, которое может быть 1, 2-х, 3-х или 4-х сторонним. Их размеры и сорта определяются размерами и сортаментом пиломатериалов до процедуры фрезеровки.

В зависимости от расположения материала по отношению к центральной оси различают пиломатериалы:

– сердцевинные, то есть содержащие в себе сердцевину дерева (наименее качественный материал, который более подвержен растрескиванию, чем другие);

– центральные, в которых сердцевина распилена вдоль (можно сразу определить возможные пороки., годовичные кольца распилены, поэтому такие доски меньше растрескиваются);

– боковые, не содержащие сердцевины (наиболее качественные доски)

По ориентации распила относительно волокон выделяются следующие виды распилов:

– поперечный распил, который производится поперек волокон древесины;

– радиальный распил, который производится перпендикулярно годовым кольцам.

– тангенциальный распил, ориентированный по касательной к годовым кольцам.

В зависимости от качества древесины, наличия тех или иных пороков и чистоты обработки пиломатериалы хвойных пород делятся на пять сортов (от отборного до 4-го), лиственных пород – на три сорта.

### **Контрольные вопросы**

1. Основные признаки классификации пиломатериалов
2. Виды пиломатериалов в зависимости от формы поперечного сечения

3. Виды пиломатериалов в зависимости от расположения материала по отношению к центральной оси

## **§ 7. РАСКРОЙ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ И ПЛИТ НА ЗАГОТОВКИ**

Цель раскроя – получение заготовок требуемых размеров в необходимом количестве. При этом следует стремиться также получить максимальный полезный выход заготовок из исходного материала (минимальные потери материала). Полезным выходом называют отношение объема заготовок к объему раскраиваемого материала, выраженное в процентах. Доски в зависимости от их вида, породы древесины и размеров заготовок раскраивают по различным схемам:

- поперечно-продольный раскрой – торцевание досок с вырезкой дефектов, а затем продольное распиливание отрезков на заготовки;
- продольно-поперечный раскрой – распиливание доски по ширине и торцевание на заготовки;
- торцевание досок на отрезки с вырезкой дефектов, разметка отрезков, распиливание их на заготовки;
- разметка досок и раскрой по первой или второй схемам; фрезерование одной или двух пластей досок, разметка и раскрой по первой или второй схемам.

Раскрой по первой схеме обеспечивает высокую производительность, но низкий полезный выход заготовок. Ее применяют на предприятиях с большим объемом выпускаемой продукции при раскросе обрезных досок хвойных пород. При второй и последующих схемах раскроя увеличивается полезный выход заготовок, но снижается производительность труда и растут трудозатраты. Вторую схему используют также на крупных предприятиях при раскросе необрезных досок твердых лиственных и ценных пород.

При индивидуальном раскросе размечают каждую доску в отдельности. Разметку производят согласно спецификации деталей, учитывающей их

назначение в изделии, породу, размеры с припуском на обработку, технические условия.

Начинают разметку от более ценной, комлевой части доски. Для первого реза отмечают место торцовки конца доски, который часто имеет трещины и поэтому удаляется. Последующие резы отмечают так, чтобы сначала получить более длинные детали. Одновременно отмечают дефектные места, которые подлежат удалению.

При раскросе на прямолинейные заготовки плит стандартных размеров для обеспечения максимального полезного выхода заготовок составляют карту раскроя. Карта раскроя представляет собой выполненный в масштабе план плиты, на котором нанесены размеры заготовок и указано количество деталей каждого размера. При этом полезный выход заготовок определяют как отношение площади заготовок, полученных при раскросе, к площади плиты (в процентах).

Для поперечного раскроя пиломатериалов применяют торцовочные станки различных моделей, из которых наиболее совершенным является станок модели ЦПА40 с прямолинейным перемещением пилы.

Для продольного раскроя пиломатериалов используют круглопильный станок с механической подачей ЦА-2А (однопильный) и многопильные ЦДК5-1, ЦМР-2 и др.

Для смешанного раскроя применяют круглопильный станок с ручной подачей Ц6-2, являющийся наиболее распространенным в индивидуальном и мелкосерийном производстве, а для раскроя плит и фанеры – форматные станки (ЦТЗФ, ЦТМФ и др.). Круглопильный универсальный станок Ц6-2 (предназначен для распиливания материала вдоль и поперек волокон, а также под любым углом. При применении специальной увеличенной каретки на нем можно распиливать плитные материалы.

Станок состоит из чугунной станины коробчатой формы. Закрытый кожухом пильный диск установлен на пильном валу, который приводится во вращение электродвигателем через клиноременную передачу. На столе

предусмотрено отверстие для пилы и продольный паз, по которому движется передвижной упор-угольник или каретка. На столе закреплены защитное ограждение пильного диска и направляющая линейка. Линейка передвигается на соответствующее расстояние от пильного диска и фиксируется специальным винтом. Для предотвращения зажимания пильного диска при пилении древесины вдоль волокон за пилой на расстоянии 5-8 мм от зубьев устанавливают стальной расклинивающий нож. Высоту выступающей части пильного диска можно регулировать маховиком

В качестве инструмента на станке применяют круглые плоские пилы, которые могут иметь разные диаметры, толщину, число и форму зубьев в зависимости от породы древесины, толщины заготовки и вида пиления. При пилении древесностружечных, древесноволокнистых, столярных плит, фанеры, плит, облицованных шпоном или пластиком, применяют дисковые пилы с твердосплавными пластинами.

Затачивают дисковые пилы на приводных точильных станках. Пильный диск устанавливают на валу так, чтобы при вращении он не давал отклонений в боковые стороны и по окружности. При установке диска тщательно проверяют правильность его центровки (совпадение центра диска с осью вала), плотность примыкания шайб к диску и равномерность заточки и развода зубьев.

Величина развода в одну сторону составляет 0,3-0,5 мм. Для продольного распиливания сухой и твердой древесины развод делают меньше, а для сырой древесины хвойных и мягких лиственных пород – больше. Зубья с твердосплавными пластинами не разводят, так как ширина пластин больше толщины диска пилы на величину развода зубьев.

При поперечном раскрое досок и раскрое плит на универсальном круглопильном станке направляющую линейку снимают, станок оборудуют дополнительной опорной плоскостью (столом), материал надвигают на пилу с помощью специальной каретки. Станок обслуживает один человек (при раскрое досок) или два (при раскрое плит).

При продольном раскрое досок станок обычно обслуживают два человека – станочник, который управляет станком и подает в него отрезки, и рабочий, который принимает их и возвращает для повторного реза в случае необходимости.

Раскраивают отрезки вдоль чаще всего на один размер. Лиственные породы для массивных деталей для повышения выхода целесообразно раскраивать на два-три размера по ширине. В этом случае линейку на станке устанавливают на самую большую ширину заготовки. Для распиливания на более узкие заготовки без перестановки линейки 1 пользуются специальными закладками в виде брусков с заплечиками на одном конце.

При работе на станке необходимо соблюдать следующие требования техники безопасности: пила должна быть хорошо заточена; направляющая линейка должна быть строго параллельна пильному диску; пильный диск сверху должен быть закрыт предохранительным кожухом, легко поднимающимся при проходе материала; под станком пильный диск также должен быть огражден; сзади пильного диска, на расстоянии около 10 мм( должен быть укреплен расклинивающий нож, который на 0,5 мм толще пилы, включая и развод зубьев; пильный диск должен выступать над поверхностью распиливаемого материала на 5-10 мм; подача материала на пилу должна быть по возможности равномерной, с постоянной скоростью; необходимо устанавливать гребенку для предотвращения выброса заготовки; короткие отрезки следует подавать на пилу толкателем.

Раскрой досок и плит на криволинейные заготовки производят на ленточнопильных станках по предварительной разметке, выполняемой по шаблону, непосредственно по шаблону или с помощью специальных приспособлений.

Электродвигатель, установленный на станине, связан клиноременной передачей с нижним (ведущим) шкивом. Верхний (ведомый) шкив, закрытый ограждением, может перемещаться в вертикальном направлении, чем осуществляется натяжение пильного полотна. Правая сбегаящая часть

пильного полотна движется в направляющем устройстве, закрытом ограждением. Открытым остается участок пилы, длина которого превышает толщину распиливаемой заготовки на 10-15 мм. Рабочий стол можно устанавливать наклонно, что дает возможность производить пиление под углом к поверхности заготовки зубьями. Профиль зубьев ленточных пил соответствует профилю зубьев ручных пил для смешанного пиления, но с большей пазухой, поскольку эти пилы применяют не только для такого вида пиления. Величина развода зубьев 0,15-0,3 мм.

Ленточные пилы выпускают различной ширины и толщины. Выбор размера пилы зависит от марки станка и радиуса кривизны выпиливаемых заготовок. Концы пильной ленты спаивают внахлест медным припоем, предварительно сняв с них фаску. Место спая зачищают до толщины развода зубьев. Правильно спаянная ленточная пила, поставленная тыльной стороной на ровный пол, должна образовывать круг и прилегать к полу по всей длине. Готовую ленту надевают на шкивы станка. Для этого отводят в сторону защитные устройства шкивов и пильной ленты, опускают верхний шкив так, чтобы можно было свободно надеть ленту сначала на него, а затем на нижний шкив. При помощи соответствующего маховичка верхний шкив поднимают на такую высоту, чтобы пила была хорошо натянута.

Сильное натяжение пилы может привести к ее разрыву при пилении, а слабое – к буксованию на нижнем шкиве и нагреву. Слабо натянутая пила вибрирует на прямом участке, вследствие чего пропил становится волнистым. Степень натяжения пилы проверяют по положению пружинного устройства или грузила. Затем горизонтально или под углом (до 45°) устанавливают стол станка, направляющую линейку и другие приспособления.

При пилении следует подавать материал плавно, равномерно, без сильного нажима на пилу. Нельзя допускать зажима пильного полотна на закруглениях. Даже при незначительном зажиме следует подать материал назад, а затем снова начать пиление, увеличивая ширину пропила.

## Контрольные вопросы

1. Основные схемы раскроя пиломатериалов и плит на заготовки.
2. Устройство круглопильного универсального станка.
3. Способы раскроя досок и плит на криволинейные заготовки.
4. Виды ленточных пил.

## § 8 ОБРАБОТКА ЧЕРНОВЫХ И ЧИСТОВЫХ ЗАГОТОВОК

Черновые заготовки, получаемые после раскроя досок, имеют значительные погрешности формы и размеров. Задача первой стадии обработки черновых заготовок – создание чистовых баз для дальнейшей обработки на станках, а также для склеивания, облицовывания и т. д. Обработку черновых заготовок обычно начинают с выравнивания одной из пластей, пользуясь которой как базой обрабатывают затем одну из кромок, вторую пластю и кромку, после чего обрезают заготовку в размер по длине.

Для создания у заготовок чистовых базовых поверхностей используют одношпиндельный фуговальный станок СФб-1, на котором обрабатывают либо только одну, либо две смежные стороны бруска, получая заданный угол. На станине станка установлен стол, состоящий из двух частей – передней и задней, которые можно опускать и поднимать, что позволяет регулировать толщину снимаемого за один проход слоя древесины. Ножевой вал имеет круглую форму и снабжен четырьмя или двумя ножами. Над ножевым валом установлено веерное ограждение. Для обработки смежных сторон (пласти и кромки) под соответствующим углом имеется направляющая линейка.

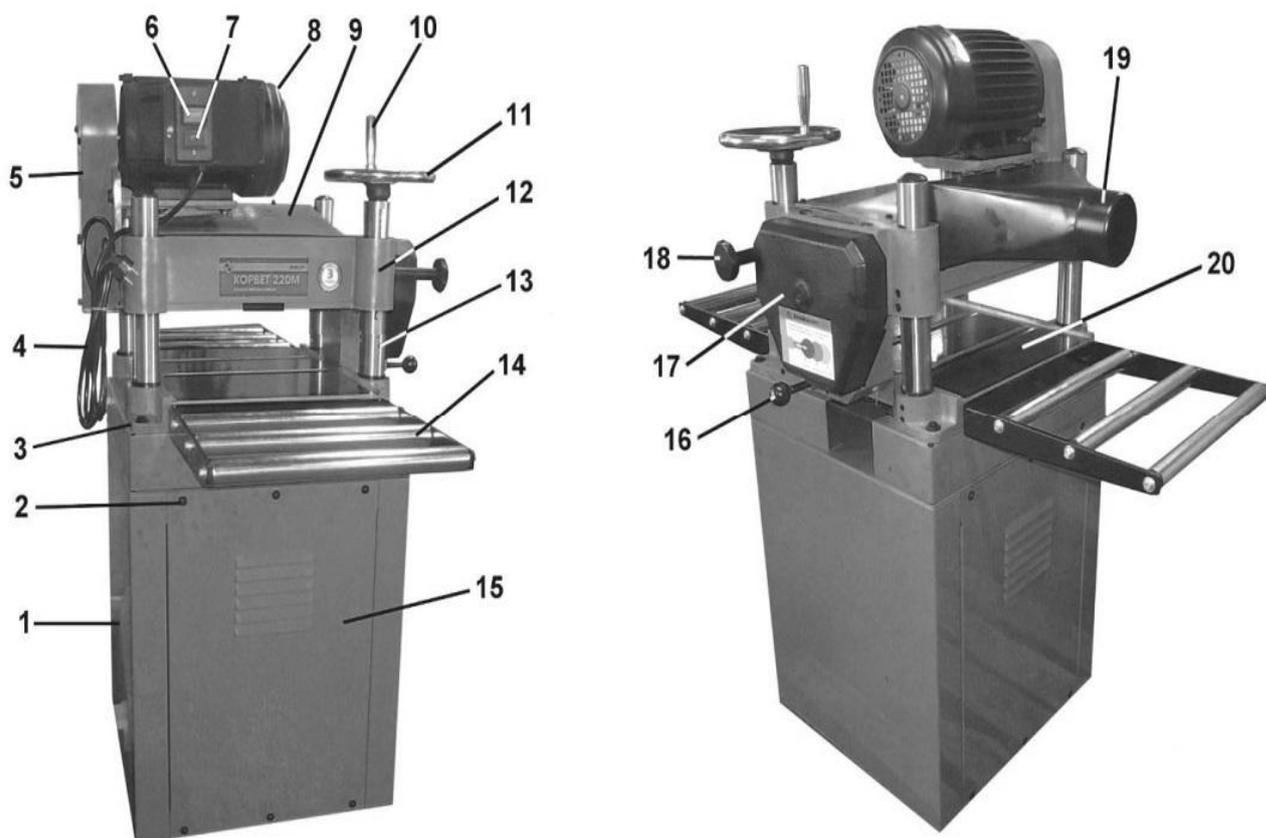
Настройка фуговального станка заключается в точной установке ножей в ножевом валу, регулировке положения столов по высоте, установке направляющей линейки относительно стола.

Предварительно заточенные и отбалансированные ножи устанавливают в ножевой вал так, чтобы их кромки были на одном уровне (0,75-1 мм – выступ режущей кромки). Болты затягивают в несколько приемов, начиная от середины вала к концам. Точность установки ножей проверяют линейкой

или индикатором. Непараллельность лезвия ножа рабочей поверхности стола не должна превышать 0,1 мм на 1000 мм, а неперпендикулярность направляющей линейки плоскости стола при фуговании в угол – 0,1 мм на 100 мм.

Заготовку осматривают и кладут на переднюю плиту стола стороной, подлежащей обработке. Рабочий, упираясь правой рукой в торец заготовки, надвигает ее, а левой плотно прижимает к столу перед ножевым валом. Когда передний конец пройдет ножевым валом, левую руку переносят вперед на обработанный конец заготовки и прижимают его к поверхности задней плиты. При оптимальной толщине снимаемого слоя древесины (1,5-2 мм) обработка поверхности производится в среднем за два прохода.

После выравнивания одной из пластей обрабатывают кромку бруска, прижимая его обработанной поверхностью к направляющей линейке. На фуговальном станке с ручной подачей точность базовых поверхностей получается высокой, но на нем невозможно обрабатывать заготовки в размер по толщине и ширине, а также получать заготовки с параллельными противоположными сторонами. Такую обработку выполняют на рейсмусовом станке (рис. 3)



*Рис.3. Устройство рейсмусового станка :1 – основание, 2 – винт крепления,3 – станина, 4 – шнур электрический с вилкой, 5 – кожух ременной передачи, 6-7 – кнопки включения-выключения, 8 – электродвигатель,9 – верхний кожух,10 – ручка маховика, 11 – маховик перемещения строгального вала, 12 – блок строгального вала, 13 – стойка, 14 – удлинитель стола,15 – съемная панель, 16 – ручка переключения скорости подачи, 17 – кожух редуктора автоподачи, 18 – ручка фиксации перемещения блока строгального вала, 19 – патрубок пылесборника, 20 – рабочий стол*

Станок имеет верхнее расположение ножевого вала и механическую подачу. Она осуществляется с помощью четырех валцов: двух передних – верхний рифленый секционный, а нижний гладкий, и двух задних – нижнего и верхнего (оба гладкие).

Ножевой вал по конструкции аналогичен ножевому валу фуговального станка. Так же производится заточка, балансировка и установка ножей. Так как ножевой вал вращается навстречу движению заготовок, для предотвращения их обратного вылета перед подающим рифленым валиком подвешены на общей оси эксцентриковые предохранительные когти 6. Рифленый валец 5 состоит из отдельных секций, которые могут

перемещаться относительно поперечного сечения вала, что дает возможность одновременно обрабатывать несколько заготовок разной толщины.

Передний прижим способствует отводу образовавшейся стружки; выполняет роль прижимной колодки у места среза стружки, предупреждая заколы на обрабатываемой детали; служит дополнительным прижимом, снижающим вибрацию материала; служит ограждением ножевого вала.

Задний прижим закрывает гладкий подающий валец, препятствует попаданию стружки на обработанную поверхность. Нижний приводной валец и ролик, несколько выступающие над поверхностью стола, облегчают подачу материала, снижая трение древесины о поверхность стола.

Настройка станка включает в себя кроме установки ножей в ножевой вал тщательную регулировку всех подающих, прижимных и упорных устройств. При неправильной установке хотя бы одного элемента во время работы могут возникнуть буксование вальцов, образование вмятин, вибрация заготовки, появление поперечных рисок.

Предварительно опуская или поднимая стол, устанавливают его ориентировочно на нужный размер по специальной шкале, нанесенной на станине. Обрабатывают две-три пробные заготовки и после проверки их толщины при необходимости корректируют положение стола. Работа сводится к тому, что укладывается брусок обработанной стороной на стол и продвигает его под подающий валик. Также необходимо принимать и складывать обработанные детали. При наличии секционного подающего валика заготовки небольшой ширины кладут на стол по несколько штук и одновременно подают их на передние пальцы. Толщина заготовок при этом должна быть 1-4 мм, толщина снимаемого за один проход слоя древесины для чистой обработки — 1,5-5 мм.

При работе на рейсмусовом станке необходимо соблюдать следующие правила:

– приступать к работе можно, убедившись в надежном и правильном креплении ножей и правильной регулировке всех механизмов станка:

- перед пуском станка ножевой вал должен быть закрыт кожухом; предохранительные упоры (когти), препятствующие обратному выбросу заготовок, должны быть опущены вниз;
- подавать материал в станок следует по возможности торец в торец; в станках с цельным подающим валиком одновременно можно подавать не более двух заготовок, располагая их по краям станка;
- нельзя обрабатывать заготовки, длина которых меньше расстояния между передним и задним подающими валиками.

После обработки в заданный размер по толщине и ширине заготовки торцуют по длине на универсальном круглопильном станке с помощью подвижной каретки. Сначала торцуют один конец заготовки, базируя ее на каретке с помощью линейки при откинутах упоре и надвигая каретку на пилу. Затем каретку возвращают в исходное положение, заготовку переворачивают и отторцованным концом упирают в упор, надвиганием каретки на пилу торцуют второй конец заготовки.

### **Обработка чистовых заготовок на фрезерном станке**

На фрезерном станке можно фрезеровать прямолинейные кромки по линейке; фрезеровать криволинейные кромки по кольцу и шаблону; формировать элементы шиповых соединений; фрезеровать поверхности двойной кривизны; выполнять торцовое фрезерование канавок и резьбу по копиру.

Универсальный фрезерный станок с ручной подачей состоит из станины, в которой вертикально перемещается суппорт с закрепленным в нем на шарикоподшипниках шпинделем. Положение шпинделя по высоте регулируют маховиком. Горизонтальный стол имеет на верхней плоскости прорези, в которых закрепляют направляющие и другие устройства. Для дополнительного крепления шпинделя (при большой высоте насадок) предусмотрен кронштейн с откидным подшипником. При смене инструмента кронштейн отводят в сторону. Стружка удаляется через приемную воронку, соединяемую с эксгаустерной системой. Маховик служит для натяжения

ремня клиноременной передачи, соединяющей электродвигатель со шпинделем станка.

В зависимости от вида обработки настройка станка включает в себя установку шпинделя по высоте, закрепление инструмента, установку направляющей линейки и других приспособлений.

Фрезерный инструмент разнообразен по форме, конструкции, технологическим признакам и классифицируется по группам, типам, видам и разновидностям. В зависимости от конструкции и способа крепления различают две основные группы фрез: насадные цельные и сборные фрезы (фрезерные головки со съемными ножами); концевые фрезы. Насадные цельные фрезы выполняют из одной заготовки – и тело и режущую часть (зубья); составные комплектуют из отдельных цельных фрез при сложном профиле обработки; насадные сборные состоят из корпуса и вставных сменных резцов. Могут быть также комбинированные инструменты), состоящие из фрез, пил и т. д. Концевые фрезы закрепляют в патронах шпинделей как сверла и используют на фрезерно-копировальных станках.

Фрезы различают также по форме и конструкции зуба-резца, по направлению вращения, способу заточки и технологическому назначению (пазовые, проушечные, фасонные и т. п.).

После обработки заготовок на фуговальном станке на их поверхности остаются неровности в виде волнистости (соответственно траектории движения ножей). Эти неровности устраняют фрезерованием благодаря более высокой частоте вращения шпинделя и большому количеству резцов на фрезерном инструменте. При небольшой толщине заготовок фрезерование может заменить фугование. К этому виду работ относится также сквозное и несквозное фрезерование профиля на кромках (фальца, четверти).

Фрезерование прямолинейных кромок ведется по направляющей линейке. При плоском фрезеровании кромок применяют линейку, состоящую из двух половин разной толщины, установленную так, что плоскость задней линейки касательна цилиндрической поверхности вращающихся лезвий

ножевой головки, а передней отступает на величину снимаемого слоя древесины (обычно 1,5-2 мм).

При обработке базируется заготовка пластью на столе, прижимается обрабатываемой кромкой к направляющей линейке и надвигается на инструмент навстречу вращению фрезы. Приемы работы аналогичны применяемым на фуговальном станке.

Фрезерование профилей у прямолинейных брусков (шпунтов, гребней) после предварительного плоского фрезерования, выполняют с помощью сплошной направляющей линейки с прорезью для обрабатывающего инструмента. Несквозное фрезерование профиля на части длины заготовки выполняют по упорам, устанавливаемым на направляющей линейке. Заготовку располагают на столе так, чтобы задний ее конец упирался в задний упор, а передний конец был несколько отклонен от линейки. Затем подвигают заготовку к фрезе, прижимают к направляющей линейке и продвигают вперед до переднего упора.

Фрезерование криволинейных кромок замкнутого и незамкнутого контуров, плоских и профильных производят с помощью кольца и шаблона. В качестве упорного кольца используют шарикоподшипник, который располагают снизу или сверху фрезы, Заготовку / закрепляют на шаблоне так, чтобы при надвигании на вращающуюся фрезу кромка шаблона плотно прижималась к упорному кольцу, благодаря чему фреза обстрагивает кромку детали точно по контуру шаблона. При нижнем положении кольца обрабатывают бруски, а при верхнем – щиты и рамки.

Формирование прямых рамных шипов также можно выполнить на фрезерном станке с нижним расположением шпинделя. Для этого заготовки 4 закрепляют в специальном приспособлении или каретке 6 и по направляющей линейке 3 подают инструмент. Чтобы избежать скалывания древесины у последней детали, применяют дополнительную ранее обработанную деталь.

Торцовое фрезерование канавок и различных профилей можно выполнять на обычных фрезерных станках или специальных копировально-фрезерных станках с верхним расположением шпинделя. Применяя концевые фрезы разной формы, можно получать канавки и вырезы с разными профилями боковых стенок. Точность такой декоративной обработки в основном определяется точностью изготовления шаблона, величиной зазора между копиром и стенками паза и правильностью контура последнего. Для получения чистой поверхности при фрезеровании частота вращения фрезы должна быть не менее 20 000 в минуту.

При работе на фрезерных станках необходимо соблюдать следующие правила:

- работать на станке можно только хорошо отбалансированным и надежно закрепленным инструментом;
- при фрезеровании прямолинейных кромок необходимо заготовку надвигать на инструмент плавно со скоростью, обеспечивающей необходимую чистоту поверхности;
- при фрезеровании криволинейных заготовок в местах наиболее вероятных сколов и задиров волокон скорость подачи следует снижать;
- для прижима заготовки к инструменту обязательно применять прижимные устройства;
- свободная часть режущего инструмента во время работы должна быть закрыта ограждением.

### **Шлифование древесины на станке**

В зависимости от назначения операции шлифования, формы и размеров деталей используют различные шлифовальные станки.

Цилиндровые шлифовальные станки с верхним расположением цилиндров и гусеничной подачей предназначены для выравнивания поверхностей щитовых деталей, листового материала и рамочных конструкций. Шлифовальную наждачную бумагу в виде узкой ленты навивают по спирали на обтянутые фетром стальные цилиндры и закрепляют

на торцах. На первом по ходу детали цилиндре применяют шлифовальную наждачную бумагу зернистостью 80.50, на втором – 25...16, на третьем – 12...10. Контакт шлифовальной наждачной бумаги с поверхностью детали происходит по узкой полоске – образующей цилиндра, поэтому шкурка работает жестко, подобно ножу в строгальных станках. Это позволяет снимать значительный по толщине слой древесины и удалять такие неровности, как провесы на пластьях щитов, склеенных из реек, и в местах шиповых соединений у рамок. Во избежание шлифовки тонкого слоя шпона эти станки нельзя применять для обработки облицованных деталей. Дисковые шлифовальные станки предназначены для плоского шлифования ящичков, небольших щитов и брусков, станок с бобиной – для шлифования деталей с выпуклыми и вогнутыми поверхностями.

Ленточные шлифовальные станки (отличаются большим разнообразием конструкций. Они могут быть с подвижным и неподвижным столом, а также без стола – со свободной лентой; с ручной и механической подачей; узколенточные и широколенточные и т. п. Их применяют для обработки пластей и кромок щитов, облицованных строганым шпоном, небольших щитовых и брусковых деталей, сборочных единиц.

При шлифовании на диске деталь кладут на стол с правой стороны от центра диска (диск вращается по часовой стрелке) и вручную прижимают к натянутой на диск шлифовальной шкурке. Следует при этом учитывать, что скорость в центре диска нулевая, а у его края достигает 30 м/с, поэтому толщина снимаемого слоя древесины и качество поверхности зависят от расстояния, на котором расположена деталь от центра диска. Для обеспечения более высокой производительности и лучшего качества поверхности используют периферийную зону диска. На бобине обычно шлифуют детали с замкнутым контуром, надевая их на бобину и прижимая к ней внутренней плоскостью.

Детали небольших размеров обрабатывают на ленточном шлифовальном станке с неподвижным столом. Ширина шлифовальной ленты

составляет 350 мм. Скорость шлифования – 22 м/с. Станок оборудован электродвигателем мощностью 2,8 кВт.

Шлифовальная лента, натянутая на два шкива (ведущий – приводной и ведомый – натяжной), скользит по гладкому плоскому столу. Рабочая сторона шлифовальной ленты обращена к обрабатываемому изделию, которое вручную прижимают к ленте и удерживают на ней также руками и с помощью упорного угольника. На станке можно обрабатывать небольшие щитки, отдельные планки, ящики.

При работе на шлифовальных станках следует строго соблюдать правила техники безопасности. В дисковых станках упорную линейку и стол закрепляют прочно и жестко, без качания и вибрации. Зазор между столом и плоскостью диска должен быть не более 5 мм. Шлифовальная шкурка должна быть прочно закреплена на диске и не иметь складок, выпученных мест и других дефектов. Шлифовальные станки оборудуют вытяжными устройствами, обеспечивающими полное улавливание пыли.

### **Контрольные вопросы**

1. Устройство рейсмусового станка.
2. Способы фрезерования профилей у прямолинейных брусков.
3. Способы фрезерования криволинейных кромок замкнутого и незамкнутого контуров
4. Назначение и принцип действия шлифовальных станков.
5. Правила техники безопасности при черновой и чистовой обработке на станках

## **§9 ТЕХНОЛОГИИ СКЛЕИВАНИЯ, СРАЩИВАНИЯ И СПЛАЧИВАНИЯ ЗАГОТОВОК ИЗ ДРЕВЕСИНЫ**

Основными видами склеивания заготовок являются: склеивание по толщине пластами для получения деталей большого сечения и склеивание кромками для получения щитов.

Модели, стержневые ящики и другие части комплектов, как правило, изготавливают не из целого куска древесины, а из отдельных кусков. Основными видами соединений частей древесных заготовок являются сплачивание, вязка и частично сращивание.

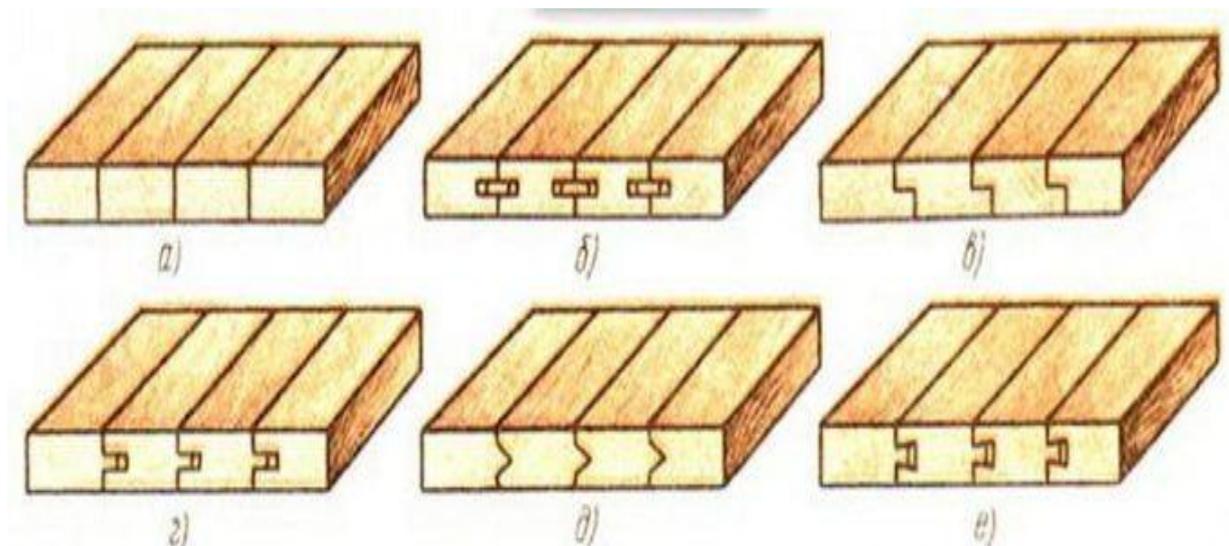
Сплачиванием называется соединение досок или брусков по ширине и толщине, при котором долевые волокна древесины располагаются параллельно. Сплачивание применяют главным образом для получения щитов и массивных заготовок. При сплачивании целых заготовок из отдельных частей применяют клей, гвозди, шурупы, нагели, а сплачивание разъемных заготовок выполняют на шинах, клиньях и т. д. Наиболее распространенным способом сплачивания является соединение склеиванием встык пластинами или кромками. Чем уже сплачиваемые доски (делянки), тем меньше будет коробление.

При сплачивании учитывают расположение годичных слоев древесины. Заготовки, выполненные сплачиванием встык пластинами, достаточно прочные и почти не деформируются по сравнению с заготовками, соединенными кромками. Доски для разъемных моделей сплачивают так, чтобы годичные кольца были направлены выпуклой стороной к плоскости разреза, для разъемных стержневых ящичков небольших размеров – наоборот.

Сплачивание может выполняться соединением досок и брусков в фалец и в шпунт, но эти способы сплачивания не обеспечивают плотного шва. Их применяют при изготовлении изделий без склеивания, работающих в условиях значительного изменения влажности.

При изготовлении широких и длинных щитов, чтобы повысить их прочность, в кромках досок ставят не менее двух круглых или прямоугольных деревянных шипов на клею. Диаметр или толщина каждого из них должны быть равны  $1/3$  толщины щита, а высота – двойной толщине. Расстояние между ними до 500 мм устанавливать целесообразно в шахматном порядке. Разметку гнезд для шипов делают точно, шипы

подгоняют плотно по гнездам, глубина которых должна быть больше длины шипов на 3-5 мм.



*Рис 4. Способы соединения щитов: а) на гладкую фугу; б) на рейку; в) в четверть; г) в паз и гребень д) в паз и треугольный гребень; е) ласточкин хвост*

Сплачивание в шпунт на рейку (рис. 4) – один из несложных и удобных способов соединения досок кромками. Вставная на клею рейка обеспечивает прочность, а также точность сплачиваемых досок, так как кромки можно хорошо пристрогать друг к другу. Этот способ сплачивания экономичнее сплачивания в фалец и в шпунт, так как на рейку, изготавливаемую обычно из отходов, не тратят часть доски.

Чтобы увеличить прочность и предупредить поперечное коробление, щиты скрепляют шпонками и наконечниками. Шпонка – деревянный брусок трапециевидной формы в поперечном сечении, который пригоняют к поверхности щита.

При изготовлении модельных комплектов широко применяют накладные шпонки. Шпонки плотно пригоняют к плоскости щита и приклеивают. Когда клеевой слой высохнет, ввинчивают шурупы. Этот способ простой, надежный и самый распространенный.

Склеивание щита шпонками в паз приводится в двух вариантах. По первому варианту шпонка вгоняется в виде клина в сквозной паз, прорезанный поперек щита (может быть не сквозной), имеющий глубину, равную  $1/4$  толщины щита и суживающийся по длине к одному концу на угол  $2-3^\circ$ . Паз пропиливают наградной пилкой, подрезанный слой сначала скалывают стамеской, а затем зачищают зензубелем или грунтубелем. По второму варианту шпонку изготавливают с заплечиками. Выступающая часть ее имеет одинаковую ширину по всей длине. Вгоняют такие шпонки в паз щита с клеем. Этот способ применяют для более ответственных частей модели и стержневых ящиков. Подготовка заготовок к склеиванию по толщине заключается в выравнивании пластей фрезерованием на станке или вручную фуганком. Склеиваемые поверхности должны быть хорошо подогнаны одна к другой.

При склеивании массивных щитов их следует составлять из узких делянок шириной 30-70 мм. Выравнивают делянку путём строгания кромок и одной из пластей, что позволяет более точно базировать их при склеивании. Подготовленные делянки склеивают в щиты сразу после прострагивания, так как длительная выдержка может привести к короблению и неплотному прилеганию кромок. При небольшом объеме производства и нанесении клея вручную с помощью кисти или щетки используют в основном нетоксичные столярные (мездровый и костный) и поливинилацетатный клеи.

Для склеивания делянок в щит используют длинные струбцины-цвинги с клиновыми или винтовыми зажимами. На предприятиях, где щиты склеивают большими партиями, эту работу выполняют на веерных прессах. Веерный пресс представляет собой специальный станок, состоящий из набора металлических струбцин, расположенных секциями (по 46 шт. в секции).

После соответствующей выдержки клееные заготовки подвергают механической обработке для придания им точных размеров и формы,

удаления провесов (сдвигов поверхностей делянок на плоскостях и торцах щитов и блоков).

Клееные заготовки обрабатывают в той же последовательности, что и монолитные. Сначала блоки и щиты обрабатывают с одной стороны (пласти) на фуговальном станке, создавая базовую поверхность, которую затем используют для обработки заготовки в размер. Вторую пластъ обрабатывают на рейсмусовом станке.

Для точной обработки щитов по длине и ширине необходима базовая поверхность на одной из кромок. Для этого одну из кромок обрабатывают на фрезерном станке, после чего остальные кромки опиливают на торцовочном станке с кареткой или по шаблону.

### **Контрольные вопросы**

1. Основные виды склеивания заготовок
2. Способы соединения щитов
3. Варианты склеивания щита шпонками в паз

## **§ 10. ВИДЫ И ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА КЛЕЕВ**

Клеи используют для соединения заготовок по толщине, ширине и длине, получения деталей крупных сечений и повышенной формоустойчивости, облицовывания заготовок шпоном и различными пленками, приклеивания к древесине тканей, деталей из пластмасс и других материалов, склеивания деталей в сборочные единицы и т. п.

Клеи – это вещества, обладающие свойством образовывать при нанесении их тонким слоем между двумя соединяемыми поверхностями твердый и прочный слой, удерживающий эти поверхности.

Основными свойствами клеев являются следующие:

1. Прочность – о прочности склеивания можно судить по характеру разрыва двух склеенных образцов: разрыв может произойти по границе между клеем и древесиной (при слабой адгезии), по клеевому шву (низкая

прочность клея) или быть смешанным: частично по границе склеивания, частично по клеевому шву, частично с вырыванием волокон древесины. В этом случае прочность склеивания достаточно высокая. Прочность клеевого соединения зависит от величины адгезии (сцепления), которая возникает между склеиваемыми поверхностями и клеевой прослойкой, и от прочности самой клеевой прослойки.

2. Водостойкость – свойство клея не снижать прочности клеевого соединения под действием влаги. Глютиновые клеи водостойкостью не обладают, и под действием воды при влажном воздухе клеевой шов теряет свою прочность. Водостойкость мездрового и костного клеев можно несколько повысить введением в их рабочий раствор щавелевой кислоты. Водостойкость казеинового клея зависит от его сухого состава и повышается при введении медного купороса. Большинство синтетических клеев обладает высокой или абсолютной водостойкостью. Водостойкость клея определяют путем выдерживания в воде комнатной температуры склеенных образцов древесины в течение 24 ч или вываривания в кипятке в течение 1 ч. Если прочность клеевого шва снижается не более чем на 20-30%, клей считается водостойким.

3. Биологическая стойкость – это способность клея сопротивляться разложению при воздействии некоторых видов микроорганизмов (бактерий, грибков). Глютиновые клеи, являющиеся питательной средой для многих бактерий и грибков, обладают малой биологической стойкостью. При определенной температуре и влажности они загнивают и теряют частично или полностью свои клеящие свойства. Введение в рабочие растворы клеев антисептиков повышает их грибостойкость. Несколько большая грибостойкость казеинового клея по сравнению с глютиновыми объясняется наличием в нем едкого натра и медного купороса. Клеи на основе синтетических смол абсолютно грибостойки.

4. Жизнеспособность клея – время, в течение которого рабочий раствор клея годен к употреблению. Глютиновые клеи применяют в подогретом

состоянии и их жизнеспособность определяется временем работы. Жизнеспособность казеиновых клеев колеблется от 2 до 6 ч с момента приготовления рабочих растворов и зависит от их состава. С увеличением количества извести жизнеспособность клеевого раствора сокращается, а водостойкость увеличивается; с увеличением количества едкого натра жизнеспособность увеличивается, а водостойкость уменьшается. Жизнеспособность синтетических клеев различна и зависит от их состава, а также температуры окружающего воздуха.

5. Время схватывания – время затвердевания клея, зависящее от вида и состава клея, а также условий склеивания (температуры). Схватываемость животных клеев зависит от температуры склеивания и скорости испарения воды из клеевого шва. Превращение синтетических клеев в твердое состояние осуществляется в результате тех или иных химических реакций и может быть замедлено или ускорено введением соответствующих химикатов.

6. Содержание сухого остатка – концентрация сухого клея в растворе, выражается в процентах (по массе) к массе раствора. От концентрации клея зависят: вязкость клея (густота), его способность ложиться слоем определенной толщины, степень смачивания поверхности, прочность склеивания, усадка клеевого шва. Раствор с большим содержанием сухого остатка способен давать наиболее прочные соединения, но требует применения высоких температур и давления при запрессовке склеиваемых деталей. Жидкие растворы отдают много воды древесине, чем вызывают ее увлажнение. Усушка такой древесины связана с опасностью деформации деталей. Высыхание же клеевого шва и окружающей его древесины требует относительно длительного времени.

7. Вязкость – степень густоты раствора клея. Определяют ее при помощи вискозиметров – приборов, действие которых в большинстве случаев основано на скорости истечения жидкости через отверстие определенных размеров. Вязкость глютиновых клеев определяют вискозиметром Энглера путем сравнения времени истечения раствора клея с

временем истечения воды. Отношение времени истечения 200 мл испытуемого раствора ко времени истечения 200 мл воды показывает его условную вязкость в градусах Энглера.

8. Усадка клея – уменьшение объема: при переходе клеевого раствора в твердое состояние. Она обратно пропорциональна содержанию сухого остатка. Если клеевой шов имеет значительную и неравномерную толщину, усадка может быть настолько большой, что при малой эластичности твердого клея вызовет напряжения, при которых появятся разрывы. Одностороннее облицовывание шпоном широких деталей вследствие усадки клеевого слоя может вызвать коробление в виде выгиба детали по ширине. В связи с этим швы из клеев, дающих большую усадку, должны быть возможно более тонкими и равномерными по толщине. Для этого необходимо, чтобы склеиваемые поверхности плотно соприкасались (были тщательно подогнаны). Наибольшую величину усадки дают казеиновый клей – до 75%, костный клей – до 58, карбамидные клеи – до 35%.

При выборе клея для изготовления изделий из древесины необходимо учитывать также такие свойства, как нетоксичность клея и его соединений, отсутствие нежелательных реакций со склеиваемыми материалами, близкий к древесине цветовой тон; низкая стоимость клея, способность легко наноситься на поверхности.

Клеи подразделяются на следующие виды:

#### 1 Клеи животного происхождения

*Клей мездровый* получают путем разваривания в воде мездры (подкожного слоя шкур животных) и других отходов кожевенного производства. Клеящие свойства продукта обусловлены свойством животного белка – коллагена. Клей подразделяют на твердый (плиточный, стружковый, дробленый, гранулированный) и клеевой студень –галерту.

Для приготовления рабочего раствора клея раздробленные плитки или чешуйки замачивают холодной кипяченой водой и оставляют для разбухания на 10-12 ч. Набухший клей варят в клеенке, состоящей из двух сосудов.

Между стенками сосудов наливают воду и ставят клеянку на плиту. Клей, помещенный во внутренний сосуд, разогревают до температуры 70-80°C. Варить клей при более высокой температуре не рекомендуется, так как при этом он теряет клеящие свойства. При варке на поверхности клея образуется желтоватая пена, которую необходимо снять. Раствор считается пригодным для использования, если при помешивании в нем не обнаруживается сгустков.

Вязкость рабочего раствора зависит от качества (сорта) клея и концентрации его в растворе. Для разных видов склеивания требуется различная концентрация клея. Так, для облицовывания готовят 40%-ный раствор (на 40 мас. ч. клея берут 60 мас. ч. воды), а для склеивания массивной древесины – около 30%.

О вязкости клеевого раствора можно судить по тому, как он стекает с палочки, которой его мешают, или кисти. Если клей стекает быстро, капает, он слишком жидкий; если стекает медленно, образуя неровные тянущиеся сгустки, слишком густой; клей должен стекать довольно медленно, но ровной, непрерывающейся струей. Клей следует применять только в горячем состоянии, поэтому его во время работы держат на водяной бане (в клеянке).

*Клей костный* вырабатывают в виде гранул, дробленых частиц, чешуек или галерты из костей животных. Для приготовления рабочего раствора плиточный клей дробят на мелкие кусочки, заливают холодной водой в соотношении примерно 1:1 по массе и оставляют для разбухания (на 34 ч – гранулированный и на 68 ч – плиточный). После разбухания клей разогревают на водяной бане при температуре не выше 80°C. При большой пенистости следует прокипятить раствор в течение 2-3 мин и удалить пену.

Готовить клей рекомендуется в количестве, необходимом на один-два дня, так как повторное разогревание клея резко снижает его клеящие качества. Клей должен иметь температуру не ниже 50°C и при этом он должен стекать с кисти ровной непрерывной струйкой.

Костный клей по качеству уступает мездровому: он обеспечивает меньшую прочность склеивания, дает большую усадку, более темного цвета, обладает хрупкостью. В то же время мездровый клей обладает высокой вязкостью, которая может вызвать разрыв древесины по волокнам после склеивания. Поэтому целесообразно применять смесь мездрового клея с костным.

Для склеивания твердых и ценных пород древесины рекомендуется применять мездровый клей, в который добавлено 20-40% костного, а для склеивания мягких пород – костный, в который добавлено 20-40% мездрового клея. Смешивают клеи после того, как они разбухнут и станут однородными.

Достоинствами коллагеновых клеев являются: высокая прочность склеивания, нетоксичность, простота приготовления рабочих растворов и возможность регулирования концентрации и вязкости клея. К недостаткам относятся: низкая водо- и биологическая стойкость, большая усадка.

*Клей казеиновый* выпускается в виде порошка, в состав которого входят казеин, гашеная известь, фтористый натрий, медный купорос и керосин.

Рабочий раствор клея готовят путем смешивания порошка с холодной кипяченой водой в соотношении от 1:1 до 1:2 (в зависимости от породы древесины и вида склеивания). Количество клея должно быть рассчитано на работу в течение 34 ч – срок жизнеспособности клея. При приготовлении клей тщательно размешивают так, чтобы не было комков, дают ему отстояться в течение 10... 15 мин, после чего с его поверхности снимают образовавшуюся пену. Загустевший клей, потерявший способность стекать с кисти, к дальнейшему использованию непригоден. Разбавлять клеевой раствор для снижения его вязкости можно только сразу после приготовления.

Казеиновый клей безвреден и в сравнении с коллагеновыми и дает более упругое и водостойкое клеевое соединение. Вместе с тем он обладает

большой объемной усадкой и может изменять цвет древесины, содержащей таннины (дуба, бука, ореха, груши, красного дерева). При облицовывании этими породами он не применяется, так как просачивание клея дает темные пятна. Его применяют в основном при склеивании деталей из массивной древесины сосны, ели, березы и др., а также для приклеивания к древесине декоративного бумажно-слоистого пластика, картона, тканей.

## 2. Синтетические клеи

В зависимости от того, как происходит процесс склеивания, синтетические клеи подразделяют на три основные группы: термореактивные, термопластичные и дисперсионные.

Процесс склеивания (отверждения клея) у термореактивных клеев происходит в результате химических взаимодействий между компонентами клея под действием теплоты. У термопластичных клеев процесс склеивания осуществляется благодаря плавлению и отверждению клея, без химических реакций. Дисперсионные клеи переходят в твердое состояние и склеивают при удалении из них жидкой фазы. Наибольшее распространение в деревообрабатывающей промышленности, в частности при изготовлении мебели и других изделий из древесины, нашли карбамидоформальдегидные клеи, получаемые на основе карбамидоформальдегидной смолы различных марок. В качестве основного сырья при синтезе смолы применяют мочевины (карбамид) и формальдегид или его водный раствор – формалин. Для склеивания используют обычно жидкие смолы 65-70%-ной концентрации.

Процесс отверждения смолы может происходить в результате введения в нее отвердителя (хлористого аммония) и нагрева – при горячем склеивании или только под действием отвердителя (10%-ного водного раствора щавелевой кислоты) – при холодном склеивании.

Клеи для горячего склеивания применяют при облицовывании пластей щитовых деталей шпоном и пленками на основе пропитанных бумаг. Для предотвращения просачивания клея через шпон на лицевую поверхность в клей вводят наполнители: древесную муку, фосфогипс, каолин, аэросил.

Клеи для холодного склеивания используют при склеивании шиповых соединений, облицовывании щитов бумажно-слоистым пластиком. В этом случае для снижения хрупкости клея, повышения его эластичности добавляют поливинилацетатную дисперсию или каучуковый латекс.

Карбамидоформальдегидные клеи обеспечивают высокую прочность склеивания, обладают высокой водостойкостью и абсолютной биологической стойкостью. К недостаткам клеев относится прежде всего их токсичность, так как при отверждении выделяется свободный формальдегид. В рассматриваемых клеях содержание свободного формальдегида минимально, однако при применении клея необходимо соблюдать правила техники безопасности, применять приточно-вытяжную вентиляцию, работать в перчатках. Так как эти клеи образуют необратимую пленку, просачивание клея при облицовывании устранить невозможно, что затрудняет отделку изделий.

В производстве изделий для склеивания древесины с другими материалами (металлом, керамикой, пластмассами и др.) используют эпоксидные, полиэфирные и полиуретановые клеи. Они обеспечивают высокую прочность при склеивании различных материалов, водостойки, могут быть жесткими или пластичными (при добавлении соответствующих компонентов), однако отличаются высокой токсичностью и пока дефицитны и дороги.

Термопластичные клеи выпускают в виде порошка, гранул или нити. При нагревании они переходят в жидкую и клейкую массу, которая при охлаждении в тонком слое быстро переходит в твердое состояние. Клей-расплав в виде гранул применяют в мебельном производстве для облицовывания кромок щитовых деталей. Температура плавления клея от 175 до 200°C, продолжительность отверждения 35 с. Клеи-расплавы с более длительным отверждением (до 40 с) используют для крепления конструкционных и декоративных деталей мебели. Клеевая нить – разновидность клея-расплава, армированного стеклянной нитью. Она

предназначена для склеивания полос шпона по кромке на ребросклеивающих станках. Клеи-расплавы используют главным образом в массовом производстве мебели, так как они требуют применения специального оборудования, оснащенного устройствами для плавления и нанесения клея.

К дисперсионным относятся поливинилацетатные клеи, представляющие собой продукт полимеризации винилацетата в водной среде в присутствии эмульгатора и инициатора реакции полимеризации. Дисперсии подразделяются на непластифицированные (Д) и пластифицированные дибутилфталатом (ДФ). По вязкости они могут быть низковязкие (Н), средневязкие (С), высоковязкие (В). Пластифицированные дисперсии неморозоустойчивы, в связи с чем в осенне-зимний период их необходимо поставлять отдельно – непластифицированную дисперсию и пластификатор. В этом случае пластификатор вводят на месте потребления в количестве до 10%.

Поливинилацетатная дисперсия (ПВАД) белая однородная жидкость, готовая к употреблению, обладает практически неограниченной жизнеспособностью, нетоксична, отличается эластичностью и стабильностью клеевого шва, свето- и грибостойкостью. Водостойкость ограничена.

В мебельном производстве ПВАД применяют главным образом для склеивания шиповых соединений и облицовывания щитовых деталей пленками и пластиком, в производстве художественных изделий – для всех видов склеивания массивной древесины. При этом следует учитывать следующее:

- ПВАД хорошо склеивает пористую древесину (ясень, дуб, красное дерево, орех), древесину хвойных и мягких лиственных пород и значительно хуже плотную древесину (бук, грушу, клен), а также древесину, содержащую эфирные масла (палисандр, розовое, фиалковое дерево, лимон).
- Клей неконтактен, он не сразу схватывается, поэтому в процессе склеивания необходимо приложить значительное давление, величина

которого зависит от формы детали, древесной породы, состояния склеиваемых поверхностей, температуры в помещении и других факторов.

– На процесс склеивания (полимеризацию) могут оказывать влияние кислотные красители и протравы, применяемые для крашения шпона, потому ПВАД не следует применять для облицовывания и мозаичных работ.

### **Режимы склеивания**

Технологический процесс склеивания осуществляется в определенной последовательности и включает следующие операции: подготовку склеиваемых материалов; нанесение клея; прессование и выдержку под давлением; выдержку после склеивания.

Под режимом склеивания понимают совокупность условий, которые необходимо соблюдать при выполнении всех операций. Основными условиями, определяющими режим склеивания, являются: температура и влажность воздуха в помещении; влажность и состояние склеиваемых поверхностей древесины; количество клея, наносимого на единицу склеиваемой поверхности; давление при склеивании и продолжительность выдержки под давлением; температура склеивания; время выдержки деталей после склеивания.

Температура воздуха в помещении, где производят склеивание, оказывает влияние на жизнеспособность клеев, способность желатинировать и смачивать (пропитывать) древесину. Для глютиновых клеев температура в помещении должна быть не ниже 25°C (лучше 25-35°C), так как при охлаждении они застудневают и теряют способность смачивать древесину. При склеивании казеиновыми и синтетическими клеями, рабочие растворы которых чувствительны к повышению температуры, температуру в помещении рекомендуется поддерживать 15-20°C.

Влажность древесины в значительной степени влияет на качество склеивания. Для массивной древесины влажность должна быть 61,5%, шпона – 59, древесных слоистых пластиков – 46%. Конечная влажность массивной

древесины для мебельных изделий ( $8 \pm 2$ )%, для столярно-строительных – 10-12%. Так как на влажность древесины оказывает влияние относительная влажность окружающего воздуха, в помещении должна поддерживаться нормальная влажность –60-65%.

Состояние склеиваемых поверхностей древесины в большой степени определяет прочность склеивания. Склеиваемые части должны быть точно подогнаны и плотно прилегать одна к другой. Высота неровностей обработки (шероховатость) не должна превышать 200 мкм. Сколы, вырывы волокон и вмятины, масляные пятна, пыль и другие загрязнения не допускаются.

Количество наносимого клея (или расход клея) на единицу площади зависит от вида склеиваемых материалов (массивная древесина, шпон, древесностружечные или древесноволокнистые плиты и т. д.); вида клея; способа его нанесения (ручное или механизированное) и других факторов. В каждом конкретном случае определены нормы расхода клея, нарушение которых приводит к снижению прочности клеевых соединений.

Давление и время выдержки под давлением зависит от вида клея, его вязкости и качества подготовки поверхности. Чем выше концентрация и вязкость клеевого раствора, тем большее давление требуется при запрессовке.

Тщательно подготовленные и ровные поверхности небольших размеров можно склеить при незначительном давлении. Однако в большинстве случаев, ввиду неровностей на склеиваемых поверхностях и разбухания древесины под действием внесенной с клеем влаги, давление должно быть достаточно высоким. Продолжительность выдержки под давлением, или время запрессовки зависит от вида клея, влажности древесины и температурных условий прессования, а также породы склеиваемой древесины. При склеивании мягких пород, быстрее поглощающих воду, время выдержки меньше, чем при склеивании твердых пород. Для склеивания прямолинейных заготовок требуется меньшая выдержка, чем при склеивании с одновременным гнутьем многослойных

деталей из тонких пластин, когда с клеем вводится большое количество влаги.

Склеивание может производиться при нормальной температуре (холодное склеивание) и с нагревом клеевого слоя (горячее склеивание). В первом случае при склеивании древесины глютиновыми клеями время запрессовки составляет 23 часа, казеиновыми клеями – 26 часов, карбамидными – 37 часов, поливинилацетатными – 0,51 часа.

Повышение температуры клеевого шва до 100-140°C значительно ускоряет процесс склеивания, особенно при применении карбамидных клеев, поэтому в современном производстве изделий из древесины широко используют горячее склеивание.

Основными способами нагрева клеевых слоев являются контактный и высокочастотный. При контактном методе теплота от горячих плит пресса передается клеевому шву через древесину. Метод применяют при облицовывании и склеивании заготовок небольших толщин.

Токами высокой частоты можно быстро нагревать древесину и клеевые швы в разнообразных случаях склеивания. Для нагрева по этому способу склеиваемые детали помещают между двумя металлическими пластинами-электродами, на которые подается переменный ток высокой частоты от специального лампового генератора. Выдержка деталей перед дальнейшей обработкой после освобождения их от пресса необходима для упрочнения клеевых прослоек и выравнивания влажности в детали. Продолжительность выдержки зависит от применяемого клея, температуры воздуха в цехе и других факторов.

При склеивании глютиновыми и казеиновыми клеями продолжительность свободной выдержки после пресса для хвойных пород 12-18 ч, для лиственных – 18-24, для облицованных щитов – 48-72 ч. При склеивании синтетическими клеями время выдержки 6-12 ч.

### **Контрольные вопросы**

1. Основные свойства клеев, используемых при обработке древесины
2. Виды клеев животного происхождения
3. Способы горячего и холодного склеивания
4. Режимы склеивания при подготовке, нанесении клея; прессовании и выдержки древесных материалов.
5. Влияние влажности древесины на качество склеивания

## **§11 СПОСОБЫ ОБРАБОТКИ ДРЕВЕСИНЫ**

Механическая обработка древесины – это вид обработки, который подразумевает изменение формы и объема древесины, но при этом сохраняет все его свойства в неизменном виде. Механическая обработка может производиться как с использованием специальной техники, как и с помощью ручных инструментов. Именно механическую обработку небольшого объема дерева ручными инструментами и можно назвать ручной обработкой древесины. Технология ручной обработки древесины зависит от метода обработки. Инструменты для ручной обработки представлены на рис.5



Рис 5. Виды ручного инструмента для обработки древесины

### Заточка и правка инструментов по обработке древесины

Пользование острыми и правильно заточенными инструментами облегчает и ускоряет работу, способствует повышению ее качества. Поэтому лезвия всех режущих и строгальных инструментов, применяемых при

обработке древесины, нужно точить и править, чтобы они были острыми и не имели зазубрин и заусениц.

Для точки столярных инструментов применяют бруски и круглые песчаниковые точила, ручные или с ножным и механическим приводом. Правку инструментов производят при помощи оселков.

При заточке ножа его плашмя кладут на смоченный водой брусок и проводят круговыми движениями вдоль всей рабочей поверхности бруска на всю длину лезвия. Точить нож нужно попеременно с двух сторон. Наточенный нож, затем правят на оселке, то есть зашлифовывают обе грани лезвия, уничтожая заусеницы, оставшиеся от точки на бруске или точиле. Нож двигают вдоль оселка или по вытянутым вдоль его оси овалам всегда в сторону обушка. Оселок во время работы смачивают машинным маслом или керосином.

Стамески, долота, ножи от рубанков и фуганков и токарные стамески затачивают также, обильно увлажняя, на круглом песчаниковом точиле или на бруске. Угол заточки должен строго соответствовать углу, принятому для данного инструмента. При этом рабочая фаска инструмента должна представлять собою плоскость, а режущее лезвие – быть перпендикулярным оси инструмента, одинаково заточенным по всей длине. Правильность заточки проверяют при помощи шаблонов и угольников

Для затачивания инструментов, имеющих закругленную рабочую фаску (железки шерхебелей) или желобчатую форму реза (полукруглые столярные и токарные стамески) желательно выделить отдельный брусок.

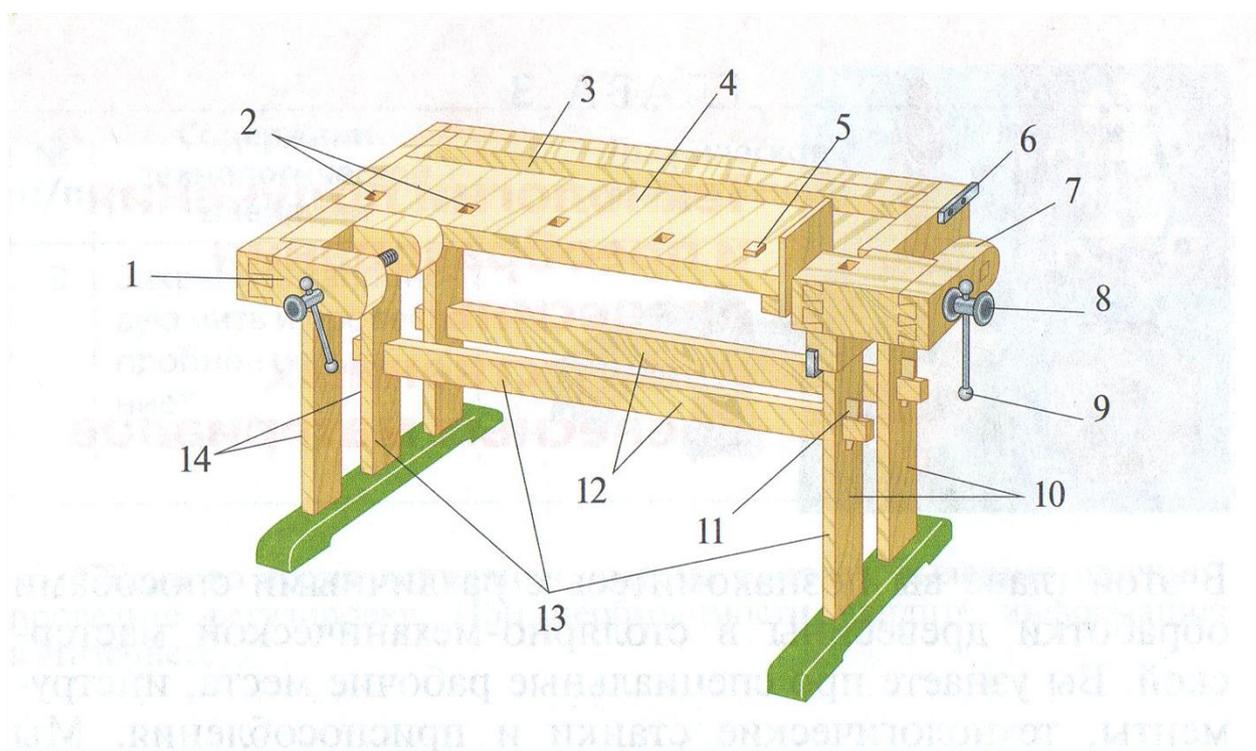
Практика показывает, что лезвия строгальных инструментов для того, чтобы они дольше оставались острыми, следует сразу же после правки «прогреть» о материал, то есть построгать ими примерно одну минуту.

Пилы точат небольшими трехгранными напильниками с мелкой насечкой. Полотно пилы закрепляют между двумя деревянными брусками в тисках или зажимах верстака.

Ручная обработка древесины включает в себя такие методы:

- разметка;
- изменение формы и размера:
- пиление;
- выравнивание поверхности: строгание, шлифование и циклевание;
- включение отверстий с помощью сверления, работы с долотом и стамеской.

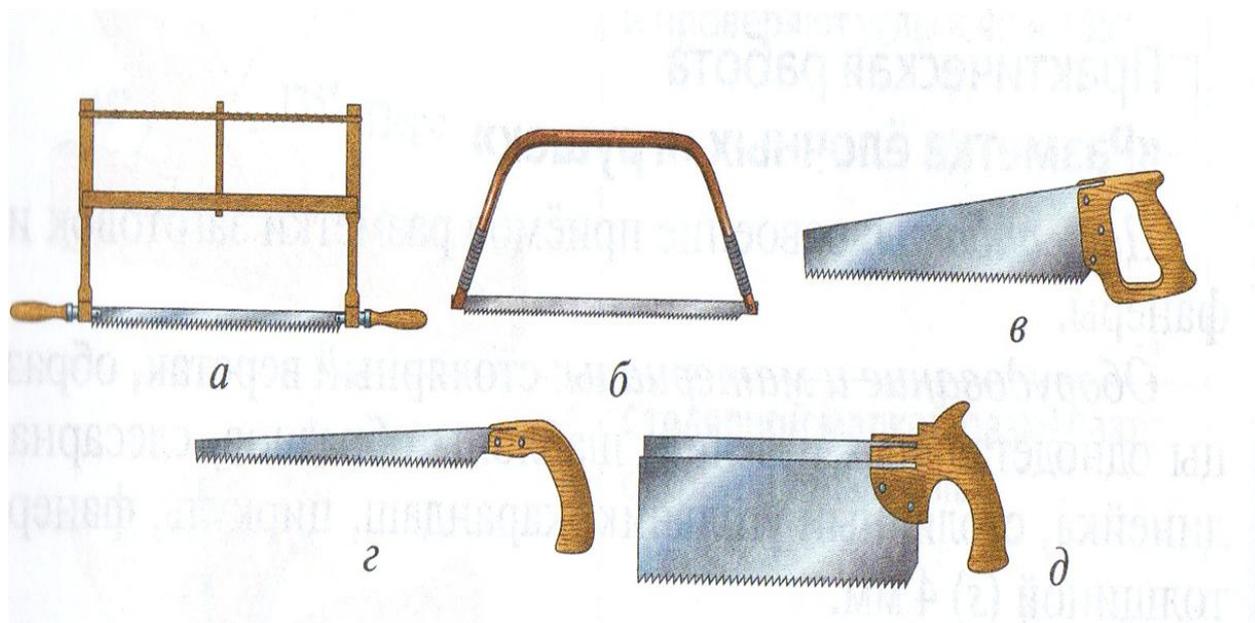
Операции ручной обработки древесины производят на столярном верстаке, основные части которого представлены на рис. 6



*Рис .6 Основные части столярного верстака :1– передний зажим с закруткой и головкой винта; 2 – гнезда; 3 – лоток; 4 – столешница; 5 – клин; 6 – упор; 7 – задний зажим; 8 – головка винта; 9 –закрутка; 10 – задние ножки;11 –клин подверстачья; 12 – связи; 13 – подверстачье; 14 – передние ножки.*

Разметка – это перенесение объемов и форм будущего изделия с чертежа на материал. Для произведения разметки используют такие ручные инструменты для обработки дерева как рулетку, линейку, угольник, карандаш, циркуль.

Пиление – это один из самых популярных и используемых методов ручной обработки, он призван изменять форму материала. С помощью пиления можно укоротить доску, выпилить из древесины деталь нестандартной формы, подогнать бревно или брус под нужный размер и т.д. Пиление древесины вручную производится пилами разной конструкции, величины и формы (рис.7).



*Рис 7. Ручные инструменты для пиления: а – лучковая пила с деревянной рамкой; б – пила садовая лучковая; в – столярная ножовка широкая; г – пила выкружная узкая; д – ножовка обушковая прорезная*

Основной рабочей частью каждой пилы служит тонкая стальная лента, вдоль одного продольного края которой высечены зубья той или иной формы. Зубья пилы имеют треугольную форму с наклоном (косая заточка) или без него (равнобедренный треугольник) и углом заострения 40-50°, шаг зубьев может быть от 1,5 до 6,5 мм.

Зубья ножовок должны быть заточены и разведены, причём зуб должен быть разведён вдоль не менее чем на 2/3 своей высоты от вершины. Благодаря разводу зубьев в процессе пиления ширина пропила получается немного больше толщины полотна пилы, и пила свободно перемещается. Для затачивания пилы применяют небольшие трехгранные напильники.

По размерам зубьев столярные пилы подразделяют на мелкозубые (высота зубьев до 3 мм), нормальные, или средние (высота зубьев 4-5 мм), и крупнозубки (высота зубьев 6-8 мм). Мелкозубые пилы применяют для мелкой и точной работы (например, для запиливания шипов и проушин) и распиловки сухой и плотной древесины. Распиловку сырой древесины и черновую и грубую распиловку досок и брусков больших размеров из древесины мягких пород производят крупнозубыми пилами. Из-за неоднородности строения древесины для пиления вдоль и поперек волокон необходимо применять пилы с разной формой зубьев.

Поперечные пилы, зубья которых имеют форму равнобедренных треугольников и затачиваются с двух сторон, используются для распиловки досок, брусков и реек поперек волокон. Такие пилы одинаково хорошо пилят при движении в обе стороны – «от себя» и «на себя».

Для пиления древесины вдоль волокон используют продольные пилы, у которых зубья имеют форму косоугольных или реже, прямоугольных треугольников. Продольные пилы пилят древесину лишь в одном направлении – от работающего. При движении на себя зубья такой пилы лишь скользят по основанию пропила.

При распиловке досок, тесин, брусков и реек материалы закрепляют так, чтобы они были неподвижны во время работы. Материал при распиловке рекомендуется располагать так, чтобы полотно пилы двигалось в вертикальной плоскости, а линия пиления проходила по правому краю разметочной линии. Свет при этом должен падать на материал так, чтобы работающему была хорошо видна разметка.

Прежде чем начать пилить, полотно пилы устанавливают на ребре доски или бруска соответственно с разметочной линией, нанесенной на поверхности заготовки. Заготовку придерживают левой рукой, затем пилу протягивают на себя и, после того как правильно наметится линия пропила, начинают пилить.

При поперечной распиловке пилу необходимо двигать в обе стороны свободно, с легким нажимом. При продольной распиловке обратный ход (движение пилы «на себя») проводится совсем без нажима.

Пиление фанеры, для того чтобы не было так называемых отщепов, производят мелкозубыми пилами. С этой же целью полотно пилы должно располагаться под острым углом к плоскости листа фанеры. Выпиливание из фанеры сложных по конфигурации и рисунку деталей производится при помощи ручного или механического лобзика.

### Строгание древесины

Ручная обработка древесины с помощью строгания призвана сделать поверхность материала ровной, без вмятин, зазубрин, сколов и т.д. Из различных строгальных инструментов, применяемых для строгания древесины, используются шерхебели, рубанки и фуганки (рис. 8).

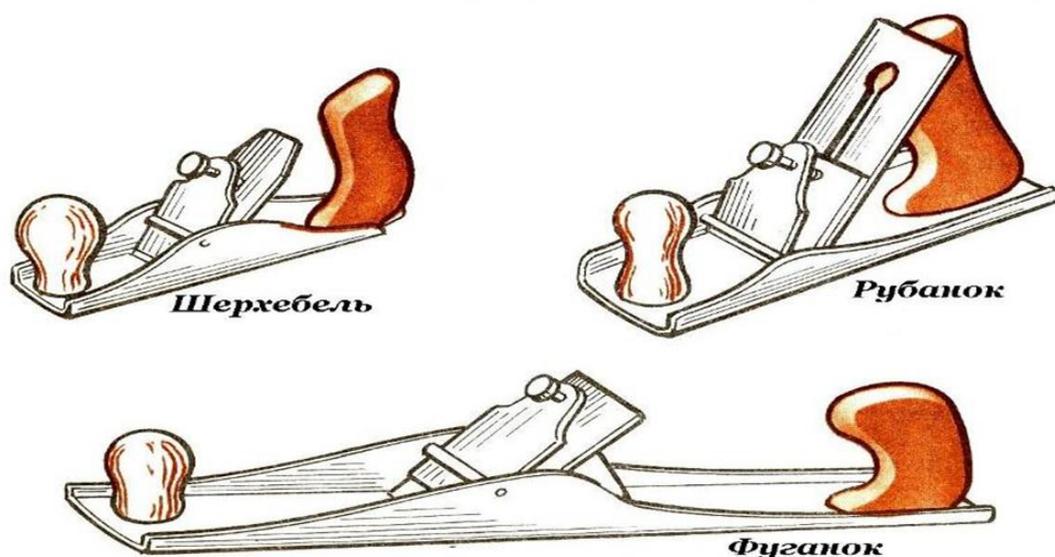


Рис 8. Виды строгальных инструментов

«Шерхель» – слово немецкого происхождения, что означает «струг для грубого срезания». Шерхель используется для чернового строгания со съемом большого количества древесины перед выравниванием. Рубанок предназначен для сострагивания тонких стружек и получения гладких поверхностей на древесине, а также сострагивания заготовки в нужный размер.

Фуганок используют тогда, когда возникает необходимость выровнять поверхность большого размера, а также для прифуговки кромок у длинных деталей. Конструктивно представляет собой длинный рубанок с двойным ножом.

Все инструменты имеют похожее строение и представляют собой изделия, имеющие деревянный корпус и встроенный во внутрь нож, отличаются они только размерами и формой ножей. Рубанок имеет длину до 25 сантиметров, может иметь один или два прямоугольных ножа. Его используют для финальной обработки материала, или для обработки небольшого количества дерева. Фуганок имеет, как правило, один нож и длина инструмента достигает 90 сантиметров. Фуганок используют, когда необходимо провести обработку большой площади. Шерхебель имеет полукруглый нож, его используют для грубой обработки дерева, он снимает с поверхности древесины толстый слой, им удобно строгать дерево твердых пород.

Во время строгания инструмент необходимо держать двумя руками и сильно прижимать к поверхности, при этом материал должен быть надежно укреплен по всей поверхности, чтобы не было провисания.

Строгать нужно только тот участок, который расположен впереди. Когда он обработан мастер делает шаг назад и опять обрабатывает участок, оказавшийся впереди. При каждом подходе рубанка нужно перекрывать половину ширины предыдущего подхода. Если приходится строгать твердую древесину, то это удобнее делать поперек волокон, немного под углом, такой подход не сделает поверхность идеально гладкой, но поможет избежать порчи материала.

Во избежание снятия слишком толстого слоя древесины, во время работы необходимо держать рубанок таким образом, чтобы его передняя часть была прижата к поверхности, а задняя оказалась слегка приподнятой. Строгание ведется по направлению волокон древесины. В тех случаях, когда плоскость строгания пересекает волокна древесины под острым углом и

необходимо избежать задигов, строгать нужно в направлении волокон, выклинивающихся на обрабатываемую поверхность.

При строгании сучковатой и свилеватой древесины, для того чтобы получить чистую, без задигов, поверхность, нужно снимать совсем тонкую стружку. Рубанок в этих случаях держат таким образом, что его продольная ось составляла с направлением строгания небольшой угол (примерно  $30^\circ$ ).

Строгание торцовых поверхностей деталей из древесины, при котором волокна последней перерезаются под углом, близким к прямому, называется торцеванием. Торцевание проводят: осторожно остро заточенным рубанком, снимая совсем тонкую стружку.

Чтобы при торцевании не происходило выкалывания небольших кусочков древесины у краев торцуемой поверхности, рубанок держат так, чтобы его продольная ось составляла некоторый угол с направлением движения рубанка. Торцуемую деталь плотно прижимают боковой гранью, по которой может произойти выкалывание, к какому-либо бруску так, чтобы плоскости торцов детали и бруска совпадали, после чего их торцуют вместе.

Торцевание широких досок, щитов и фанерных листов ведут попеременно с двух противоположных сторон. При этом лезвие железки рубанка до конца торцуемой плоскости не доводят.

Существует также несколько разновидностей строгальных инструментов:

– шлифтик – для плоского строгания, окончательной зачистки торцов, древесины со свилеватостью и задирами. Особенности конструкции: внешне напоминает двойной рубанок, но отличается от него укороченной (до 180-200 мм) колодкой и увеличенным (до  $60^\circ$ ) наклоном ножа (угол резания) при ширине лезвия 45-50 мм. Имеет укрепленный корпус, колодку шлифтика иногда делают слегка овальной (лодочка). Строгает чисто из-за большого угла резания, наличия стружколома и небольшой толщины снимаемого слоя древесины;

– горбач – для строгания криволинейных поверхностей, ручного строгания выпуклых и вогнутых деталей. Выпуклую поверхность строгают горбачом с вогнутой подошвой, а вогнутую поверхность – горбачом с выпуклой подошвой. Особенности конструкции: рубанок со съемными колодками выпуклой и вогнутой формы. Деревянные горбачи имеют колодки с постоянной кривизной подошвы, которая должна совпадать с кривизной обрабатываемой поверхности, из-за этого их применение ограничено. Металлические горбачи более универсальны, так как у них кривизну подошвы можно регулировать (минимальный радиус кривизны – 250 мм). Длина стандартного горбача равна 240-250 мм, ширина подошвы – 60 мм, ширина ножа – 50 мм;

– цикля – для плоского строгания, для отделки больших плоскостей, выравнивания и заглаживания мелких неровностей и заусенцев. Цикли с ручкой широко применяют при циклевании паркета. Цикли с корпусом чаще используют для зачистки шпона. Особенности конструкции: тонкая (0,7-1 мм) стальная пластинка шириной 25-30 мм, края которой слегка закруглены и заточены для соскабливания тонкой стружки. Рабочая кромка должна быть острой и ровной, заточенной под прямым углом, при этом образуются два острых прямоугольных ребра. Одно или оба ребра заваливают (наводят), проводя по ним ребром наводки. В результате на кромке появляется очень тонкий заусенец – само лезвие. При небольшом наклоне цикли заусенец снимает очень тонкую стружку. Движения, совершаемые циклей, должны совпадать с направлением слоев. Иногда (при циклевании дек музыкальных инструментов) допускается движение цикли под углом до 45° к направлению слоя;

– цинубель – для плоского строгания, для рифления поверхностей, необходимого при фанеровании и при склеивании очень твердых пород древесины. Используют при строгании свилеватой поверхности твердых пород (красное и особенно черное дерево). Особенности конструкции: имеет один нож, режущая кромка которого со стороны, противоположной фаске,

покрыта мелкой насечкой, создающей зубчики на режущей кромке. Зубчики цинубеля при строгании снимают очень узкую (ширина – 0,8-1 мм) стружку. В результате поверхность становится рифленой. После цинубления поверхность зачищают циклей;

– отборник – для профильного строгания, прямоугольной обработки кромок, выборки четвертей. Особенности конструкции: малогабаритный рубанок, состоящий из корпуса из алюминиевых сплавов, стального ножа и прижима, а также из упора, закрепленного на корпусе двумя винтами. Ширина ножа – 35 мм. Размер выбираемого фальца – до 12,5 мм (+/- 2 мм).

– грунтубель – для профильного строгания, для выборки трапециевидного паза («ласточкин хвост») или зачистки поперек волокон пазов, выбранных с помощью ножовки-наградки или стамески. Особенности конструкции: косоугольный зензубель (наград). Очень узкий инструмент (не более 12 мм) с ножом, затачиваемым по двум кромкам, сходящимся в острый угол. Грунтубель с косым ножом строгает более чисто, к тому же им строгают поперек волокон древесины;

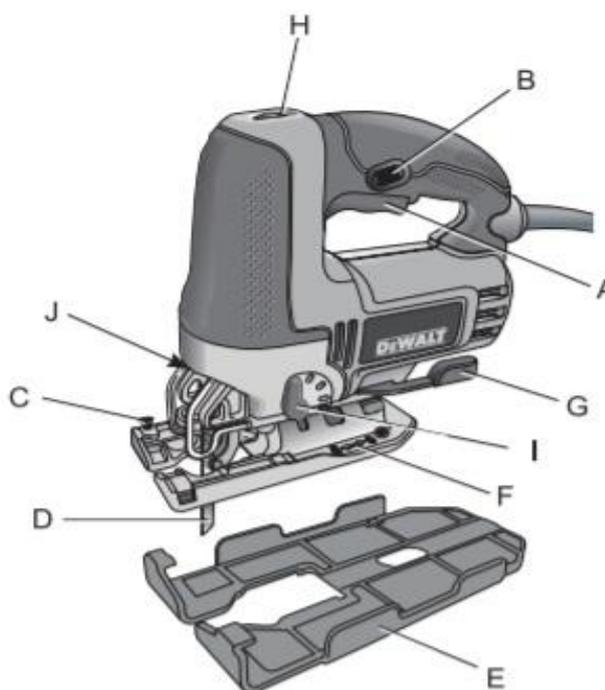
– калевка – для декоративного строгания, для профилирования разнообразных реек, кромок плоских деталей, фигурных поверхностей филенок и т. д.. Особенности конструкции: внешне похожа на зензубель, но имеет многоступенчатую подошву сложного профиля, повторяющего профиль лезвия ножа и зеркальную (обратную) форму профиля детали. Ширина колодки и профиль подошвы и лезвия бывают самыми разнообразными.

### **Обработка древесины с использованием электрифицированных инструментов**

При обработке изделий из древесины в образовательном процессе применяются следующие электрифицированные инструменты:

1. Электрический лобзик (рис.9) – высокопроизводительный и удобный в работе инструмент, который используют для пиления и обработки наружного

и внутреннего контуров изделия, особенно в домашней, пропильной и прорезной резбе. Рабочей частью электролобзика является подвижная стальная пила D. Её приводит в возвратно-поступательное движение электродвигатель через редуктор. Регулятором Н можно изменять обороты электродвигателя в зависимости от толщины заготовки, породы, плотности и твёрдости древесины. Опорная лыжа (подошва) F обеспечивает устойчивое положение и направление подачи электролобзика во время работы. На рукоятке установлен выключатель А.



*Рис. 9 Электрический лобзик: А – курковый пусковой выключатель; В – кнопка блокировки пускового выключателя; С – зажимной рычаг пильного полотна; D – пильное полотно; Е – съемная крышка подошвы; F – подошва; G – рычаг установки наклона подошвы; H – дисковый переключатель скорости; I – переключатель режимов резания; J – светодиодная подсветка*

2. Лобзик аккумуляторный – высокотехнологичное режущее устройство, использующееся для криволинейных, прямолинейных и сложных пропилов древесины, пластика, камня, керамической плитки и даже стальных листов. Лобзик аккумуляторный предназначен для автономной работы без подзарядки на протяжении нескольких часов.

3. Электрическая дрель – самый распространённый универсальный инструмент. Это объясняется не только тем, что дрель позволяет выполнять большое количество разнообразных работ, но и тем, что её двигатель может быть легко приспособлен для использования в качестве электропривода.

Промышленность выпускает большое количество различных насадок для электрической дрели: насадку-компрессор, насадку – маятниковую пилу (электрический лобзик), насадку-точило, насадку-перфоратор, шлифовальную и полировальную насадки (рис. 10). Насадку-компрессор, например, можно использовать для окрашивания небольших изделий. Она обеспечивает давление, вполне достаточное для не прерывной работы с ручным краскопультом в течение получаса, что позволяет полностью покрасить достаточно большую поверхность.



*Рис. 10 Насадки для дрели*

4. Шлифовальная машина используется для отделки (зачистки и шлифовки) изделий из древесины и металла. Ручная шлифовальная ленточная машина имеет два вала-барабана, на которые натянута шлифовальная шкурка. Электрический двигатель вращает один из валов, что приводит в движение натянутую ленту. Машину прижимают ручками к поверхности заготовки и перемещают её – так шлифуют изделие.

5. Электрическая бормашина с гибким валом используется для отделки изделий в труднодоступных местах и частях по внутреннему и внешнему

контур. Она состоит из электродвигателя, соединённого гибким валом со стальным сердечником с державкой, в которой с помощью трёхкулачкового или цангового патрона закрепляется фреза, сверло или наждачный камень.

6. Пульверизатор-краскораспылитель применяют для нанесения на обработанную заготовку (изделие) красок, лаков, морилок. При его использовании качество покрытия получается значительно лучше, а производительность труда возрастает в несколько раз по сравнению с работой кистью. Раствор поступает на обрабатываемую заготовку под действием сжатого воздуха от компрессорной установки под давлением от 1 до 6 атмосфер.

Большинство электрифицированных инструментов имеют электродвигатель коллекторного типа и передаточный механизм. Этим они похожи друг на друга. Хотя все они имеют конструктивные и функциональные особенности.

6. Шуруповёрт аккумуляторный питается от сменных аккумуляторов. Обладает возможностью изменения направления вращения шпинделя (по часовой стрелке и против), скорости вращения и величины крутящего момента.

### **Правила безопасной работы с ручными электрифицированными инструментами**

1. Работать необходимо в специальном помещении, оборудованном принудительной вентиляцией или с использованием пылеуловителя, закреплённого на электрифицированном инструменте.

2. Заготовку следует надёжно закрепить в зажимах верстака.

3. При работе нужно следить за тем, чтобы токоведущий провод не попадал под режущий инструмент.

4. Начинать работу можно только тогда, когда электрический двигатель наберёт полные обороты.

5. Выключив электроинструмент, необходимо держать его на весу в руках до полной остановки вращения двигателя, а затем следует положить его на специально подготовленное место.

6. Закончив работу, нужно отключить электроинструмент от сети и очистить его.

### **Контрольные вопросы**

1. Виды и назначение инструментов для ручной обработки древесины
2. Основные части столярного верстака
3. Виды строгальных инструментов:
4. Заточка и правка инструментов, используемых при ручной обработке древесины
5. Виды и назначение бытовых электрифицированных инструментов для обработки древесины

## **§12 СПОСОБЫ СОЕДИНЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ИЗ ДРЕВЕСИНЫ**

При создании любой конструкции всегда разрабатывают методы крепления, способные обеспечить надёжность, возможность длительной эксплуатации.

Для решения этих задач в изделиях из древесины применяют следующие виды: шиповое соединение, соединение в шкант (нагель), соединение концов деталей «вполдерева»

### **1. Шиповое соединение (рис.11)**

Основным принципом крепления двух деталей является создание в одной детали шипов, а в другой – пазов (проушин), в которые они вставляются. Используя столярные инструменты, обрабатывают обе детали с точным соблюдением геометрических размеров, что обеспечивает надёжное зацепление. После этого изделие можно использовать без применения дополнительных скрепляющих элементов. Однако для повышения надёжности применяют столярный клей или дополнительные крепёжные элементы.

Данный способ крепежа изделий из древесины получил наибольшее распространение. С его помощью скрепляют детали оконных рам, дверных проёмов, различные элементы мебели, стенки деревянных ящиков



*Рис.11 Шиповое угловое соединение деталей*

На сегодня разработано большое многообразие таких способов крепежа деревянных деталей. Все виды шиповых соединений классифицируются по следующим признакам:

- количеству шипов;
- их форме;
- глубине проушины (сквозные или нет).

По первому признаку шиповые соединения бывают: одинарные, двойные, многократные. Он определяет количество изготовленных элементов крепежа. Основными формами шипа считаются:

- прямоугольный (имеет различную длину, шаг и угол при вершине);
- круглый;
- треугольный;

- так называемый «ласточкин хвост» (односторонний или двухсторонний);
- зубчатый (с различным углом наклона);
- угловой.

Выбор формы и размеров зависит от применяемого материала и уровня нагрузки, которую должна выдерживать вся конструкция. Большое распространение получило шиповое соединение со множеством прямоугольных шипов. Основным его достоинством считается простота изготовления и возможность применения его для любой древесины.

Основными этапами изготовления шипа являются:

- разметка будущего шипа (горизонтальная и вертикальная);
- подготовка инструмента;
- выпиливание;
- зачистка стенок;
- подгонка.

Для обеспечения надёжности конструкции изготовление шипа должно начинаться с тщательной разметки. На первом этапе определяют, какого вида будет изготавливаться этот элемент, где он должен находиться. По его месту положения различают: угловое концевое, серединное и ящичное. Одним из факторов, влияющих на количество, является толщина заготовки. Если деталь имеет толщину, не превышает сорок миллиметров, выбирают соединение с одним шипом. Если ширина находится в интервале от сорока до восьмидесяти миллиметров, изготавливают два или три. Для более толстых заготовок выпиливают тройное или многократное соединение. Шип должен иметь толщину, равную одной трети от всего размера детали, а длина должна равняться толщине скрепляемых элементов.

Изготовление элементов начинают с выреза паза, в который будет вставляться шип. Во много качество каждого из них зависит от точности разметки и уровня используемого инструмента (рис.12).



*Рис.12 Последовательность изготовления шипового соединения*

Для его изготовления может использоваться фрезер, который позволяет ускорить процесс получения проушины. В домашних мастерских можно изготовить паз своими руками. Последовательность изготовления зависит от типа шипового соединения. Основная последовательность заключается в следующем. Разметка начинается с деления заготовки на три равные части. Далее ручной тонкой ножовкой производят пропилы. Затем при помощи стамески, необходимой ширины удаляют внутреннюю часть пропила, получая пазовый элемент. Окончательную обработку стенок полученного паза производят с помощью наждачной бумаги.

Разметка мест необходимых распилов производится с помощью измерительных инструментов в обеих плоскостях. Выбор инструмента для

распила зависит от возможностей изготовителя. На деревообрабатывающих предприятиях эту операцию производят на специальных станках. Если планируется изготовить шип своими руками, применяют обыкновенные пилы. Наиболее подходящими считаются: лучковая пила или ножовка. После изготовления шипа производится зачистка его поверхности. Она осуществляется при помощи напильников и наждачной бумаги. Далее вставной шип подгоняют под заготовленный паз. После завершения этой операции производится его окончательная фиксация.

Долбление сквозных гнезд, проушин и отверстий в массивных деталях производят с двух противоположных сторон. Долбление производят долотом. Для зачистки поверхностей, подрезания кромок, снятия фасок, выемки желобков и других мелких работ используют стамески. Сквозные отверстия и проушины в деталях, имеющих небольшую толщину, прорезают стамеской соответствующей ширины. Чтобы на нижней стороне детали при этом не получилось трещин и отщепов, необходимо плотно, лучше всего струбциной, прижимать деталь к поверхности верстака.

Для облегчения и ускорения работы по долблению нередко применяют сверление. Так, например, прежде чем выдолбить гнездо, по его краям просверливают два сквозных отверстия.

## 2. Соединения в шкант (нагель).

Шкант – это цилиндрическая палочка из березы, дуба и т. д. Она ровно выточена и забивается в заранее просверленные отверстия – каналы, предварительно смазанные клеем. Отверстия под шканты делают одновременно в двух сопрягаемых деталях. Шкант должен входить в отверстие туго, при помощи ударов киянки. Сверло для подготовки отверстий должно соответствовать размерам шканта. Для уменьшения диаметра шканта применяют шлифование наждачной бумагой или драчёвым напильником (риски делают не поперек, а вдоль шканта).

## 3. Соединение концов деталей вполдерева.

Такие соединения могут быть по длине, концевое и срединное (рис.13). Они довольно просты в изготовлении, но обладают невысокой прочностью при эксплуатации соединения вполдерева. Для изготовления древесины спиливают в местах сопряжения по толщине сопрягаемой детали. Длина элементов соединения по длине равна 2-2,5 толщине соединяемых деталей. Элементы соединений крепят между собой склеиванием. Для придания соединениям большей прочности их дополнительно укрепляют гвоздями, шурупами или нагелями. Рассчитав ширину шипа (проушины), размечают ее рейсмусом по торцу и кромкам продольными линиями. После разметки проушины и шипы запиливают, используя пилу с мелкими зубьями. Пропил ведут рядом с разметочной линией по удаляемой части заготовки, не заходя за линию поперечной разметки.

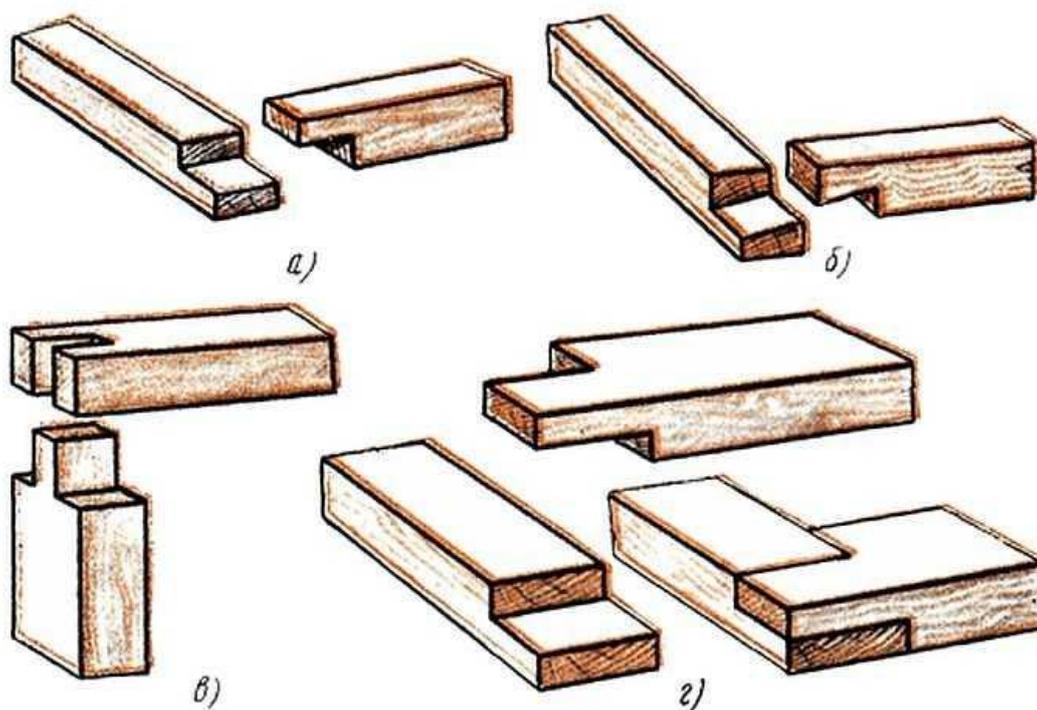


Рис 13. Соединение брусьев: а- вполдерева, б- вполулапу, в шиповое, г- угловое

Прочность столярных соединений зависит также от качества древесины, точности изготовления элементов соединений, качества клея и условий склеивания. На элементах соединений не должно быть пороков древесины, а само соединение не должно иметь щелей и трещин.

Число, форма и размеры шипов существенным образом влияют на прочность соединения. С увеличением числа шипов увеличиваются площадь склеивания и прочность соединения, но растёт время для его изготовления.

Виды основных соединений деталей, изготовленных из древесины, определены стандартами. В этом документе определены следующие характеристики подобного скрепления деревянных деталей:

- правила сокращённого обозначения (аббревиатура) различных соединений;

- чертежи с изображением внешнего вида;

- допустимые размеры каждого элемента;

- порядок и правила определения размеров каждого элемента;

- выражения для расчета размеров необходимого режущего инструмента;

- формула для вычисления прочности собранных элементов;

- порядок проведения проверки и испытание на прочность.

- угловые (концевое и срединное);

- ящичное (в основном относится к категории угловых);

- по кромке;

- так называемое по длине «на ус».

Для каждой из этих категорий в стандарте утверждена своя аббревиатура (сокращённое обозначение). Эта маркировка состоит из двух заглавных букв кириллицы и одной цифры. Например, УК-2 обозначает, что речь идёт о соединении с двойным открытым сквозным шипом, УК-9 соединение «на ус» со вставным несквозным круглым шипом. Более подробно весь перечень изложен в тексте принятого стандарта.

Любой тип сопровождается подробным чертежом. На каждом из них приведена фронтальная и профильная проекции с указанием размеров, формул по вычислению каждого элемента, готовые результаты. Для получения прочного соединения стандартом определены допуски, которые необходимо соблюдать при изготовлении каждого из элементов. Подробно

приведены параметры углового шипа (его длина, шаг и затупление). На основании приведенных результатов в государственных стандартах разработаны рекомендации по выбору необходимого режущего инструмента. Отдельно сделаны ссылки на другие документы (стандарты) определяющие какими средствами необходимо крепить каждое из перечисленных изделий.

### **Сборка изделий**

Соединение деталей изделий из древесины производится обычно с помощью клея, гвоздей и шурупов, реже – с помощью болтов.

Для склеивания древесины применяется столярный или казеиновый клей. При правильном склеивании прочность по шву не уступает прочности самой древесины. Склеиваемые поверхности необходимо тщательно подогнать друг к другу, чтобы шов был тонкий и повсюду одинаковый по толщине. Прочность соединения увеличивается, если склеиваемые поверхности сделать шероховатыми (например, при помощи рашпиля).

Для прочности склеивания большое значение имеет чистота склеиваемых поверхностей,<sup>1</sup> отсутствие на них загрязнений.

Столярный клей на склеиваемые поверхности нужно наносить обязательно в подогретом состоянии (при температуре 40-70°), быстро и тонким слоем. Прочность соединения увеличивается, если склеиваемые поверхности перед нанесением на них клея немного подогревают. Такой подогрев особенно рекомендуется при склеивании больших поверхностей.

После нанесения клеевого раствора склеиваемые детали немедленно соединяют и плотно прижимают друг к другу в зажимах верстака или при помощи специальных приспособлений – струбцин, вайм, сулаг, винтовых прессов, клиновых зажимов. Мелкие детали можно связывать прочными нитками или сжимать пружинными зажимами для белья (прищепками). Во многих случаях для сжимания склеенных деталей применяют какой-нибудь груз. Под прессом склеенные детали должны оставаться в сухом и теплом помещении от 12 до 24 часов.

Густота клея зависит от породы древесины, из которой изготовлены склеиваемые детали, и от взаимного расположения волокон древесины. Так, при склеивании плотных пород древесины – дуба, бука, клена, ясеня – клей нужно разводить жиже, чем при склеивании менее плотных пород – липы, сосны, ели, березы. Для повышения прочности склейки деталей, в которых плоскости швов расположены поперек волокон древесины, следует сухие и подогретые торцы проклеить жидким раствором клея (так называемой проклейкой). Только после того как этот слой клея высохнет, детали склеивают обычным способом.

При изготовлении различных моделей и приборов применяется для склеивания древесины казеиновый клей. В отличие от столярного клея казеиновый клей не подогревается. В остальном все основные правила – подготовка поверхностей, порядок склеивания – при использовании казеинового клея те же, что и для столярного. При сборке авиамоделей и судомоделей применяют специальный клей АК-20 и нитроцеллюлозный клей – эмалит.

Соединение на гвоздях и шурупах наиболее простой и доступный способ соединения отдельных деталей из древесины. Чтобы соединения на гвоздях были прочными, нужно правильно подобрать размеры гвоздей, их количество и направление забивания. Гвозди, забитые вдоль волокон древесины, держатся слабее, чем те, которые забиты перпендикулярно древесным волокнам. Гвоздями всегда более тонкая по толщине деталь прибивается к более толстой, Гвозди подбираются таким образом, чтобы их длина была в 2,5-4 раза больше толщины прибиваемой детали (чем толще прибиваемая деталь, тем меньше относительная длина гвоздей, используемых для ее прибивания).

Шляпки головок гвоздей обычно портят внешний вид изделия, поэтому их стараются «утопить» на несколько миллиметров над поверхностью детали, а получившиеся углубление – зашпаклевать. Для этого каждый гвоздь перед его забиванием укладывают плашмя на металлическую плиту и

расплющивают его головку молотком. Затем гвоздь забивают так, чтобы плоскость его расплющенной головки совпала с направлением волокон древесины. Затем на его шляпку укладывают боком головку другого гвоздя и ударом молотка углубляют забитый гвоздь еще на несколько миллиметров.

Когда необходимо прибить тонкие реечки, штапики и другие детали, головки гвоздей откусывают кусачками. При необходимости извлечения забитых гвоздей пользуются клещами или гвоздодером.

Сборку деревянных конструкций различных моделей и приборов, особенно когда отдельные детали конструкций должны быть съемными, часто производят при помощи шурупов. При сборке конструкций на шурупах сначала производят разметку по установке мест расположения шурупов. Затем в верхней детали под каждый шуруп просверливают отверстие, диаметр которого должен быть равен или быть меньше диаметра верхней цилиндрической части шурупа. В нижней детали под шурупы просверливают отверстия вдвое меньшего диаметра. Благодаря резьбовому соединению соединяемые детали плотно стягиваются.

### **Формирование элементов шиповых соединений на станках**

Для формирования рамных шипов и проушин применяют одно- и двусторонние шипорезные станки. Приемы нарезания шипов на одностороннем шипорезном станке сходны с приемами работы на торцовом станке с кареткой. Заготовки укладывают на каретке и закрепляют с помощью гидравлического прижима. Привод каретки осуществляется от гидроцилиндра через редуктор при помощи втулочно-роликовой цепи. При движении каретки концы заготовок обрабатывают набором инструментов, которые вращаются от индивидуальных электродвигателей. Первый (по ходу каретки) горизонтальный шпиндель оснащен пильным диском и предназначен для торцевания заготовок по длине, два вертикальных – для формирования шипов, а последний – для выборки проушин.

На односторонних шипорезных станках помещаются заготовки на каретку, плотно прижимаются одна к другой и к упорной линейке. Затем с

опусканием прижимов плавно подается каретка на режущие инструменты. После этого каретку возвращают в исходную позицию, переключают заготовки обработанными концами к откидному упору, предварительно опустив его. В той же последовательности обрабатывают второй конец заготовок.

На двусторонних рамных шипорезных станках обрабатывают одновременно оба конца заготовок, что значительно повышает производительность.

На точность формирования шипов и проушин на шипорезных станках (так же, как и на фрезерных) большое влияние оказывает состояние станка, точность его настройки, а также правильность базирования и закрепления заготовок в каретке.

Прямые ящичные шипы нарезают набранными на общем шпинделе двухрезцовыми фрезами – крючьями с калиброванными прокладками-шайбами между ними. Ящичные дощечки укладывают пачкой на рабочем столе и подают вертикально в направлении касательной к окружности режущего инструмента. Стол перемещается вертикально механизмом гидравлической подачи.

Для нарезания полупотайных шипов «ласточкин хвост» (соединение передних стенок ящиков с боковыми) используют специальные многошпиндельные станки, оснащенные концевыми фрезами в виде усеченного конуса. Шипы и гнезда нарезают одновременно у двух сопрягающихся стенок ящика. Для этого заготовки крепят в каретке так, чтобы боковая стенка была в вертикальном, а передняя в горизонтальном положении.

При надвигании каретки фрезы прорезают в боковой стенке шипы, а при дальнейшем надвигании углубляются в торец передней стенки и выбирают в ней гнезда.

Элементы шиповых соединений в виде продолговатых гнезд и цилиндрических отверстий формируют на сверлильно-пазовальных,

сверлильных и цепнодолбежных станках. При этом продолговатые гнезда получают разной формы.

Горизонтальный сверлильно-пазовальный станок СВПГ-2 предназначен для выборки отверстий и пазов в брусковых деталях, сверлильно-пазовальные вертикальные станки СВП-2 и СВА-2 – для выборки пазов и отверстий в брусковых и щитовых деталях.

Станок СВПГ-2 состоит из станины, на которой шарнирно закреплена плита с электродвигателем. Вал электродвигателя является рабочим шпинделем станка с патроном для закрепления сверла.

Станок снабжен подвижным столом, перемещаемым горизонтально в направлении, перпендикулярном оси шпинделя, и вертикально при помощи винта с маховиком. Деталь устанавливают на стол к упорному угольнику и зажимают гидравлическими прижимами. С помощью гидропривода осуществляется подача сверла на заданную глубину сверления.

В качестве режущего инструмента на сверлильно-пазовальных станках используют сверла различных форм и размеров и концевые фрезы. Чаще всего применяют спиральные сверла, которыми можно сверлить отверстия в разных направлениях. Эти сверла надежны в эксплуатации и при заточке сохраняют первоначальную форму и размеры. Концевые фрезы с одним, двумя или тремя резцами используют при выборке продолговатых гнезд с закругленными краями.

При настройке сверлильных станков прежде всего устанавливают режущий инструмент. Затем производят установку стола по высоте в соответствии с размером заготовки. Определяют положение упорной линейки (у вертикального станка) или упорного угольника (у горизонтального станка). В последнюю очередь регулируют глубину сверления путем установки упоров, а при сверлении продолговатых отверстий и амплитуду колебаний фрезы.

На сверлильно-пазовальных станках пазы выбирают следующим образом: торцовая фреза вращается и совершает колебательные движения,

одновременно стол с заготовкой надвигается на фрезу. Дно паза не прямое, оно образовано по дуге окружности. На современных станках основные операции (зажим, надвигание заготовки, возврат ее и др.) автоматизированы. Рабочий только снимает заготовку и устанавливает новую. Пазы на этих станках выполняются с высокой точностью и почти любых размеров.

На этих же станках можно получить пазы с плоским дном. Для этого исключают колебательное движение фрезы. Сначала сверлят отверстие на одном конце гнезда, затем – на другом. Медленно передвигая стол с заготовкой, выбирают древесину между отверстиями. За каждый проход формируют гнездо глубиной 10–20 мм.

Выбираемые на цепнодолбежном станке пазы в плане имеют прямоугольную форму, а дно паза – закругленные углы. Выборка пазов на цепнодолбежном станке производится фрезерной цепочкой, скользящей по направляющей линейке. Станок имеет горизонтальный стол, снабженный приспособлениями для зажима детали и перемещения стола в продольном направлении к детали; это перемещение регулируют передвижными упорами.

Размеры пазов, выбираемых на цепнодолбежных станках, определяются размерами фрезерных цепей и направляющих линеек, а их длина – возможной величиной продольного перемещения стола станка. Точность формирования пазов на цепнодолбежных станках невысокая.

Для сверления круглых отверстий применяют универсальные одно- или многошпиндельные вертикально-сверлильные станки, а также специализированные многошпиндельные (присадочные) станки вертикальные и горизонтальные. В качестве инструмента используют спиральные сверла различных видов.

На вертикальном одношпиндельном сверлильном станке круглые отверстия в заготовках сверлят по разметке, упору, шаблону и кондуктору. Размеченную заготовку располагают на столе станка так, чтобы ось сверла и центр отверстия совместились. Сверление по разметке требует затрат

времени на разметку и не обеспечивает высокой точности, так как могут быть погрешности при разметке и при сверлении. Производительнее сверлить отверстия по предварительно установленным упорам, базирующим заготовку относительно оси вращения сверла. Более точное сверление обеспечивает применение шаблона или кондуктора. Шаблон-кондуктор, который накладывают на заготовку сверху, имеет отверстия, расположенные относительно базирующих поверхностей, как предусмотрено чертежом на обрабатываемую деталь.

### **Контрольные вопросы**

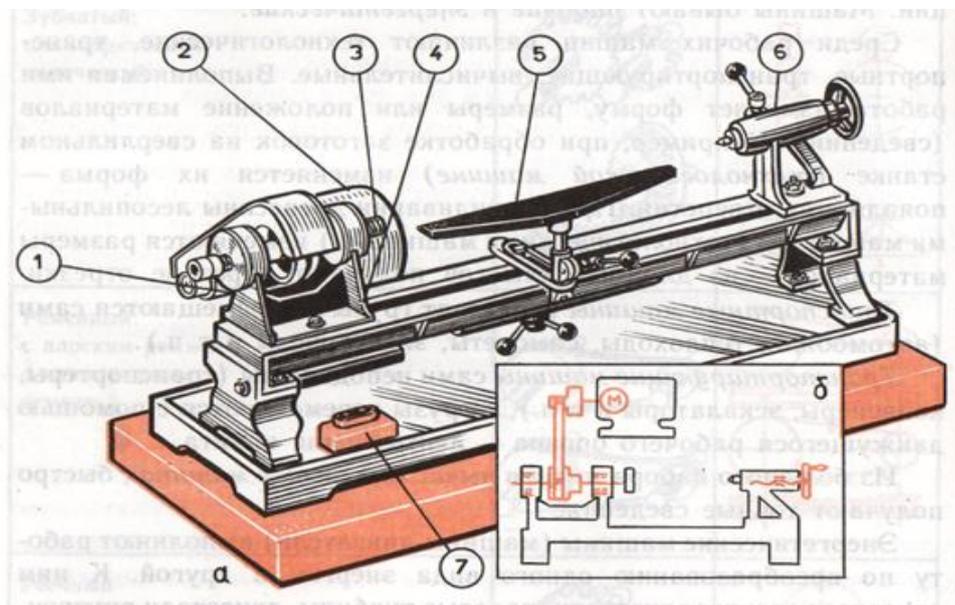
1. Основные способы соединения деталей
2. Виды шипового соединения
3. Последовательность действий при разметке и изготовлении проушины
4. Способ соединения в шкант (нагель)
5. Формирование элементов шиповых соединений на станках

### **§13 ТОЧЕНИЕ ДРЕВЕСИНЫ**

Точение – один из наиболее распространенных видов обработки древесины при изготовлении изделий. Точёные элементы применяют в мебели, интерьере, бытовой утвари, сувенирах, игрушках и других предметах, детали могут быть одновременно и конструктивными, и декоративными.

Для токарных работ пригодны почти все породы древесины. Выбор породы определяется назначением, размерами, конструкцией, условиями использования изделия, а также требованиями художественно-декоративного характера. С точки зрения обработки материала предпочтительна однородная по плотности мелкослойная древесина. Не допускаются такие пороки, как несросшиеся, выпадающие, табачные сучки, кармашки, трещины и гнили. Такие же пороки, как волнистость, свилеватость, завитки не только не снижают качества материала, но значительно повышают его декоративные свойства.

Станок предназначен для цилиндрической и фасонной обработки деталей при помощи подручника вручную, настольный станок используют для токарных и других работ при изготовлении небольших по размеру изделий из древесины (рис.14).



*Рис.14 1-ремённая передача, 2-электродвигатель, 3-шпиндель,4-передняя бабка, 5-подручник,6-кнопочная станция,б-кинематическая схема*

Токарный станок состоит из станины, передней бабки, в которой смонтирован вращающийся шпиндель, подручника и задней бабки с центрирующим устройством, которая передвигается по направляющим станины и закрепляется в определенном месте в зависимости от длины обрабатываемой заготовки. Передняя бабка вмонтирована в чугунный корпус, в котором расположены электродвигатель и ременная передача. Для изменения скорости вращения шпинделя применяют ступенчатые шкивы ИЛУ. электродвигатель с бесступенчатым изменением скорости. На шпиндель передней бабки устанавливают сменные патроны или планшайбы для крепления заготовок. Другой конец длинной заготовки зажимают в центрирующем устройстве задней бабки с помощью маховичка.

Подручник служит для поддержания режущих ручных инструментов во время работы. Его можно перемещать по направляющим станины и устанавливать на различной высоте.

Для токарных работ применяют ограниченный набор режущих инструментов, которые в зависимости от вида обработки делятся на три группы: обдирочные, чистовые и специальные. Для черновой обточки (обдирки) используют желобчатые токарные стамески с фаской на выпуклой стороне, углом заострения  $25-30^\circ$ , шириной 20-25 мм. Для чистового точения служат плоские стамески-косячки с двусторонней заточкой лезвия, углом скоса  $70-80^\circ$ , углом заострения  $20-30^\circ$ , шириной от 5 до 50 мм. Косяком выравнивают и сглаживают обтачиваемые поверхности после обдирки, вытачивают различные профили, подрезают торцы и окончательно отрезают законченную деталь.

Для различных видов фасонной обработки на токарных станках применяют специальные инструменты. Внутренние поверхности обрабатывают плоскими ножами с двух- и трехсторонней заточкой полукруглыми стамесками и крючками. Крючок представляет собой плоский резец с изогнутым концом. Заточка лезвия резца может быть одно- или двусторонней, ширина лезвия – 4-25 мм. Фигурные резцы имеют специальные лезвия, конфигурация которых отвечает формам изделий. Для нарезания резьбы или канавок на внешней поверхности деталей применяют специальные резцы-гребенки.

Основными приспособлениями к токарному станку служат патроны и планшайбы для закрепления заготовок. В зависимости от формы и размеров будущей детали или изделия заготовку закрепляют в центрах передней и задней бабок или на шпинделе передней бабки, чтобы она воспринимала вращательное движение шпинделя. Для этих целей существуют различные приспособления, которые можно разделить на три группы: приспособления для закрепления заготовки в центрах, для закрепления за наружную поверхность заготовки, для закрепления заготовки за отверстия.

Для закрепления заготовки в центрах служит патрон-трезубец, один конец которого в виде трубки с внутренней винтовой нарезкой навинчивают на шпиндель станка; на другом конце сделан плоский гребень с тремя

зубцами. Средний зубец должен точно совпадать с осью вращения шпинделя станка. С другого конца заготовку поджимают задним центром.

Для закрепления заготовки в патроне-втулке, также навинчивающемся на шпиндель станка, хвостовую часть заготовки опиливают на конус. Затем, поставив патрон на деревянный брусок киянкой, заколачивают в него заготовку.

Более универсальное зажимное приспособление – трехкулачковый патрон, который может быть с прямыми и обратными кулачками. При вращении ключа патрона все три кулачка одновременно сжимаются и прочно закрепляют деталь. Деревянные оправки и втулки используют также для закрепления деталей за внутреннее отверстие при вытачивании изделий в виде колеса. Для закрепления заготовок большого диаметра, но небольшой длины (при изготовлении вазы или блюда) применяют планшайбы, имеющие отверстия для шурупов. Существует также специальное приспособление для точения овалов, представляющее собой насадку на шпиндель с эксцентриком и ползунами, по которым синхронно вращению заготовки смещаются к центру, и др.

В технологический процесс изготовления точеных деталей входят операции раскроя древесины на черновые заготовки, склеивания блоков и щитков, черновой и чистовой обточки заготовок, подрезки торцов и отрезки выточенных деталей. Заготовки для точеных деталей выпиливают в виде брусков квадратного сечения с припуском по длине на закрепление в станке и по сечению на обработку. Перед установкой заготовку округляют, придавая ей форму цилиндра. В противном случае острые ребра могут выбить режущий инструмент из рук работающего.

Подручник устанавливают так, чтобы его опорная поверхность была на уровне оси вращения заготовки или на 2-3 мм выше нее. Между подручником и наиболее выступающей частью заготовки должен быть зазор 2-3 мм. При правильной установке подручника образуется длинная ленточная стружка. Если же подручник установлен ниже, инструмент не

режет, а скоблит заготовку, снимаемая стружка крошится на мелкие кусочки, резец быстро тупится, а обрабатываемая поверхность будет шероховатой с задирами. По мере стачивания древесины подручник передвигают и поворачивают, устанавливая его как можно ближе к изделию.

Черновую обточку производят полукруглой стамеской (рейером). В рабочем положении ручка стамески находится в правой руке, а нож удерживают левой рукой на подручнике. В начале работы снимают наиболее выступающие части заготовки, выравнивая ее по длине. При этом стружку толщиной 1-2 мм снимают средней частью лезвия стамески. При последующих проходах, двигая стамеску вдоль заготовки, слегка поворачивают ее по направлению движения, чтобы использовалась вся режущая кромка. Таким образом, лезвие затупляется и срабатывается равномерно.

После предварительной обточки поверхность заготовки получается грубой, желобчатой или волнистой. Основная задача обточки – придать заготовке форму цилиндра с возможно менее волнистой поверхностью (с припуском на дальнейшую обработку 3-4 мм).

Чистовую обработку заготовок после разметки выполняют плоской стамеской (мейселем). При этом подручник устанавливают выше, чем при работе полукруглой стамеской. Если вытачивается цилиндрическая деталь, то на обоих ее концах сначала делают проточки – канавки до требуемого размера диаметра (разметочная проточка). Затем ведут чистовую обточку между ними до получения ровной и гладкой поверхности. Во время точения стамеску держат наклонно так, чтобы тупой угол был выдвинут в сторону движения стамески. В другом положении стамеска будет сильно дрожать и рвать волокна древесины.

При работе необходимо следить за тем, чтобы стамеска не скользила по поверхности, а углублялась в древесину. Точение производят средней и нижней частью лезвия. При этом снимаемая стружка должна быть значительно тоньше, чем при работе полукруглой стамеской. По мере

стачивания древесины необходимо проверять форму и диаметр цилиндра шаблоном или штангенциркулем.

Когда цилиндр будет обточен до нужного диаметра, карандашом или стамеской намечают черту, по которой должен быть отторцован правый конец цилиндра. Затем стамеску устанавливают на ребро острым углом вниз и делают глубокий поперечный надрез. Отступив несколько вправо, подрезают торец. При этом стамеску держат наклонно, отчего выточка принимает треугольную форму. Поочередно повторяя эти движения, срезают торец до тех пор, пока диаметр стержня у торца не будет равен 12-14 мм. Дальше торцевать не следует, так как цилиндр может сорваться. Второй торец детали торцуют точно так же, как и первый, но держат и направляют инструмент левой рукой, а правой прижимают резец к подручнику. Отторцевав оба конца цилиндра, оставшиеся стержни отрезают стамеской.

Точение конических поверхностей несколько сложнее, чем цилиндрических. Подготовив конусообразную болванку с необходимым припуском, устанавливают ее так, чтобы вершина конуса или его меньший диаметр были обращены к правой бабке. Наклоняют подручник и устанавливают его под заданным углом к оси точения (по шаблону). Сначала поверхность обрабатывают полукруглой стамеской, затем плоской. Точение нужно вести очень осторожно, снимая тонкую стружку. По мере срезания древесины подручник подвигают к заготовке и по его направлению выверяют наклон образующей вытачиваемого конуса.

При вытачивании сложных по профилю, крупных и полых деталей применяют особые приемы работ, главным образом лобовую обточку с закреплением черновой заготовки в передней бабке станка. Для крупных деталей заготовки склеивают в блоки. Так, для изготовления вазы (склеивают блок из основания и девяти сегментов). Заготовку закрепляют на планшайбе так, чтобы центр планшайбы совпадал с центром заготовки. Вначале обтачивают внешнюю поверхность острой полукруглой стамеской. Стамеску

следует держать под углом к обрабатываемой поверхности, чтобы ее режущая кромка срезала, а не скоблила стружку.

Внутреннюю поверхность вазы обтачивать несколько проще. Начинают от края вазы и, постепенно перемещая стамеску к центру, снимают тонкий слой материала. После предварительной обработки окончательно зачищают плоской стамеской внутреннюю поверхность, а затем – внешнюю.

Вытачивание шара вначале выполняют обычным способом, затем полуфабрикат закрепляют в оправке на передней бабке и вытачивают начисто.

Шлифование, крашение, окраску, лакирование и полирование выточенных деталей выполняют, не снимая их с токарного станка, а подводя к поверхности вместо резца шкурку, тампон или кисть с отделочным составом.

При работе на токарном станке необходимо соблюдать определенные правила техники безопасности:

- при подготовке к работе необходимо привести в порядок рабочую одежду, которая должна быть достаточно свободной, не стесняющей движений, иметь плотно застегивающиеся рукава;
- перед началом работы следует проверить надежность закрепления кожухов, прикрывающих привод станка, целостность заземляющего провода, исправность системы управления станком;
- во время работы на станке необходимо пользоваться исправным и хорошо заточенным инструментом; перед включением двигателя убедиться в надежном закреплении заготовки и подручника;
- рабочее место необходимо содержать в порядке и чистоте, убирать станок только при остановленном шпинделе.
- своевременно смазывать станок.

### **Контрольные вопросы**

1. Устройство токарного станка по дереву
2. Виды инструментов, используемых при точении древесины

3. Способы точения цилиндрических и конических поверхностей
4. Виды приспособлений, используемых при точении древесины
5. Основные приемы при вытачивании сложных по профилю, крупных и полых деталей

## **§14 ШЛИФОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ**

Шлифование помогает сделать поверхность древесины гладкой, убрать все шероховатости и неровности, подготовить материал к дальнейшей обработке: окрашиванию, лакированию, пропитке защитными составами.

Ручная обработка древесины с помощью шлифования выполняется с помощью наждачной бумаги разной зернистости. Её можно просто держать руками, а можно закрепить на специальном деревянном держателе, это поможет защитить руки от травм.

Шлифование древесины проводят в несколько этапов:

- - черновое или грубое шлифование – для этого используют наждачную бумагу с крупным зерном. Такое шлифование выравнивает поверхность.
- - полирование – выполняется наждачной бумагой средней зернистости и призвана убрать поднявшийся ворс и сгладить поверхность.
- - финальное шлифование – выполняется непосредственно перед нанесением лакокрасочных изделий, выполняется очень мягкой мелкозернистой наждачной бумагой.

Шлифование древесины вручную хоть и требует больших трудозатрат, но взамен обеспечивает ряд важных преимуществ: менее агрессивную обработку, лучший контроль над процессом и высокое качество обработки поверхностей в труднодоступных местах – в углах, на плавных изгибах и прочих рельефах любой сложности.

Ручная техника незаменима при межслойном шлифовании отделочных покрытий, поскольку обеспечивает максимально деликатную работу и исключает риск протирания нанесенной отделки. При использовании одного и того же абразива ручное шлифование гарантирует более качественную

поверхность, чем ошкуривание шлифмашинкой, болгаркой или дрелью. Шлифовальные колодки (шлифки) обеспечивают равномерный контакт наждачной бумаги с обрабатываемой поверхностью, увеличивая скорость и качество выполняемых работ. Использование таких колодок существенно улучшает качество шлифования, продлевает жизнь абразива, способствует избеганию неисправимых дефектов в виде углублений и скругленных торцов.

Существует довольно много характеристик, по которым классифицируют шлифовальную наждачную бумагу. Но основным и наиболее значимым параметром, на который следует ориентироваться при выборе наждачной бумаги, является размер ее абразивных зерен – показатель зернистости. Для конкретных задач при работе с древесиной выбирают определенный тип зернистости (табл.5).

#### **Техники сухого и мокрого шлифования**

Для промежуточной шлифовки отделочных покрытий – морилки, лаков, полиуретана и т.д. традиционно используют две техники – сухую или мокрую.

Сухое шлифование увеличивает эффективность абразива и дает возможность лучше контролировать процесс работы, что особенно важно на этапах промежуточной шлифовки деликатных покрытий. Недостатком такой методики является быстрое забивание «шкурки». Отчасти эту проблему компенсирует наждачная бумага с противозасоряющимся стеаратным покрытием.

*Табл.5*

*Выбор абразива для работы с древесиной*

Тип работ	Зернистость абразива (по ISO 6344)
Грубая обработка дерева	P40; P46; P60

Первичная шлифование и сглаживание поверхности	P80; P90; P100
Удаление незначительных неровностей	P120
Стартовая шлифование твердых пород; окончательная шлифование мягких пород	P150; P180
Окончательная шлифование твердых пород дерева	P240
Межслойная шлифование декоративной отделки;	P280; P320
Финишная полировка отделочных покрытий	P400 и выше

При мокром шлифовании деревянных изделий в качестве увлажнителей используют минеральное масло, уайт-спирит или обычную мыльную воду. Абразив при такой технологии засоряется намного медленнее и, соответственно, служит дольше. Но месиво, образующееся из пены и стружки, существенно усложняет процесс шлифования. Возникает необходимость постоянно протирать поверхность и постоянно контролировать результат шлифования.

#### **Контрольные вопросы**

1. Основные этапы шлифования древесины
2. Характеристика зернистости абразива при стартовом шлифовании твердых пород
3. Техники сухого и мокрого шлифования

## **§ 15 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩИХ СТАНКАХ**

Деревообрабатывающий станок – рабочая машина, на которой изготавливают детали и обрабатывают изделия из древесины и древесных материалов требуемых форм, размеров и точности обработки. Различают

станки общего назначения (универсальные) и специальные (узкого назначения).

По способу обработки древесины деревообрабатывающие станки подразделяют на круглопильные, ленточные, продольнофрезерные (фуговальные, рейсмусовые и четырехсторонние), фрезерные, шипорезные, сверлильные, сверлильно-пазовальные, долбежные, шлифовальные, комбинированные.

Деревообрабатывающий станок имеет двигательные, передаточные и исполнительные механизмы. К двигательным механизмам относят электрические, гидравлические и пневматические приводы, которые обеспечивают движение (работу) исполнительных механизмов (резания и подачи). Передаточные механизмы передают движение от двигательных к исполнительным механизмам.

Устройство деревообрабатывающих станков зависит от их назначения. При различном устройстве они имеют ряд конструктивных элементов одинакового назначения: станину, стол, привод, механизмы подачи и резания, органы управления, приборы контроля, защитные ограждения, что облегчает их изготовление, эксплуатацию и ремонт. Элементы станков делят на основные и вспомогательные.

Основные элементы станков обеспечивают обработку (резание) и подачу материалов и заготовок к режущему инструменту или его к ним. К вспомогательным элементам станков относят устройства для заточки режущего инструмента, настройки, смазки, удаления отходов. Все элементы крепятся на станине (основании) станка.

Механизмы резания (валы, шпиндели, патроны) служат для установки и крепления режущих инструментов (пил, ножевых головок, фрез, сверл). Такие механизмы размещаются на суппортах, которые бывают подвижными и неподвижными. Для подачи материала или заготовки в станок применяют столы, направляющие линейки, угольники, упоры, прижимы и другие приспособления.

Защитные ограждения и предохранительные устройства бывают в виде колпаков, кожухов, крышек, веерных щитков. Эти элементы защищают рабочего-станочника от случайного прикосновения к вращающимся и поступательно движущимся механизмам станка. Ограждения заблокированы с приводом станка и при их отмыкании, сдвиге или снятии станок не включается в работу. Ограждения могут служить приемниками эксгаустерной системы (трубопроводов) для удаления от станков отходов древесины (опилок, стружек, пыли).

Органами управления станками являются кнопки, рукоятки, маховички, педали. В станках с числовым программным управлением (ЧПУ) для ввода необходимых данных предусмотрен клавиатурный блок, а отображение информации о процессе и точности обработки производится с помощью цифрового устройства или дисплея.

По степени механизации и автоматизации станки бывают полумеханизированные, механизированные, полуавтоматические и автоматические. У полумеханизированных станков механизирован процесс обработки материала или заготовки, а их подача к режущему инструменту ручная. У механизированных станков механизированы процессы подачи материала или заготовки и их обработки, но отсутствует автоматизация. У полуавтоматических станков автоматизирован комплекс рабочих операций только в пределах одного цикла обработки, а автоматических – все рабочие операции.

Современные автоматические станки и линии имеют программную настройку и управление с помощью электронных вычислительных машин (ЭВМ).

При разнообразии конструкций деревообрабатывающих станков все они состоят из следующих основных частей: станины, рабочего стола, рабочего вала или шпинделя, суппорта, приводного механизма. К дополнительным устройствам относятся: механизмы для подачи материала, направляющие и прижимные устройства, ограждающие устройства и др.

Станина – это основание станка, создающее неизменность положения отдельных его частей и надлежащую устойчивость станка. Рабочие столы предназначены для размещения, поддержания и перемещения обрабатываемых деталей. Столы могут быть подвижными или неподвижными, состоять из одной или нескольких частей. Рабочие валы и шпиндели служат для крепления режущих инструментов (пил, фрез, ножей, сверл) и придания им вращательного движения. Рабочий инструмент закрепляют либо в патроне, надеваемом на рабочий вал, либо непосредственно на рабочем валу (на шпинделе). Для возможности изменения положения рабочего вала или шпинделя их устанавливают на суппорте, перемещающемся по направляющим.

Приводной механизм служит для сообщения движения от электродвигателя режущим или подающим частям станка. Передача вращения осуществляется непосредственно от электродвигателя, вал которого соединен с рабочим валом станка, или посредством ременной передачи. Привод, как правило, устроен так, что при остановке режущего инструмента автоматически прекращается и подача материала. Пуск и остановка двигателя производятся при помощи кнопочного устройства с электромагнитным пускателем.

Материал на резец подается вручную или автоматически – специальным приводом. Механизмами подачи служат: каретка (фрезерные и шипорезные станки), вальцы (строгальные станки), гусеничная лента из стальных звеньев, конвейерная цепь с упорами и др. Скорость подачи изменяется в пределах: при ручной подаче 4-5 м/мин, при механизированной – 45-50 м/мин.

При вращательном движении резца, свойственном большинству деревообрабатывающих станков, образуется волнистая поверхность, и чем больше скорость подачи, тем больше волна. Качество обрабатываемой поверхности (чистота обработки) будет лучше при малой скорости подачи, при большой (предельной) скорости резания и при большем количестве

одновременно работающих резцов. Направляющие и прижимные устройства применяют для правильной ориентации заготовок относительно режущего инструмента и закрепления их в соответствующем положении при позиционной обработке. Ограждающие устройства закрывают движущиеся части станка и обеспечивают безопасность работы на нем.

Кроме того, у каждого станка должны быть устройства для удаления отходов, представляющие собой эксгаустерные приёмники, которые присоединяют к трубопроводам, по которым пыль, опилки и стружка удаляются из цеха. Основными параметрами, характеризующими тот или иной станок, являются: допустимые размеры обрабатываемого материала; количество и размеры режущих инструментов; частота вращения рабочего вала, определяющая скорость резания; способ и скорость подачи, характеризующие быстроту обработки деталей; мощность двигателя, выражаемая в киловаттах (кВт); производительность станка, измеряемая количеством продукции, выпускаемой в единицу времени (час или смену).

В зависимости от этих параметров станки подразделяются на типы и модели. Выбор той или иной модели станка зависит прежде всего от вида и размеров изделий, а также от количества выпускаемых изделий. При крупносерийном и массовом выпуске продукции целесообразно применять высокопроизводительные станки с механической подачей материала, позволяющие обрабатывать одновременно несколько заготовок. Оснащенные различными приспособлениями такие станки требуют сложной и длительной наладки и настройки. В мелкосерийном производстве применение таких станков экономически неоправданно в связи с большими потерями рабочего времени на переналадку станков.

Наладка станков заключается в установлении и закреплении отдельных элементов станка в таком положении, при котором обеспечивается высокая точность обработки деталей. В процессе наладки проверяют положение направляющих и прижимных устройств, прямолинейность движения кареток, параллельность и плоскостность столов; ликвидируют осевое,

торцовое и радиальное биение валов и шпинделей; регулируют работу устройств для смазывания станка.

Настройка станков состоит в том, чтобы установить режущие инструменты и другие необходимые устройства для обработки деталей заданных размеров и формы с требуемой точностью. Если наладку станков делают специальные рабочие, то настройка входит в обязанности станочника, работающего на данном станке.

Для наладки и настройки станков применяют различные контрольно-измерительные инструменты. Масштабными линейками проверяют линейные размеры деталей, размерную настройку станков, штангенциркулем – внутренние и внешние линейные размеры; поверочные линейки служат для определения прямолинейности и плоскостности столов и плит станков, направляющих линеек, а также для контроля формы деталей после обработки на фуговальном, рейсмусовом и других станках; индикаторами проверяют радиальное и торцовое биение шпинделей, валов, пильных дисков и т. д.; угольниками – перпендикулярность взаимного расположения смежных плоскостей (направляющей линейки к плоскости стола, пластей и кромок).

### **Контрольные вопросы**

1. Виды деревообрабатывающих станков
2. Основные элементы станков и их назначение
3. Способы настройки станков
4. Контрольно-измерительные инструменты для наладки и настройки станков

## **§ 16 ТОЧНОСТЬ ОБРАБОТКИ И ШЕРОХОВАТОСТЬ ПОВЕРХНОСТИ**

К основным показателям качества обработки древесины относятся точность формы и размеров деталей (сборочных единиц) и шероховатость поверхности древесины.

Под точностью обработки понимают степень соответствия изготовленной детали той, которая задана чертежом. Это соответствие рассматривают в отношении формы, размеров, шероховатости поверхности, взаимного расположения поверхностей и их частей. Практически из древесины невозможно выполнить деталь с абсолютно точными размерами и правильными геометрическими формами, заданными чертежом. При обработке деталей на станках или вручную их форма и размеры всегда несколько отличаются от заданных, т. е. имеют погрешности или отклонения в ту или иную сторону.

Погрешности формы проявляются в виде неплоскостности, вогнутости поверхностей, которые должны быть плоскими; в овальности, некруглости деталей круглого сечения; отклонения размеров углов от заданных значений и др.

Погрешности размеров представляют собой положительную или отрицательную разность между заданными на чертеже и действительными значениями размеров детали, ее отдельных элементов и их взаимного расположения.

Шероховатость поверхности характеризуется наличием на ней неровностей в виде ворсистости, волнистости и др. Причин появления указанных погрешностей несколько. На точность обработки деталей влияют свойства обрабатываемого материала; точность применяемых станков, инструментов и приспособлений; методы и приемы обработки; квалификация рабочего и др.

Гигроскопичность древесины, т. е. ее способность отдавать или впитывать влагу с изменением размеров, особенно в поперечном сечении – один из важнейших факторов, влияющих на точность обработки деталей из древесины. Чем больше размеры детали в поперечном сечении и чем больше колебания влажности, тем значительнее неточности при ее обработке.

Для предупреждения изменения размеров деталей (сборочных единиц) от усушки и разбухания древесные материалы сушат до равновесной влажности, т. е. влажности, при которой изделия будут эксплуатироваться. Такую влажность называют эксплуатационной. Для изделий, эксплуатируемых в помещениях (мебель и др.), эта влажность составляет 6–10%, для эксплуатируемых на открытом воздухе – 12–15%, а для изделий специального назначения (музыкальные инструменты, футляры и др.) – 6–8%. При наличии в деталях соединительных элементов их влажность должна быть на 1–2% ниже эксплуатационной, что способствует уплотнению соединений в изделии.

В помещении, в котором обрабатывают древесину, температура воздуха должна быть 18–23°C, относительная влажность – не более 65%. Если детали увлажняются в процессе склеивания или облицовывания, необходима технологическая выдержка для снижения влажности до равновесной и снятия внутренних напряжений перед дальнейшей обработкой.

Деревообрабатывающее оборудование по точности выполняемых на нем работ подразделяется на четыре класса. К станкам низкой точности обработки (класс Н) относятся пильные станки (круглопильные, ленточнопильные) и т. п., к станкам средней точности (класс С) – четырехсторонние продольно-фрезерные, фрезерные, сверлильные и цепнодолбежные, к станкам повышенной точности (класс П) – рейсмусовые, шипорезные и т. п., к станкам особой точности (класс О) – станки-автоматы с числовым программным управлением. По мере износа станка точность обработки на нем снижается.

Чтобы уменьшить погрешности обработки, причиной появления которых являются инструмент и приспособления, необходимо: использовать острый режущий инструмент с точным профилем и угловыми параметрами, соответствующими чертежам; установку режущего инструмента контролировать измерительными инструментами; изготавливать

приспособления (шаблоны, копиры и др.) из материалов, обладающих высокой износостойкостью рабочих поверхностей; систематически проверять приспособления и инструмент, хранить их в специальных помещениях и на стеллажах.

Методы и приемы обработки заготовок также влияют на точность изготовления деталей. Любая обрабатываемая деталь имеет базовые (опорные) обрабатываемые поверхности и поверхности прижима, на которые действуют прижимные устройства, удерживая деталь в определенном положении.

Количество базовых поверхностей в зависимости от характера обработки различно. Так, для строгания заготовки с одной стороны на рейсмусовом станке достаточно одной базовой поверхности, которой служит нижняя плась заготовки, опирающаяся на стол станка. Обрабатываемой поверхностью и одновременно поверхностью прижима является верхняя плась.

При обработке детали с двух, трех и четырех сторон число базовых поверхностей должно быть соответственно большим. Например, в четырехстороннем продольно-фрезерном станке деталь базируется по двум поверхностям – нижней пласти, лежащей на столе, и одной из кромок, прижимаемой к боковой направляющей линейке.

При высверливании отверстий, гнезд, формировании шипов требуется полная определенность положения детали, которая достигается при наличии не менее шести опорных точек (снизу, сверху и с четырех сторон). Базировать деталь в этом случае наиболее сложно.

Базирование детали будет тем точнее, чем дальше одна от другой расположены опорные точки. Отсюда первое правило: базировать деталь следует так, чтобы наиболее длинная и широкая сторона детали (плась) опиралась на стол станка, а длинная боковая сторона (кромка) прижималась к направляющей линейке.

Для закрепления детали в нужном положении применяют специальные приспособления. При конструировании прижимных приспособлений следует учитывать нежелательность больших усилий прижима, так как они могут вызвать деформацию детали, что повлияет на точность обработки; сами прижимы должны располагаться возможно ближе к месту обработки деталей. Это второе правило базирования.

При базировании выпуклой стороной прямолинейность обрабатываемой поверхности не будет достигнута, так как положение заготовки на столе неустойчиво. Отсюда третье правило: при фуговании базирующей поверхностью должна быть вогнутая сторона.

Для точного базирования большое значение имеет также чистота поверхностей, на которые опирается заготовка. Стружка, опилки на опорных поверхностях могут вызвать погрешности в точности обработки.

Процесс обработки деревянных заготовок состоит из отдельных операций, поэтому очень важно, чтобы заготовки и детали правильно базировались, а операции точно выполнялись. Для этого необходимо соблюдать следующие правила: черновые (необработанные) базы следует использовать только для первичных операций раскроя на заготовки; обработка заготовок должна начинаться с создания чистой установочной базы, которую используют при последующей обработке; следует стремиться использовать одну и ту же базу для возможно большего числа операций; установочные базы целесообразно выбирать так, чтобы они совпадали со сборочными; после длительного хранения или технологической выдержки следует проверять чистовые базы. Время хранения деталей не должно превышать 2-3 суток (с момента изготовления до сборки).

В крупносерийном и массовом производстве изделий из древесины детали обрабатывают на станках, предварительно настроенных на заданный размер с помощью специальных приборов, по эталонным деталям или по пробным деталям в зависимости от требуемой точности обработки и вида

оборудования. В индивидуальном и мелкосерийном производстве работают по промерам и разметке.

Сущность метода работы по промерам заключается в том, что точной обработки добиваются за счет нескольких проходов, замеряя размер детали после очередного прохода и устанавливая затем режущий инструмент на снятие слоя такой толщины, которая после нового прохода обеспечила бы получение размера детали, близкого к заданному. Каждым новым проходом исправляют погрешности предыдущего (работа на рейсмусовом, токарном станках).

Разметку применяют при распиливании, сверлении отверстий, выборке гнезд и др. При обработке заготовку устанавливают на столе или на каретке станка так, чтобы резание происходило по нанесенной риску или метке. Точность при этом еще меньше, чем при работе по промерам. В этом случае большое значение приобретает квалификация мастера-исполнителя.

В процессе обработки древесины режущими инструментами можно получить поверхности различной шероховатости в зависимости от остроты инструмента, режима обработки, свойств обрабатываемого материала. Неровности, образующиеся на поверхности, подразделяют на неровности разрушения (риски, сколы, вырывы, ворсистость, мшистость), неровности упругого восстановления и структурные неровности.

Неровности разрушения древесины – это неровности, образующиеся в результате выколов и вырывов пучков волокон древесины. Риски – следы от режущего инструмента, например пилы. Ворсистость – наличие на поверхности не полностью перерезанных поднявшихся волокон (ворсинок). Мшистость – аналогичные неровности в виде пучков волокон.

Неровности упругого восстановления образуются в результате различной твердости годовичных слоев древесины, что приводит к неодинаковой величине упругого смятия режущим инструментом поверхностного слоя древесины.

Шероховатость поверхности характеризуется максимальной высотой неровностей, возникших в результате обработки древесины. Высота неровностей в зависимости от способа обработки древесины может быть от 16 до 1600 мкм. Наибольшие по высоте неровности образуются на первых стадиях обработки – пилении, строгании, наименьшие – после шлифования и циклевания поверхности.

Измерение неровностей производят специальными приборами: крупные – индикаторными глубиномерами, мелкие – оптическими приборами (микроскопами). Для контроля шероховатости непосредственно на производстве используют образцы-эталонные для разных видов обработки.

Шероховатость поверхности влияет на точность обработки, так как при больших неровностях трудно определить точный размер детали. Кроме того, шероховатость влияет на качество склеивания, величину «втягивания» шпона при облицовывании, расход лакокрасочных материалов при отделке и др. Поэтому существуют нормы шероховатости поверхностей деталей в зависимости от их назначения и характера дальнейшей обработки (мкм): под облицовывание шпоном высота неровностей – 60, при облицовывании пленками – 16, под склеивание – 200, под прозрачную отделку с грунтованием – 32, под непрозрачную отделку с шпатлеванием – 200, под отделочные покрытия (без грунтования) – 16, под полирование – 8.

### **Контрольные вопросы**

1. Узловые показатели качества обработки древесины.
2. Сущность метода работы по промерам.
3. Основные нормы шероховатости поверхностей деталей в зависимости от их назначения и характера дальнейшей обработки.
4. Подразделение деревообрабатывающего оборудования на классы.

## **§17 РЕЗЬБА ПО ДЕРЕВУ КАК СТАРИННЫЙ ПРОМЫСЕЛ**

Резьба по дереву – старинный народный промысел, один из видов декоративно-прикладного творчества, разновидность художественной

обработки дерева, при котором узор наносится на изделие при помощи топора, ножа, резцов, долото, стамесок и других инструментов. С совершенствованием технологий появилась токарная обработка дерева и фрезерование, значительно упростившие труд резчика. Это именно тот случай, когда небольшое легкое увлечение, хобби может перерасти в дело всей жизни.

Художественная резьба по дереву развивалась столетиями, так как с самых ранних этапов развития человечества дерево использовалось для постройки жилищ и изготовления многих предметов быта.

Обработкой дерева занимались настоящие мастера. Они старательно украшали деревянные готовые изделия (дома, лодки, детские игрушки) художественной резьбой, нанося орнамент разной сложности. Искусство мастеров постоянно совершенствовалось, так как со временем появлялись все новые инструменты и технологии обработки дерева.

Развитие резьбы по дереву в мире связано, безусловно, с запасом природных ресурсов. Наибольшее развитие этот вид художественной обработки дерева получил в следующих странах и регионах:

- Скандинавские страны, Великобритания – рельефы;
- Китай – резьба Дон-ян (Dongyang), горельефы, круглая скульптура, прорезная резьба;
- Индия и страны Юго-Восточной Азии — храмовая резьба;
- Япония — миниатюрные скульптуры нэцкэ, театральные маски;
- страны исламского мира – украшение мечетей;
- Африка – ритуальные маски и предметы быта из местных пород дерева.

В России издавна резьба по дереву называлась резным делом. Лесные богатства стали естественным источником материалов для строительства домов и храмов, изготовления мебели и кухонной утвари, кораблей и лодок, декоративных предметов и предметов культа, и конечно, орудия труда частично или полностью изготавливались из древесины.

Вследствие слабой стойкости материала к внешним условиям до наших дней дошла лишь незначительная часть древних произведений декоративно-прикладного искусства, изготовленных из дерева.

Самый древний объект – Шигирский идол. Эта необыкновенная археологическая находка, сделанная в январе 1890 года недалеко от уральского города Кировограда. Считается, что возраст деревянной статуи – не меньше 9500 лет. Деревянный идол весь покрыт разнообразными узорами, отражающими мировоззрение людей своего времени. Почему же он сохранился? Идол изготовлен из долговечной лиственницы и был найден в торфянике, а торф, как природный консервант, защитил его от разложения.

В конце XV века инок Троице-Сергиевской лавры Амвросий – резчик, золотых дел мастер, создатель школы троицких резчиков и ювелиров; традиционная особенность школы — миниатюрность и одновременно монументальность характера резьбы по твердым породам дерева) соединил в своих работах восточный, западный и традиционный русский орнамент и оказал огромное влияние на развитие резного дела XV–XVI веков.

Примерами архитектурных памятников резного дела XVIII-XIX веков являются сохранившиеся деревянные дома на русском Севере, в Поволжье, на Урале и в Сибири. Высокие фронтоны крестьянских домов завершают детали крыши, на концах которых вырезаны головы коней или оленей. Фасады украшены растительным или геометрическим орнаментом. Внешняя скупость и сдержанность изобразительных средств придает строгость этим постройкам.

Среди резных изделий очень интересны по разнообразию форм и совершенству рисунков – прялки. В каждом регионе России веками разрабатывались оригинальные приемы декорирования, присущие исключительно данной местности. Так, например, в Нижегородской губернии в середине XVIII века сложился уникальный промысел городецких прялочных донец с резьбой и инкрустацией мореным дубом. С течением времени резная утварь приобрела привлекательную декоративность. Прялки,

как подарочные изделия, щедро декорировались кусочками зеркала, бусами, пластинками железа.

Резьба по дереву всегда украшала пряничные доски. Ароматные пряники до сих пор, несмотря на большое разнообразие кондитерских изделий, многими любимы, поэтому стали распространенным оригинальным сувениром Городца, Костромы, Вязьмы, Тулы и некоторых других регионов. Формы печатных пряников самые разнообразные, от домашних животных до машин, пароходов, паровозов.

Самостоятельной областью народной резьбы являлась деревянная игрушка. Деревянные игрушки (куклы, фигурки, лошадки, упряжки) изготавливались во всех лесных регионах России, большая их часть расписывалась. Центры изготовления игрушек – г. Лысково Новгородской губернии, села Архангельской и Владимирской губернии. Оригинальными местными особенностями отличается Сергиев-Посадская и Богородская деревянная игрушка в Подмосковье, федосеевская и городецкая игрушка из Нижегородской области. Сегодня это оригинальные сувениры, которые приобретаются туристами в путешествиях по России и долго напоминают о полученных впечатлениях.

Разновидностью скульптурной резьбы можно считать искусство резьбы бензопилой. Она приобретает всё большую популярность и среди резчиков, и среди ценителей прекрасного. Это вполне объяснимо: резьба бензопилой – действие, спектакль, шоу. Проводятся фестивали, соревнования, показательные выступления мастеров резьбы бензопилой на массовых мероприятиях, презентациях, выставках.

Существуют следующие основные виды резьбы по дереву: плосковыемчатая, или углубленная; плоскорельефная; рельефная; прорезная, или ажурная; скульптурная, или объемная; домовая (корабельная).

Плосковыемчатая резьба характеризуется тем, что её фоном является плоская поверхность украшаемого изделия или заготовки, а рисунок образуют различной формы углубления – выемки. Низшие точки рельефа

расположены ниже уровня украшаемой поверхности, а верхние точки – на ее уровне. В зависимости от формы выемок и характера рисунка плосковыемчатая резьба может быть геометрической или контурной.

Геометрическая резьба – один из самых древних видов резьбы по дереву. Она выполняется в виде двух-, трех- и четырехгранных выемок, образующих на поверхности узор из геометрических фигур – треугольников, квадратов, окружностей. Иногда их дополняют скобчатые выемки.

Геометрическая резьба отличается от других видов резьбы большим разнообразием приемов художественного оформления древесины. В то же время эта резьба несложна по выполнению и не требует, как при рельефной резьбе, специальных знаний теории рисунка, сложного набора инструментов. Ее преимуществом также является небольшая глубина резного рисунка, не нарушающая композиции самого изделия.

Контурная резьба характеризуется неглубокими тонкими двугранными выемками, проходящими по всему контуру рисунка. В отличие от геометрической в контурной резьбе используют главным образом изобразительные мотивы: листья, цветы, фигурки животных, птиц и т. д.

Контурную резьбу чаще всего сочетают с другими видами резьбы – геометрической, плоскорельефной, а также с росписью. Как самостоятельный вид эту резьбу применяют для выполнения декоративных панно.

При выполнении контурной резьбы используют не только нож-косяк, но и различные стамески. Техника контурной резьбы требует от исполнителя большого внимания, свободного владения инструментом и высокого художественного вкуса.

Плоскорельефная резьба имеет несколько разновидностей: резьба с заоваленными контурами (заоваленная или завальная); резьба с подушечным фоном; резьба с подобранным (выбранным) фоном. Общее для них – невысокий условный рельеф, расположенный в одной плоскости на уровне украшаемой поверхности.

В развитии плоскорельефной резьбы большую роль сыграла так называемая абрамцевско-кудринская резьба, которая возникла в конце XIX в. в подмосковном имении Абрамцево, где была организована мастерская резьбы по дереву. Многие мастера, работавшие и обучавшиеся в Абрамцево, жили в соседней деревне Кудрино, поэтому резьба получила название абрамцевско-кудринской.

Рельефную резьбу выполняют путем подрезки плоского орнамента, оставленного на углубленном фоне, и проработки форм на поверхности этого орнамента. Рельефная резьба почти не имеет плоской поверхности. Формы орнамента выявляются рельефом разной высоты. Различают барельефную резьбу – резьбу с низким рельефом и горельефную резьбу – с более высоким рельефом, ярче выраженным и имеющим более богатую игру светотени. Рельефная резьба отличается большой выразительностью и декоративностью. В прошлом ее широко применяли для украшения интерьеров – стенных панелей, порталов, дверей и мебели. В настоящее время рельефную резьбу используют для отделки интерьеров общественных зданий в виде настенных панно, а также при изготовлении современной стилизованной мебели: на спинках стульев, в виде накладных декоративных элементов на корпусной мебели.

Прорезной называется резьба, у которой удален фон. Прорезную резьбу выполняют как в технике плоскорельефной резьбы (с плоским орнаментом), так и в технике рельефной резьбы. Плоской прорезной резьбой украшали старинную русскую мебель. Фон в прорезной резьбе удаляют долотом или пилой. В последнем случае резьбу называют пропильной. Так как эта операция может быть механизирована, пропильную резьбу применяют при серийном изготовлении мебели.

Прорезную резьбу с рельефным орнаментом называют ажурной. Ее широко применяли для украшения мебели стилей барокко и рококо в конце XVII-XVIII вв. Исполнение такой резьбы требует высокого мастерства.

Иногда прорезную резьбу приклеивают к деревянной основе, в этом случае ее называют накладной.

Скульптурную резьбу применяли для украшения интерьера и мебели классических стилей. Ножки стульев и кресел часто делали в виде звериных лап, подлокотники кресел украшали фигурами фантастических животных, птиц. К этому виду резьбы относится и современная станковая скульптура, выполненная из дерева. К объемной резьбе относится также миниатюрная деревянная скульптура и резные игрушки. Особую славу приобрели игрушечники г. Загорска и села Богородское. Особенность богородской резьбы – узорная проработка поверхности изделия, имитирующая шкуру зверя или оперенье птиц.

Домовая резьба – крупномасштабная, выполняется в основном на древесине хвойных пород с помощью топора, пилы и долот и применяется для украшения деревянных построек. Хотя домовая резьба была развита уже в XVI в., до нас дошли образцы, относящиеся к XIX в. Деревянные постройки, украшенные резьбой, сохранились главным образом на севере нашей страны и в Поволжье. Считается, что резные украшения на жилые постройки перешли с деревянных кораблей, поэтому домовую резьбу называют также корабельной. По характеру и технике выполнения домовая резьба бывает рельефной, прорезной (ажурной) и объемной.

Глухой рельефной резьбой (резьбой с непрорезанным (глухим) фоном и высоким рельефом узора) украшали фронтоны домов, наличники окон. Мотивами резьбы чаще всего являлись растительные орнаменты, где листья завиваются крутыми встречными спиралями, их соединяют и одновременно отделяют цветочные розетки. Среди листьев и цветов нередко вставляли изображения русалок-берегинь, львов, птицы Феникс.

Прорезная, или пропильная, домовая резьба появилась в середине XIX в. Выполняли ее лобзиком. Ажурные подзоры украшали фронтоны домов, наличники окон, перила, обрамляли входы.

Примером объемной домовой резьбы является так называемый «охлупень» – фигурное изображение головы и верхней части туловища коня, оленя, большой птицы, которое вырезали из целого корневища топором и помещали на гребне крыши над фронтоном, а раньше украшали носовую часть корабля.

Для резьбы по дереву используют различные породы древесины. Выбор той или иной породы зависит от назначения и формы украшаемого изделия и вида резьбы. Из мягких лиственных пород наиболее часто применяют липу, на которой особенно хорошо выполняется плосковыемчатая и плоскорельефная резьба. Из-за низкой твердости липу используют только для изготовления мелких бытовых изделий – шкатулок, рамок, полочек, а также резных игрушек и посуды.

Из древесины груши и клена изготавливают мелкие сувенирные изделия украшенные резьбой, накладные резные украшения для мебели миниатюрную деревянную скульптуру.

Очень хорошо режется, обладает красивой текстурой и цветом древесина кедра, ее применяют в мебельной промышленности, из него можно делать прекрасные изделия, украшенные резьбой. Еще ценнее древесина тиса. Она обладает большой однородностью, красивым цветом, долговечна, прекрасно поддается резьбе, точению, хорошо отделяется.

Для резьбы необходимо отбирается высококачественная древесина, не имеющая таких пороков, как наклон волокон, свилеватость прорость, сучки, трещины, червоточина и гниль.

Большое значение имеет срез доски – тангенциальный или радиальный. На тангенциальном срезе резать труднее, но резьба получается более выразительной и красивой. Доска радиального распила легче режется и меньше подвержена короблению, поэтому при изготовлении крупных деталей таким доскам надо отдавать предпочтение.

Для работы резчиков необходимо сухое светлое помещение с температурой воздуха 18-20° С и влажностью 60%. Стены и потолок

помещения должны быть выкрашены в светлые тона. Оснащение рабочего места резчика зависит от характера выполняемых резных работ. При изготовлении мелких изделий – шкатулок, ложек, небольших резных панно, мелкой декоративной скульптуры и игрушек – резьбу можно выполнять на обычном столе сидя на стуле. Изделия большого размера – скульптуру, детали мебели с резьбой, крупные панно выполняют на верстаке для резчиков.

Верстаки бывают на одно или два рабочих места. Крышку верстака шириной 700-900 мм и длиной в расчете на одного резчика 1000-1300 мм обычно изготавливают из сосновых досок толщиной 60-70 мм. Высота верстака для работы должна быть на уровне локтей резчика, примерно – 1100-1200 мм. При использовании табурета, его высота должна быть 650-750 мм. Подножки табурета должны быть на высоте 200-300 мм, чтобы на них удобно было ставить ноги.

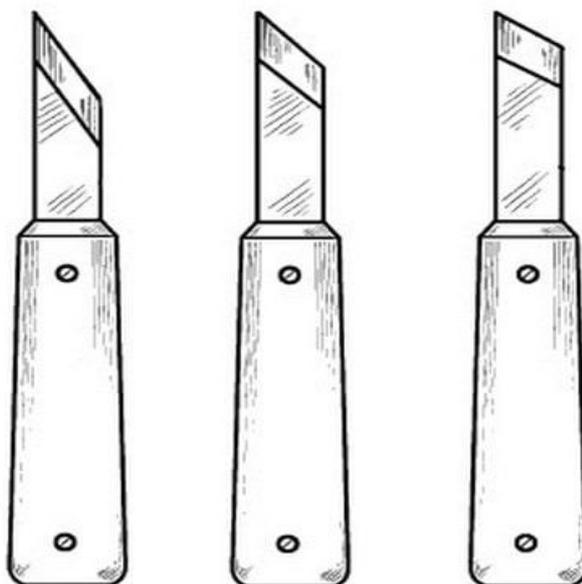
Верстаки устанавливают таким образом, чтобы свет падал спереди и слева. Лучшее освещение – естественное освещение без прямых солнечных лучей. При искусственном освещении свет должен исходить из двух-трех точек так, чтобы на обрабатываемом изделии (резьбе) не было резких теней. Для закрепления на верстаке деталей или изделия служит винтовая коробка верстака, струбцины, а также деревянные брусочки-державки, изготовленные из мягкой древесины, например, липы, в виде брусков или скоб различной формы, которые позволяют закреплять заготовку с торцов или с углов в любом месте крышки верстака и быстро менять положение заготовки.

В мастерской должен быть один столярный верстак для подготовки материала к резьбе, а также заточный станок и стол для заточки и правки инструмента. Стамеска по дереву используется для широкого круга операций, часть из которых невозможно сделать другим инструментом. Это выборка углублений, зачистка пазов, снятие фасок, резьба. Для каждой из операций используется своя стамеска, отличающаяся от других формой лезвия и заточкой. По типу действия стамески подразделяются на ручные и

ударные. Ручная срезает слой древесины под действием усилия руки мастера, а для ударной необходимо использовать киянку или молоток, которыми столяр ударяет по рукоятке.

В зависимости от того, какая заточка стамесок, какой формы рукоятка и лезвие, использовать инструмент можно как с мягкими, так и с твердыми породами дерева. Выбор стамески здесь имеет очень большое значение, твердые сорта могут крошиться и растрескиваться при неосторожном ударе или неправильном угле установки режущей кромки. Мягкие породы, наоборот, очень вязкие, что может привести не к срезанию требуемой толщины слоя древесины, а к заглоблению лезвия в массив дерева и порче заготовки. Для резьбы по дереву применяют ножи-косяки, различной формы стамески и ложкорезы.

1. *Ножи-косяки* – основной инструмент для геометрической и контурной резьбы по дереву (рис. 15). С их помощью создают подрезки (выемки) геометрического орнамента и тонкие линии контурных рисунков. Ножи имеют прямое металлическое полотно со скошенной режущей кромкой. Угол скоса варьируется от 30° до 80°. Косяки с пологим скосом используют для создания треугольно-выемчатых углублений в геометрической резьбе. Остроугольными ножами (30-45°) прорабатывают мелкие узоры и криволинейные линии на плоскости.



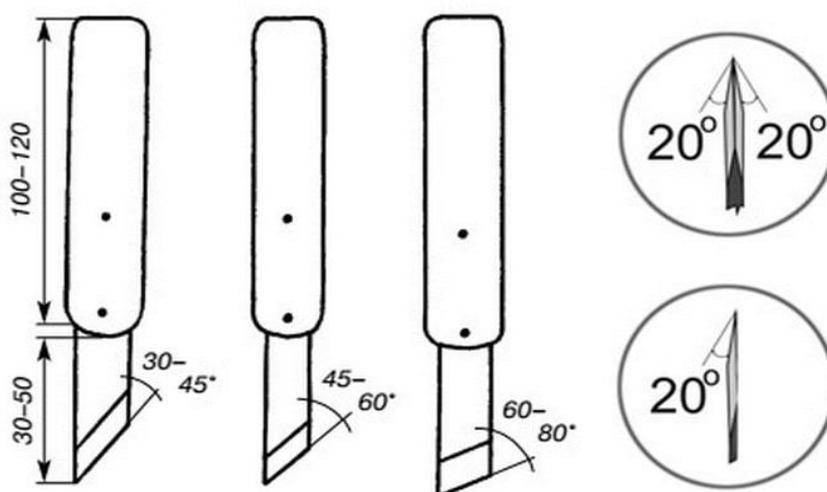
*Рис.15 Ножи-косяки*

Рукоятки отличаются по способу крепления клинка и бывают всадными или пластинчатыми. Первые состоят из цельного куска дерева (лезвие ножа имеет острый хвостовик, который вставляется вовнутрь), вторые – сделаны в виде двух накладок. Длина ручек варьируется в пределах 100-120 мм. Во время выполнения геометрических узоров нож-косяк удерживают лезвием вниз, развернув носиком от себя. Сам нож наклоняют в сторону под углом, чаще всего под  $45^\circ$ .

Ножи-косяки имеют небольшую длину лезвия – клинок выступает из ручки на 30-50 мм, что обеспечивает максимально точный контроль инструмента во время резания.

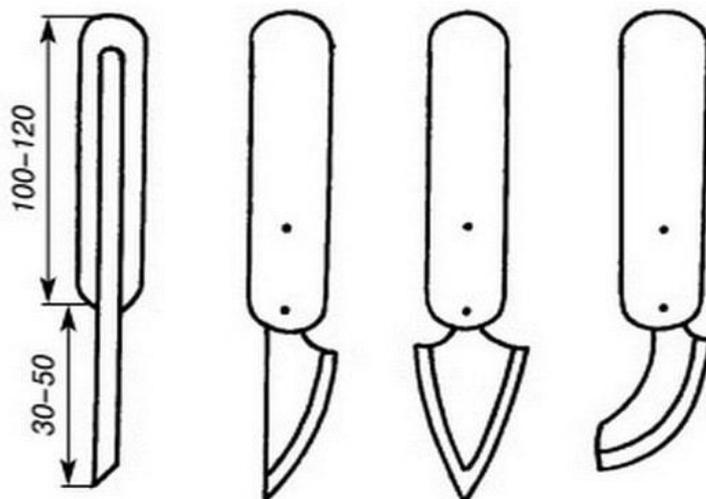
Нож-косяк чаще затачивают на одну сторону: на правую (для правой) или на левую (для левой). На две фаски этот тип клинка затачивают редко, по крайней мере для геометрической резьбы (рис. 16).

Угол заточки колеблется от  $20$  до  $40^\circ$ . Для работы с мягкими породами (липой, осиной, ольхой, березой) используют минимальный угол заточки. При резьбе по дереву твердых пород, заточку увеличивают до  $35-40^\circ$ , это делает режущую кромку прочнее, что важно при силовой резьбе.



*Рис. 16. Способы заточки*

2. *Ножи-резаки* – вспомогательные инструменты для геометрической и рельефной техники, реже – для контурной и объемной резьбы (рис.17). В геометрической резьбе их используют для создания розеток и других криволинейных врезок. В контурной резьбе – для выполнения разнообразных закруглений и кривых линий. В плоскорельефной и скульптурной резьбе – это инструмент второго плана, используемый для выборки фона и проработки выпуклых элементов.

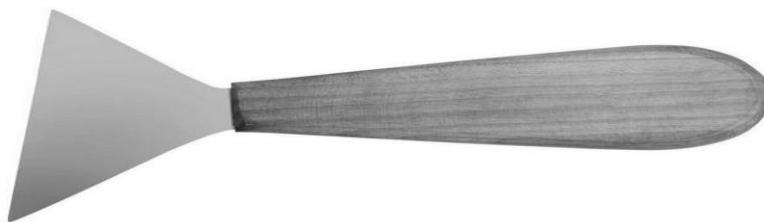


*Рис.17 Ножи-резаки*

Отличительная особенность резаков – фигурный клинок с криволинейной режущей кромкой. В большинстве случаев используют однофасковую заточку. Для мягких пород древесины ее делают под углом  $20^\circ$ , для твердых –  $35-40^\circ$ . Реже используют двустороннюю заточку.

3. *Нож-флажок* – специальный резец для геометрической резьбы (рис. 18). С его помощью создают длинные прямые прорезы и треугольные врезки, в том числе больших размеров. Иногда такой нож используют в контурной резьбе, но намного реже. Нож имеет характерный треугольный клинок со скошенной режущей частью. Такая геометрия позволяет значительно увеличить длину острой кромки, что очень удобно для создания длинных прорезей и больших геометрических углублений. Для флажков используют стандартную схему заточки под геометрическую резьбу. Как правило, она

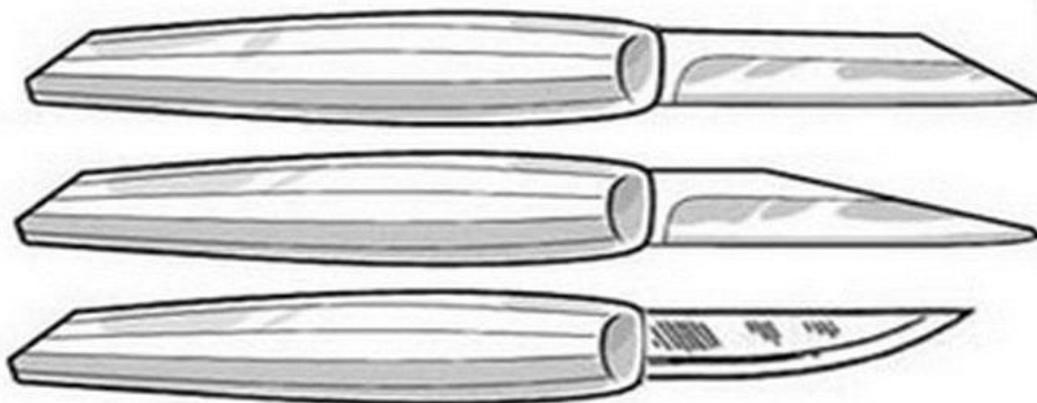
односторонняя – от 20° до 40°, в зависимости от твердости древесины, с которой приходится работать.



*Рис. 18 Нож-флажок*

Некоторые резчики затачивают не только основную кромку, но и боковые стороны (одну или две) – получается многофункциональный резец с двумя или тремя режущими сторонами. Это расширяет его возможности при геометрической резьбе, например, позволяет выполнять тонкую подрезку. В то же время работа с таким обоюдоострым ножом требует особой осторожности и поставленной техники.

6. *Богородский нож* – инструмент для объемной резьбы по дереву (рис.19). Свое название получил от Богородской резьбы – народного промысла по созданию резных игрушек, где этот нож используется в качестве единственного инструмента. Благодаря своей продуманной конструкции он по-прежнему остается основным инструментом для малоформатной скульптурной резьбы.



*Рис. .19 Богородский нож*

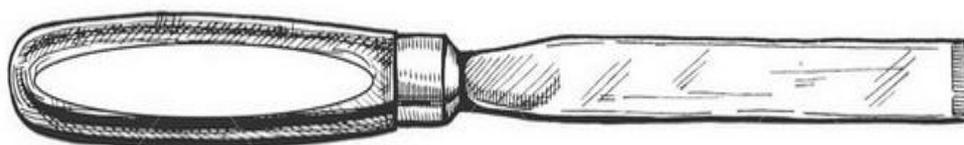
Основные разновидности богородского ножа показаны на схеме. Длина клинков таких инструментов колеблется от 40 до 70 мм. Ширина – 10-15 мм.

Поскольку при создании скульптур приходится много вырезать по внутренним радиусным контурам, лезвие ножа имеет узкий носик. Из-за характерной зауженности такой нож иногда еще называют «щучкой». Чем сильнее заужен носик, тем меньший радиус способен взять инструмент. Поэтому в арсенале опытных резчиков традиционно имеется несколько разновидностей таких ножей.

Богородский нож предназначен для выполнения силовой резьбы. Им активно работают как «на себя», так и «от себя». Эффективный рез в этих двух направлениях обеспечивает двусторонняя заточка, под стандартным углом в  $20^\circ$ . По умолчанию нож рассчитан на работу с мягкими породами дерева. Под резьбу фигурок из твердых пород, выбирают нож с увеличенным углом заточки и небольшой шириной фаски.

В богородских ножах используют рукоятку простой прямолинейной формы для удобства строгания в разных направлениях. Длину ручки выбирают «под ладонь», в среднем это 80-120 см.

5. *Прямые стамески* – в отличие от столяров, у резчиков по дереву прямым стамескам (рис.20) отведена роль второго плана. Их основная функция – зачистка фона в плоскорельефной резьбе. В геометрической технике эти стамески используют для снятия фасок, прорубки контуров и орнаментов. При создании средних и крупных скульптурных композиций широкими стамесками срезают большой объем отходной древесины.



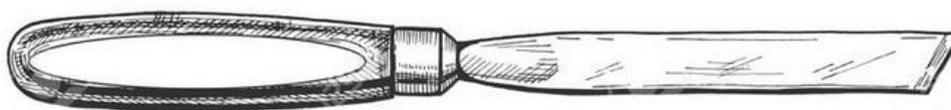
*Рис. 20 Прямые стамески*

Данный вид стамесок имеет клинок прямоугольной формы с прямой режущей кромкой. Спинка может быть ровной или с двумя фасками, для лучшего подступа к труднодоступным местам. Длина лезвия – 100-150 мм; она меньше, чем у классических столярных стамесок, что позволяет лучше контролировать положение инструмента во время подрезания. Для резьбы на

плоскости чаще всего используют стамески с шириной клинка 6, 10, 20 и 30 мм. Для создания крупноформатных скульптур задействуют более широкие стамески.

Прямые резчицкие стамески затачивают под углом 18-25°. Для ударных стамесок, рассчитанных на постукивание киянкой, угол заточки должен быть от 25 до 30°. Ширина фаски равняется 2-2.5 толщины клинка. Ударные стамески имеют специальный затыльник в виде накладки или обсадочного кольца на торце ручки. Стамески, рассчитанные только на усилие руки, затыльников не имеют.

6. *Косые стамески* – это подвид традиционных стамесок обычно используют для геометрической резьбы как альтернативу ножам-косякам при выполнении некоторых операций (рис.21).



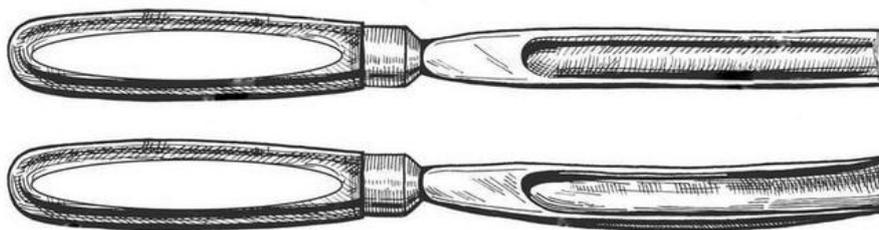
*Рис. 21 Косые стамески*

Также их задействуют в плоскорельефной и скульптурной резьбе, т.к. скошенные кромки обеспечивают удобное подрезание материала в труднодоступных местах. Как правило, косые стамески не рассчитаны на вспомогательный инструмент в виде киянки. Рабочее тело стамески имеет плоскую спинку (без боковых фасок) и скошенную режущую кромку. Угол скоса лезвия варьируется от 45 до 70°. Наиболее ходовыми вариантами являются стамески шириной от 10 до 30 мм.

7. *Полукруглые (радиусные) стамески* в отличие от прямых стамесок, полукруглые резцы (рис. 22) очень редко используются для столярных работ, но являются необходимым инструментом во всех видах резьбы:

– в плоскорельефной технике их используют для выборки фона и проработки объемных элементов композиции;

- в геометрической резьбе используют как основной инструмент, при помощи которого выполняют скобчатые прорезы и полукруглые выемки узоров;
- в контурных рисунках формируют толстые линии или прочерчивают тонкие криволинейные прожилки с помощью уголков бортов;
- в скульптурной резьбе радиусные стамески используются для решения широкого круга задач – от снятия крупного объема материала до вырезания орнаментов и проработки фактур на скульптурах.

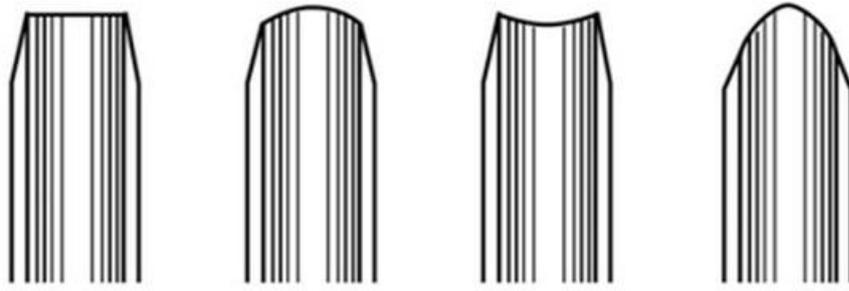


*Рис. 22 Полукруглые (радиусные) стамески*

Рабочее тело таких стамесок имеет характерный полукруглый профиль. При этом сам клинок может быть прямым или слегка изогнутым (в отличие от клюкарз, у них выгнуто все полотно). Легкая кривизна обеспечивает больше удобства при выборке фона.

Определяющими характеристиками таких стамесок являются ширина и радиус кривизны в поперечном сечении. Варианты с высокими бортами – это и есть классические полукруглые стамески. У резцов с большим радиусом бортики фактически отсутствуют – такие стамески еще называют *отлогими стамесками*. Их используют для завершения обработки объемных поверхностей и для создания скобчатых прорезей.

Радиусные стамески (рис. 23) также отличаются профилем режущей кромки: он может быть прямым, вогнутым или выпуклым. Наиболее универсальным для резчика является прямой профиль. Более вытянутые кромки хороши для скобчатой резьбы, а сильно выгнутые – для токарных работ. Форма лезвий вогнутых кромок позволяет работать краями бортов, используя уголки как тонкие резцы.



*Рис. 23 Профили режущей кромки радиусных стамесок*

Чаще всего резчики по дереву используют радиусные стамески шириной от 5 до 30 мм

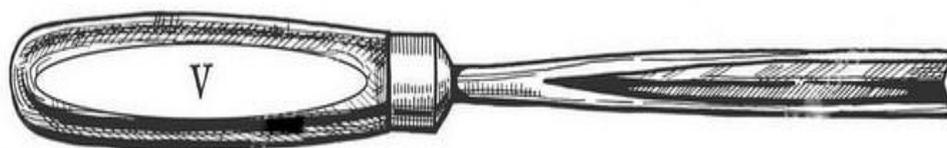
8. *Церазики* – это небольшие резцы, которыми прорезают тонкие линии, глубокие канавки и выполняют другие деликатные работы (рис.24). Их используют в качестве основного инструмента в контурной резьбе. Помимо этого их не менее активно задействуют в плоскорельефной и геометрической технике: для выборки фона труднодоступных местах, проработки мелких деталей и орнаментальных узоров. В объемной резьбе церазики привлекают по большей части для проработки фактуры, например, шерсти на скульптурах животных. Для лучшего удержания и контроля реза инструмент имеет грибовидную ручку.



*Рис.24 Церазики*

Рабочее тело инструмента приближено к профилю полукруглых стамесок. Клинок имеет небольшой радиус и высокие бортики. Ширина режущей кромки церазиков варьируется от 1 до 5 мм, но для резчицких нужд оптимальны узкие резцы – до 3 мм.

9. Угловые стамески (гейсмусы) представляют собой резцы с V-образным профилем (рис.25).



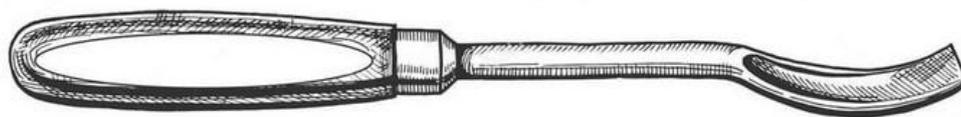
*Рис. 25 Угловые стамески (гейсмусы)*

Их используют при создании обводок, для прорезания контуров, проработки орнаментов и других задач, требующих формирования относительно толстых линий. Крупные уголки, с большим углом и высокими

бортиками, используют для глубоких прорезов в работах крупного формата, а также при снятии отходного материала в скульптурной резьбе.

Размер гейсмусов определяется высотой бортиков и величиной угла. Для большинства резчицких задач оптимальны резцы с углом от 40 до 90°. По типу профиля уголки стамески бывают: острыми, радиусными и вогнутыми. Режущая кромка затачивается с внешней стороны лезвия.

*10 Клюкарзы* – это стамески с резким дугообразным изгибом, расположенным ближе к концу клинка (рис.26).

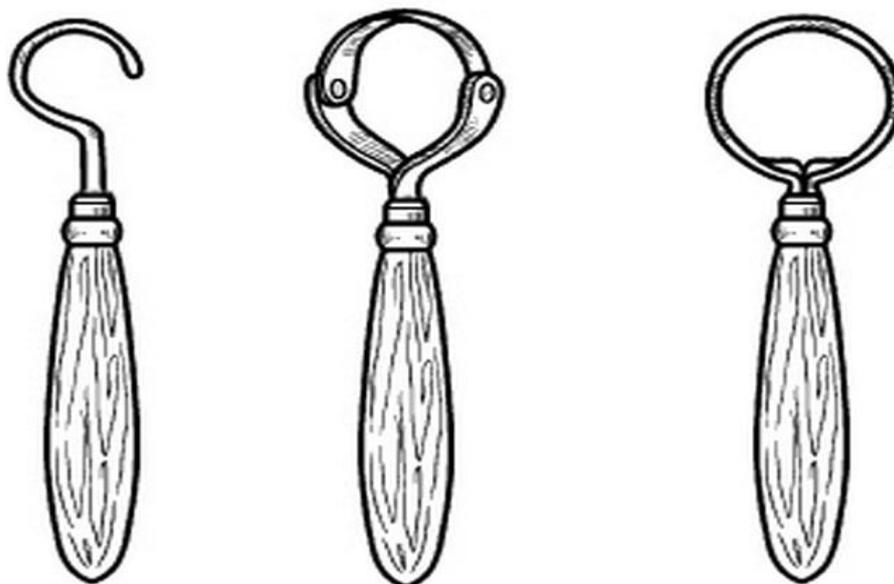


*Рис.26 Клюкарзы*

Они незаменимы главным образом в плоскорельефной резьбе – здесь их используют для удаления фона и создания разного рода углублений. Помимо этого клюкарзы применяют для выборки полостей при изготовлении посуды, а также для зачистки разного рода углублений в скульптурной резьбе. В поперечном сечении большинство клюкарз имеет полукруглый профиль. Радиус и высота бортов определяют назначение инструмента. Реже встречаются плоские и уголки клюкарзы. Ширина режущей кромки стандартных полукруглых клюкарз варьируется от 5 до 50 мм.

Наравне с классическими конструкциями существуют ступенчатые клюкарзы. Они имеют короткий клинок и ступенчатую шейку. Их используют для удаления фона и зачистки второго плана в плоскорельефной резьбе.

*11.Ложкорезы* – специальные резцы для изготовления деревянных ложек, ковшей и прочей самодельной посуды (рис.27). Ложкорезы имеют сферическую режущую кромку, что позволяет производить выборку внутренних полостей в резной посуде. По форме лезвий ложечные ножи бывают: кольцевыми, полукруглыми, разъемными. По типу заточки – односторонними и обоюдоострыми.



*Рис. 27 Ложкорезы*

Кроме основного режущего инструмента необходимо иметь и вспомогательный: разметочный инструмент, инструменты для сверления, выпиливания.

В некоторых случаях для обработки фона применяют пуансоны (чеканы), представляющие собой металлические стержни, на одном конце которых сделаны насечки в виде сетки, точек, звездочек. Их используют для чеканки фона главным образом в кудринской резьбе. Кроме того, резчику может понадобиться столярный инструмент при подготовке деталей под резьбу: рубанок, фуганок, цикли и др.

### **Контрольные вопросы**

1. Основные виды резьбы по дереву
2. Отличительные особенности резьбы по дереву различных регионов
3. Виды стамесок, используемых при резьбе древесины
4. Вспомогательные инструменты, используемые при резьбе древесины

## **§18 ТЕХНИКА ВЫПОЛНЕНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ, КОНТУРНОЙ И РЕЛЬЕФНОЙ РЕЗЬБЫ**

Наибольшее распространение в геометрической резьбе получили трехгранные выемки (треугольники), разнообразные по форме, размеру и

технике исполнения. Треугольники с углублением у основания могут быть равносторонними или вытянутыми в виде лучей. Комбинации из этих треугольников создают разнообразные узоры: ромбы, витейки, змейки, цепочки, различного вида сияния.

Треугольники с углублением у вершины также могут быть разными по форме, размеру и глубине. Такие треугольники называют в народной резьбе уголками. Из них получают узоры: бусы, сколышки, куличики и др. Комбинации уголков и треугольников с углублением у основания создают новые узоры.

Треугольники можно выполнять с углублением в центре и примерно одинаковыми гранями. Узор из таких трехгранных порезок очень выразителен. В геометрической резьбе применяют также более крупные элементы – четырехгранные выемки различной формы: квадратные, прямоугольные, ромбические.

Наиболее сложными по выполнению элементами геометрической резьбы являются криволинейные трехгранные выемки-лучи, образующие разнообразные розетки-вертушки. Их исполнение требует определенных навыков и большого внимания. Комбинируя основные элементы геометрической резьбы, можно построить бесконечное множество орнаментальных композиций.

При разметке геометрической резьбы обычно вычерчивают только основные линии рисунка, а мелкие детали выполняют косяком на глаз соответственно узору. После нанесения линий, ограничивающих орнамент, разбивают внутреннее пространство на элементы геометрического узора: сначала, как правило, на квадраты или прямоугольники, а затем – на треугольники. Линии делят на части с помощью линейки или циркуля-делителя. Разбивку на мелкие элементы выполняют на глаз. Точная, аккуратная разметка рисунка и последующая проверка композиции этого рисунка в целом и по частям с помощью чертежных инструментов (циркуля,

линейки) – одно из основных требований к выполнению геометрической резьбы.

Для освоения приемов геометрической резьбы полезно выполнить упражнения на небольших дощечках по резьбе прямых линий, треугольников, лучей и других элементов. Сначала режут выемки поперек волокон древесины, затем вдоль. Заготовку, размеченную карандашом на квадраты, закрепляют клинками так, чтобы направление волокон древесины было параллельным краю верстака. Нож-косяк берут в правую руку так, чтобы пальцы, сжатые в кулак, обхватили плотно его ручку, а мизинец находился у нижнего края ручки. Большой палец должен упираться в ручку.

Начинают резьбу с прорезания средней линии выемок. Нож-косяк ставят носком лезвия на начало первой линии вертикально или с небольшим наклоном к себе, чтобы при погружении носка в древесину пятка косяка была выше поверхности заготовки. Движением к себе прорезают линию на глубину около 3 мм. Если нож-косяк идет тяжело, то пятку слегка приподнимают. В конце прорези пятку погружают в древесину. Можно прорезать конец линии, отклонив нож-косяк от себя, носком лезвия. Нужно стараться не перерезать линию, ограничивающую орнамент. Таким образом прорезают все средние линии на заготовке. Резать нужно строго по карандашным линиям, держа нож-косяк строго в вертикальной плоскости и погружая его на одну глубину.

При резьбе наклонных граней выемки нож-косяк наклоняют вправо или влево. Угол наклона должен быть 30-40°. При большем наклоне грани выемки получатся пологими и расплывчатыми, невыразительными. При меньшем наклоне они будут слишком резкими. Сначала прорезают все правые грани выемок с наклоном косячка вправо. Нож-косяк ставят носком на начало выемки, отступив от средней линии на 1,5-2 мм. Наклонив резец, врезают его в древесину и медленно ведут на себя, стараясь твердым движением руки прорезать совершенно прямую выемку одинаковой глубины. Когда до конца грани останется 5–10 мм, ручку косячка постепенно

отводят от себя, продолжая в то же время движение носка резца на себя до конца грани.

Резьба левых граней с наклоном косячка влево, движением к себе, несколько труднее, чем правых, так как резец стремится сдвинуться к средней линии. Резать следует медленно, с постоянным нажимом на резец. Выемки вдоль волокон древесины резать несколько сложнее, так как резец стремится пойти по слою древесины, т. е. непрямолинейно, и его нужно постоянно удерживать на прямой линии. Это требует внимания и твердости руки, а также тщательной заточки инструмента. Полезно выполнить упражнение, не меняя положения заготовки, т. е. при горизонтальном направлении выемок. При этом нож-косяк держат двумя руками: ручка инструмента в правой руке, а левая рука придерживает и направляет резец.

Среднюю линию выемки режут вертикальным надрезом в направлении слева направо, боковые грани выемки – также слева направо с наклоном косячка от себя и к себе. Чтобы грани выемок получились прямыми и чистыми, их режут в два приема. Первый раз резец вводят в древесину неглубоко. Если рез получился прямым, второй раз прорезают выемку на всю глубину. Если же резец пошел по волокну (непрямолинейно), то при втором резе меняют направление движения резца – режут справа налево.

Трехгранные выемки (треугольники) по технике выполнения могут быть: равнобедренными с углублением в вершине (уголки); равносторонними с углублением в центре; равнобедренными с углублением у основания (чаще всего вытянутыми в виде лучей).

Упражнения следует начинать с наиболее простых трехгранных выемок – уголков. Сделав надрезы, нож-косяк наклоняют к себе и вдоль нижней линии (основание треугольника) носком резака, постепенно углубляя его, срезают стружку – подрезают треугольник. При этом ручку косяка держат в правой руке, а резец направляют с помощью пальцев левой руки. Образуется плоский треугольник, заглубленный у вершины на 1,5-2 мм, основание которого находится на поверхности заготовки.

После освоения резания простых элементов приступают к резьбе розетки с сиянием. Лучи розетки представляют собой вытянутые трехгранные выемки. При их изготовлении применяют те же приемы, что и при выполнении трехгранных выемок с углублением в центре. При разметке розеток заготовку сначала делят на квадраты. Из углов квадратов проводят диагонали. Из центра квадрата с помощью циркуля чертят две концентрические окружности. Радиус внешней окружности больше радиуса внутренней на 3-5 мм (в зависимости от размера розетки). Внешнюю окружность делят на 16 секторов, а внутреннюю – на 32. Концы радиусов внутренней и внешней окружностей соединяют прямыми линиями.

Резьбу начинают с вертикальных надрезов движением к себе. Резание выполняют одной рукой, вторая рука придерживает заготовку, постепенно поворачивая ее по кругу при надрезах каждого следующего луча. Затем режут грани лучей от центра розетки движением к себе с наклоном косячка вправо и влево. Третью, короткую, грань лучей подрезают так же, как у уголков. Однако в данном случае нож-косяк движется не по прямой линии, а по дуге окружности, что требует большего внимания.

Освоив резьбу основных элементов геометрической резьбы, выполняют орнаменты по собственной композиции

### **Техника выполнения контурной резьбы**

В композициях контурной резьбы используют разнообразные линии: прямые, ломаные, извилистые. Упражнения в контурной резьбе следует выполнять сначала на образцах из липы, затем на образцах из берёзы.

Рисунок можно наносить как на чистую, неотделанную поверхность, так и на лакированную. Часто поверхность сначала окрашивают в темный цвет, покрывают лаком и полируют, а потом по ней вырезают рисунок. Чтобы рисунок, нанесенный на неотделанную поверхность, не стерся во время резьбы, линии его с помощью кисточки покрывают тонким слоем прозрачного лака.

Заготовку закрепляют на верстаке неподвижно и поворачивают на 180° только в крайних случаях. Резьбу выполняют стоя, используя нож-косяк (если кривизна линий небольшая) или полукруглые стамески. В контурной резьбе линии постоянно изгибаются в разных направлениях и с разной кривизной. Во время резьбы таких линий инструмент и руки резчика постоянно меняют свое положение. Чтобы работать уверенно и быстро, нужно держать режущий инструмент двумя руками. Правая рука держит стамеску или нож-косяк за черенок, а пальцы левой руки придерживают инструмент ниже черенка недалеко от лезвия. Это также предохранит левую руку резчика от возможных ранений срывающейся стамеской.

Заготовку с рисунком закрепляют на верстаке параллельно его краю. Линии, расположенные поперек волокон (вертикальные), режут носком косячка движением к себе. Сначала надрезают линию с наклоном косячка вправо (так же, как режут правую грань при резьбе двугранных выемок поперек волокон). Затем подрезают линию с наклоном косячка влево. В этом случае не делают предварительного вертикального надреза по средней линии контура. Рука должна уже привыкнуть резать грани выемок под определенным углом наклона и на нужную глубину. Глубина резания неодинакова: у края розетки она максимальная, у центра сходит на нет. Концы лучей подрезают носком косяка с небольшим наклоном.

Линии, расположенные вдоль волокон, режут движением к центру розетки с наклоном кося по направлениям «ка к себе» и «от себя». В последнюю очередь прорезают контур окружности. Сначала режут внешнюю грань (надрезают линию), затем внутреннюю. Каждую половину окружности прорезают одним движением в направлении, указанном стрелками.

Резьба полукруглыми стамесками. Для резьбы применяют полукруглые стамески: крутую, среднюю и отлогую.

Сначала крутой стамеской надрезают лепесток. Уголок стамески ставят в начало линии и, нажимая на черенок и вращая его, совмещают лезвие стамески с кривой. При этом стамеску наклоняют к центру розетки.

Продолжают надрез того же лепестка средней стамеской, надрез контура отлогой стамеской. Таким образом надрезают все лепестки розетки.

Для подрезки контура (срезания второй грани) применяют отлогую стамеску. Все лепестки подряд подрезают сначала средней стамеской, а затем отлогой (стрелки 5).

Освоив основные приемы выполнения контурной резьбы, можно приступить к резьбе орнаментальных или сюжетных композиций. Рисунок орнамента предварительно переводят на кальку. Кальку с рисунком закрепляют на поверхности заготовки и острым твердым карандашом передавливают рисунок на древесину. Полученный контур обводят цветным карандашом (если фон темный) или процарапывают шилом.

Резать косяком кривые линии нужно плавно, не отрываясь, сначала с внешней, затем с внутренней стороны контура. При увеличении кривизны линии пятку косячка приподнимают над материалом. Хотя контурная резьба ограничивается выполнением разнообразных линий, она может быть выразительной, если правильно выявлены формы орнамента путем изменения глубины и ширины прорезаемых линий. Наиболее крупные формы подчеркивают более резкими линиями (глубокими и широкими).

Следует различать верхние и нижние линии в орнаменте. Как правило, прежде всего вырезают верхние линии, чтобы их грани были непрерывными, а затем нижние. Если линия идет по фону, ее режут глубже, если она переходит на другую форму орнамента – слабее.

При выполнении контурной резьбы срезы должны быть чистыми, а края фона неповрежденными. Естественный цвет древесины должен контрастировать с окрашенным фоном. Иногда контурную резьбу раскрашивают различными красками.

### **Техника выполнения рельефной резьбы**

Рельефная резьба требует от исполнителя высокого мастерства. При ее выполнении используют все инструменты для резьбы по дереву и самые разнообразные приемы работы. Необходимо уметь работать как правой, так и

левой рукой, соблюдать правила резания древесины в зависимости от направления ее волокон, знать последовательность операций при работе над той или иной формой.

Сначала изготавливают рисунок рельефной резьбы в натуральную величину — шаблон. С шаблона его переводят на кальку, а с кальки через копировальную бумагу — на заготовку. Чтобы рисунок не стерся с заготовки во время работы, его следует покрыть тонким слоем прозрачного лака (кисточкой по линиям карандаша). При выполнении сложного рельефного орнамента целесообразно предварительно вылепить рельеф из пластилина. Лепка рельефа перед резьбой помогает точнее почувствовать форму и избежать ошибок во время резьбы.

Несмотря на большое разнообразие методов и приемов обработки поверхности при рельефной резьбе, порядок ее выполнения во всех случаях остается примерно одинаковым. Основными этапами выполнения рельефной резьбы являются: надрез и подрезка контура орнамента, выборка фона начерно, выявление форм рельефа орнамента, зачистка фона начисто, выявление мелкого рельефа орнамента, чеканка фона.

Надрез контура производят при вертикальном положении резца точно по контуру рисунка. Если линия рисунка прямая, то применяют нож-косяк, если криволинейная — стамеску соответствующего профиля. Чтобы не получилось поднутрения орнамента при высоком рельефе, инструмент слегка наклоняют в сторону рисунка.

Подрезку контура делают отлогими, средними или крутыми стамесками тычком, т. е. держа стамеску под углом примерно  $45^\circ$  к поверхности и нажимая на конец ручки ладонью. Срезы делают в сторону надрезанной линии так, чтобы глубина подрезки была везде одинаковой.

Если в орнаменте одни элементы находят на другие, то надрез и подрезку начинают с верхних линий и делают их на меньшую глубину, а надрез и подрезку элементов, лежащих на фоне, — на большую.

При выполнении горельефной резьбы с крупным орнаментом контур обрубает. Для этого подбирают стамеску нужного профиля, ставят ее лезвие на линию контура с небольшим наклоном в сторону рисунка и ударяют киянкой по ручке стамески. Обрубка производится с припуском на 2–3 мм выше проектной глубины рельефа и с небольшим припуском по контуру для последующей обработки и зачистки орнамента и рельефа.

Обрубив по контуру часть орнамента, этой же стамеской подрубают контур под углом  $45^\circ$  в местах, где позволяет площадь фона. В узких местах обрубку и подрубку делают постепенно, за несколько раз. Главное в этой работе – точно рассчитать силу удара, чтобы равномерно вырубать слои древесины на нужную глубину.

Выборку фона начинают с самых больших пятен фона отлогими широкими стамесками. Резание производят в разных направлениях в зависимости от площади фона и направления волокон древесины. Стамеску держат двумя руками, наклонив ее к плоскости фона.

При выполнении крупной резьбы фон подрубают. После выборки глубина фона должна получиться одинаковой.

Одна из наиболее часто встречающихся операций при выявлении форм рельефной резьбы – заоваливание или закругление выпуклых элементов. Этапы выполнения этой операции показаны на примере закругления горошины.

После надреза и подрезки контура горошины, выборки фона начерно снимают косяком основную фаску под углом  $45^\circ$ , затем верхнюю фаску и, наконец, нижнюю – косяком или отлогой стамеской. Отлогой стамеской без наклона зачищают контур горошины. Так же закругляют и другие формы орнамента.

При заоваливании контуров необходимо правильно выявить форму выпуклого элемента так, чтобы он не имел резких очертаний и в то же время не казался плоским. При высоком рельефе это сделать легче, при низком – труднее.

При проработке рельефа нередко выбирают ложкообразные углубления средними и крутыми стамесками. При этой операции левой рукой обхватывают стамеску ниже черенка, направляя ее движение, а ладонью правой руки нажимают на черенок. Сначала лезвие стамески врезают в древесину, а затем, постепенно опуская черенок и как бы вывертывая лезвие на фаске, медленно выводят его кверху. Движение напоминает вычерпывание ложкой. Одновременно слегка вращают стамеску слева направо и справа налево. Этот прием позволяет снизить усилие резания и получить более чистый рез.

Часто встречающаяся операция – срезание наклонной плоскости к фону (лепестки цветов, листья, шишки и т. п.). Эту операцию выполняют отлогой или прямой стамеской за два приема: начерно и начисто. Наклонная плоскость может быть как выпуклой, так и вогнутой. Сначала срезают нужный слой, а затем формируют профиль и зачищают плоскость. Направление срезов должно по возможности совпадать с направлением форм орнамента; так, при срезании половинок продолговатых листьев древесину срезают длинными резками вдоль листа, от черенка к кончику.

Зачистку начинают с самых больших по площади участков фона прямыми широкими стамесками, держа их почти горизонтально. Стамеской работают вдоль, поперек и под углом к волокнам в зависимости от формы и площади участков фона. Широкой стамеской зачищают фон везде, где это возможно. В углах орнамента работают уголками лезвия, стараясь не задеть орнамента. В этом случае можно также применять клюкарзу. В узких местах фон зачищают узкой стамеской. Края фона зачищают движением к центру заготовки.

Резьба на профильных поверхностях (карнизах, рамах) требует большего внимания и осторожности, так как при этом стамеска может сорваться с наклонной плоскости и поранить руку.

## **Контрольные вопросы**

1. Основные инструменты для выполнения геометрической, контурной и рельефной резьбы.
2. Техника выполнения геометрической резьбы
3. Способы выполнения контурной резьбы
4. Алгоритм выполнения рельефной резьбы

## **§19 ТЕХНИКА ВЫПОЛНЕНИЯ ПРОРЕЗНОЙ, НАКЛАДНОЙ И СКУЛЬПТУРНОЙ РЕЗЬБЫ**

Прорезная резьба выполняется методом сквозного прорезания дощечек толщиной от 5 до 50 мм. Этот вид резьбы также называют сквозным или пропильным, от других видов деревянной резьбы он отличается тем, что полностью удаляется фон рисунка.

Прорезную резьбу делают в филенках дверок буфетов или навесных шкафчиков, на ширмах, а также на подзорах и наличниках домов.

Процесс выполнения прорезной резьбы включает следующие основные операции: прорезание или высверливание отверстий; черновая обработка контура резьбы; обработка контура начисто; проработка рельефа и зачистка поверхности. Если резьбу выполняют на небольших по размеру деталях (дверцы навесного шкафчика, крышка шкатулки и т. п.), толщина заготовки должна быть 5-12 мм. Для более крупных деталей мебели или резных наличников берут заготовки толщиной 20–25 мм. Они должны быть высушены и гладко выстроганы по пластям.

После нанесения рисунка заготовку закрепляют на верстаке, подложив под нее плотно прилегающую доску или щит. На тонких заготовках отверстия прорезают полукруглыми стамесками (крутыми или отлогими в зависимости от размера узора). При большой толщине заготовки отверстия высверливают сверлом-перкой с помощью коловорота. Сверлить следует не сразу на всю толщину детали. Как только кончик сверла дойдет до нижней пласти заготовки, ее переворачивают и сверлят отверстие с другой стороны. Это предотвратит появление сколов на нижней стороне детали.

Контур резьбы начерно обрабатывают полукруглыми стамесками разных размеров. Древесину срезают плавными вертикальными резами почти вплотную к линиям орнамента, не допуская сколов древесины. Можно также выпиливать контур резьбы лобзиком, оставляя небольшой припуск на дальнейшую обработку. Пилку держат вертикально или с небольшим наклоном вперед. Во время пиления она должна ритмично двигаться вверх и вниз без остановки при поворотах линий орнамента. В противном случае пилка может сломаться.

Для чистовой обработки контур обрезают резакон, прямыми и полукруглыми стамесками. Чтобы получить гладкие срезы, стамеску держат под углом к поверхности и режут легкими скользящими резами. В узких местах и углах материал снимают ножом. Затем прорабатывают рельеф теми же приемами, которые применяют в рельефной резьбе. Но здесь нужно работать более внимательно и осторожно, так как тонкие и длинные детали орнамента можно легко сломать.

В некоторых случаях на обратной стороне орнамента снимают фаски. При этом срезаются сколотые и помятые края орнамента и скрадывается толщина детали, что делает орнамент более легким. Фаски срезают разной ширины и только в том случае, если рельеф у края достаточно высокий. Окончательная операция – зачистка резьбы рашпилями или шлифовальной шкуркой.

Накладную резьбу выполняют отдельно от изделия и затем наклеивают на его поверхность. Для накладной резьбы применяют твердые породы – орех, красное дерево, березу. Она может быть как глухой, т. е. с фоном, так и прорезной, ажурной. Последнюю применяют чаще.

Процесс изготовления накладной резьбы имеет некоторые особенности. Ее выполняют на так называемой подушке – хорошо простроганной доске. На подушку наклеивают тонкую бумагу с помощью столярного или резинового клея, а поверх бумаги – заготовку для резьбы,

обрезанную по размерам рисунка и хорошо простроганную. На поверхность заготовки переводят рисунок резьбы.

При сложном рельефе резьбы рекомендуется предварительно вылепить его из пластилина. Следующий этап – обрезка резьбы по контуру. Отверстия прорезают крутыми стамесками соответствующего профиля. Контур хорошо зачищают, заоваливают его края и прорабатывают рельеф орнамента. Работать необходимо внимательно и осторожно, так как длинные и тонкие детали орнамента можно легко расколоть. Готовую резьбу осторожно снимают с подушки с помощью тонкого ножа. При этом движения ножа должны быть направлены вдоль волокон древесины во избежание откола элементов резьбы. Снятую резьбу очищают от бумаги и наклеивают на изделие.

### **Техника выполнения скульптурной резьбы**

Скульптурная резьба отличается от других видов резьбы тем, что может обозреваться с любой точки и должна представлять зрителю одинаково тщательно, интересно обработанные детали и всю поверхность (рис.28). Выполнение скульптурной резьбы требует от резчика не только большого опыта и технического мастерства, но и большого композиционного чутья.

Приступать к выполнению скульптурной композиции следует после овладения всеми приемами геометрической, контурной и рельефной резьбы. Резьба скульптуры малых форм может выполняться за обычным столом или низким верстаком. Так, богородские резчики работают за низкими (высотой 60 см) верстаками, сидя на низких (высотой 35 см) скамейках и держа заготовку между коленями с упором на верстак.

Набор инструментов для выполнения скульптуры малых форм состоит из полукруглых стамесок (7-8 шт.) шириной от 1,5 до 4 см и специального ножа с широким полотном, скошенным под углом 30°, применяемого для отделочных операций.

Для резной миниатюры применяют разные породы древесины: липу, ольху, березу, осину, клен, грушу. Однако начинающему резчику лучше использовать липу. Древесина должна быть прямослойной, без пороков. В зависимости от размера изделия для резьбы используют целый чурак (часть бревна) или его половину, четвертинку. В первом случае заготовку опиляют сверху и снизу в размер изделия с припуском на обработку, затем с помощью топора придают ей форму параллелепипеда. Во втором случае чурак раскалывают топором пополам (по диаметру) или на четыре части, получая «горбушки». Так обычно делают богородские резчики. Полученная заготовка имеет с двух сторон прямые, а с одной – криволинейную ограничивающие плоскости. В такую форму хорошо вписываются фигурки человека и животных. В то же время при резьбе получается минимальное количество отходов материала.

При выборе заготовки необходимо также учитывать, что прочность древесины зависит от направления волокон: детали с продольным направлением волокон выдерживают наибольшее сопротивление изгибу и наименьшее – скалыванию. Нужно так ориентировать заготовку, чтобы тонкие детали изделия, которые могут сломаться, располагались вдоль волокон, а сечения, которые могут сколоться, – под углом к направлению волокон.

Опытный резчик выполняет скульптурную резьбу без модели. Начинающему же следует сделать эскизы изделия в натуральную величину не менее чем с двух сторон – вид спереди и сбоку. Можно также изготовить модель из глины или пластилина также в натуральную величину. На подготовленную заготовку наносят контур модели с необходимым припуском на обработку.



*Рис.28 Скульптурная резьба (работа учителя технологии г. Снежинска Челябинской обл. Найгебауэра Н.Э.)*

Лишнюю древесину с прямых участков срубают топором, не допуская сколов и зарубов в пределах контура рисунка. С вогнутых участков древесину снимают полукруглыми стамесками, следя за направлением волокон и не допуская сколов или зарубов. Особая опасность скола древесины возникает при резании поперек волокон с помощью киянки на выходе стамески к противоположной стенке заготовки. Избежать скола можно путем встречного резания этого участка древесины. После вырубки

прорабатывают основные скульптурные формы, как показано на примере богородской резьбы.

Скульптурную форму прорабатывают постепенно сначала крупными стамесками, затем более мелкими. Срезать древесину следует осторожно, мелкими срезами, равномерно обрабатывая заготовку со всех сторон. Резчик должен заботиться о том, чтобы у него всегда был запас материала сначала для вырезания общей формы, затем для обработки деталей, для создания задуманной фактуры и отделки изделия.

Резьба станковой скульптуры, особенно портрета – сложная художественная и техническая задача. Резчик-исполнитель должен владеть художественной композицией, приемами резьбы, знать и «чувствовать» материал. Работа в дереве может быть начата скульптором или мастером-резчиком только после выполнения проекта в глине и перевода его в гипс.

Переходя постепенно от более грубой резьбы к более мелкой, необходимо менять соответственно размер и профиль резчицкого инструмента. После того как лишняя древесина в заготовке будет срублена, топор и долота меняют на стамески и клюкарзы. Дальнейшая обработка ведется при помощи больших (драчевых) и малых (с мелкой насечкой) рашпелей, острых ножей, а затем рифлесточков. При необходимости применяют и шлифовальные шкурки, это зависит от того, какую фактуру в своей работе хочет иметь автор.

### **Контрольные вопросы**

1. Техника выполнения прорезной резьбы
2. Техника выполнения накладной резьбы
3. Техника выполнения скульптурной резьбы
4. Инструменты, применяемые при выполнении прорезной, накладной и скульптурной резьбы

## **§20 ТЕХНИКА ОБЛИЦОВЫВАНИЯ МАТЕРИАЛОВ**

Облицовыванием называют оклеивание заготовок из малоценных древесных материалов декоративными пленками или строганым шпоном

ценных пород. Листовые материалы называют облицовкой, а материал, на который их наклеивают – основой. В качестве основы используют древесину хвойных и мягких лиственных пород, древесностружечные и столярные плиты, фанеру, а в качестве облицовки – строганый шпон ценных пород древесины, полимерные пленки и пластики, искусственные кожи, ткани и другие декоративные материалы.

Облицовывание широко используют в производстве мебели, музыкальных инструментов и других изделий. Оно позволяет при минимальном расходе ценной древесины получать изделия с высокими декоративными качествами, более прочные и формоустойчивые по сравнению с изделиями из массива.

В зависимости от вида, размеров и назначения деталей облицовывание шпоном может быть одно- и двусторонним, причем в каждом из этих случаев оно может быть одно- и двухслойным.

При одностороннем облицовывании шпон наклеивают на одну из пластей основы. Такое облицовывание применяют чаще всего для узких деталей, когда ширина детали из массива или плиты не превышает ее двойной толщины. Более широкие заготовки облицовывают с двух сторон для предотвращения их коробления. При облицовывании массивной древесины, столярных плит и фанеры направление волокон шпона должно быть под углом  $45^{\circ}$  к направлению волокон основы. Древесностружечную плиту обычно облицовывают в один слой с двух сторон. Направление волокон шпона здесь не имеет значения.

Для получения более высокого качества облицованной поверхности применяют облицовывание в два слоя. Для первого слоя используют лущеный шпон, который наклеивают под углом  $45^{\circ}$  к направлению волокон основы. Затем наклеивают строганый шпон, направление волокон которого должно быть перпендикулярным направлению волокон первого слоя. Процесс облицовывания разделяется на две стадии: подготовка основы и облицовки; склеивание их. Облицовывать можно заготовки и сборочные

единицы (рамки, коробки), в зависимости от этого устанавливается место облицовывания в общем технологическом процессе производства изделий.

Прямолинейные брусковые и щитовые заготовки облицовывают после их первичной обработки в размер. Криволинейные и профильные детали, получаемые фрезерованием, облицовывают после фрезерования. Рамки и коробки облицовывают после их повторной обработки, устраняющей неточности сборки. В некоторых случаях облицовывают бруски для рамок до формирования шипов, а собирают их в облицованном виде. Гнутоклееные заготовки можно облицовывать одновременно с их склеиванием. При подготовке основы к облицовыванию устраняют вмятины, трещины, отверстия от выпавших или удаленных сучков, сколы и вырывы волокон, чтобы получить ровную и гладкую поверхность. Шероховатость поверхности основы должна быть такой, чтобы она не проявлялась на поверхности после облицовывания.

Древесностружечные плиты сначала калибруют с целью выравнивания и устранения разной толщины, а затем шлифуют для получения необходимой шероховатости поверхности. Лучшее качество подготовки плит достигается при обработке их на шлифовальных станках. Поверхность столярных плит иногда бывает волнистой вследствие коробления основы при хранении, поэтому перед облицовыванием их также калибруют и шлифуют, предварительно приклеив раскладки на кромки.

Заготовки из фанеры обычно только шлифуют. При подготовке деталей и сборочных единиц из массивной древесины с их поверхности удаляют смолу, жирные пятна, остатки клея, заделывают торцовые поверхности. Для этого выходящие на лицевую поверхность торцы или стыки связанных шиповыми соединениями брусков заделывают брусочками древесины или накладками из шпона. После этого поверхность зачищают и выравнивают.

Для выравнивания поверхности детали подвергают шлифованию или цинублению. Цинублением достигают разрыхления поверхностного слоя древесины, нанося цинубелем сетку рисок, направленных под углом к

волокнам. В дальнейшем при запрессовке происходит смятие и уплотнение выступающих разрыхленных участков, в результате чего поверхность основы и толщина клеевого слоя выравниваются. На крупных предприятиях вместо цинубления обычно выполняют шлифование крупнозернистыми шкурками.

Имеющиеся на поверхности основы заколы, вырывы волокон, трещины заделывают шпатлевкой, приготовленной из клея, которым приклеивают облицовку, и наполнителя (древесной муки, толченого угля или мела), взятых в соотношении 3:1. После заделки неровностей и высыхания шпатлевки поверхность шлифуют. Для шлифования используют шлифовальную наждачную бумагу раной зернистости: для первого (чернового) шлифования – 40-50, для второго (чистового) – 12-16.

Особенно тщательно подготавливают поверхность основы при облицовывании тонким шпоном ценных пород и мозаичными наборами. В этом случае рекомендуется облицовывать детали в два слоя с обеих сторон. Подготовка облицовок из шпона состоит в разметке шпона, его раскрое, фуговании кромок делянок, их подборе и ребросклеивании. Подготовка шпона для узких деталей и кромок заключается лишь в раскрое на заготовки нужного размера.

Размечают шпон в пачке с учетом припусков на дальнейшую обработку (1015 мм на каждую сторону как по ширине, так и по длине). Пачку кладут на разметочный стол и по линейке или шаблону наносят разметочные линии мелком или карандашом. Затем шпон раскраивают по линиям разметки, производя сначала поперечный, а затем продольный раскрой.

Способы раскроя и применяемое оборудование зависят от объема производства изделий и оснащенности предприятия. На крупных предприятиях шпон раскраивают на гильотинных ножницах, которые позволяют получать чисто обрезанные кромки шпона вдоль и поперек волокон без последующего их фугования (78). Пачку шпона 1 укладывают на стол 6 под нож, выравнивают ее и нажатием кнопки опускают прижимную

балку 2. После этого нажатием на педаль включают механизм подачи ножа, который разрезает пачку.

Шпон можно раскраивать и на универсальном круглопильном станке с применением строгальных пил и специального зажимного приспособления. В этом случае также можно получить чистый и гладкий рез, исключая последующее фугование кромок.

Для получения облицовок больших размеров узкие полосы шпона склеивают по кромкам, получая большие листы (наборы). Набор шпона может быть простым и фигурным. Простым называют набор, в котором годовые слои в смежных деланках расположены параллельно. Различают три варианта простого набора: продольный (в рост)/, поперечный и косой. Фигурным называют набор, в котором годовые слои в смежных деланках шпона образуют геометрический рисунок. Различают следующие виды фигурного набора: елка, шашка, крест, конверт, круг или многоугольник. К фигурному можно также отнести набор с окантовкой или фризом, которым украшают дверцы художественной мебели и др. Во всех видах фигурного набора заложен принцип симметрии и зеркального отражения рисунка древесины в смежных или противоположных деланках шпона.

Склеивают шпон в листы при простых наборах на ребросклеивающих станках с помощью термопластичной клеевой нити. Две соединяемые полосы шпона / подают в станок так, чтобы их кромки плотно прилегали одна к другой. Клеевая нить сматывается с бобины 3, проходит через нагревающее устройство и накладывается на стык шпона зигзагом. Ролик 2 прикатывает нить. Соединенную таким образом облицовку наклеивают на основу нитью внутрь.

При небольшом объеме облицовочных работ, а также при фигурном наборе шпона ребросклеивание производят вручную с помощью клеевой ленты на бумажной основе (гуммированной ленты). При этом левой рукой поджимают две соседние деланки шпона, а правой наклеивают поперек стыка кусочки клеевой ленты в нескольких местах (в зависимости от длины

стыка). Затем клеевую ленту накладывают по всей длине стыка и прикатывают притирочным молотком с вращающимся рифленным валиком. После того как весь набор склеен, его торцовые кромки оклеивают клеевой лентой во избежание растрескивания. Габаритные размеры набора из шпона должны иметь припуск 2030 мм на обе стороны по отношению к размерам основы.

### **Облицовывание плоских поверхностей**

Традиционный способ приклеивания облицовочного слоя на плоские поверхности облицовывание впритирку. В этом случае применяют глинистые клеи, которые наносят на основу вручную и тщательно разравнивают. Наложённую облицовку сверху смачивают теплой водой для предотвращения закручивания краев и коробления, затем проглаживают горячим утюгом от центра к краям. Клей разогревается и начинает течь. Излишки клея удаляют путем сильного притирания, приглаживания облицовки притирочным молотком, который держат одной или двумя руками в зависимости от толщины шпона и требуемого усилия, делая зигзагообразные ходы вдоль волокон древесины от середины к краям заготовки. Ходы должны заходить один за другой и повторяться до полного остывания клея и приклеивания облицовки.

Метод облицовывания впритирку малопроизводителен, требует определенного опыта и не всегда обеспечивает высокое качество склеивания, им пользуются в основном при ремонтных и реставрационных работах. Чаще используют метод запрессовки плоских деталей в хомутовых струбцинах или прессах, которые могут быть винтовыми или гидравлическими (последние, как правило, с обогреваемыми плитами).

Столярная хомутовая струбцина представляет собой прямоугольную деревянную или металлическую раму с винтами в верхней балке. Струбцины устанавливают в ряд на расстоянии 300-400 мм одну от другой. На нижние опорные балки укладывают цулагу (пресс для изготовления гнутых изделий, состоящий из нижнего и верхнего профилей и винтов с гайками) плиту

толщиной 45-60 мм, размеры которой должны быть несколько больше размеров облицовываемых щитов. На цулагу помещают пакет, сформированный из основы с нанесенным на нее клеем, двух облицовок и двух металлических прокладок. Пакет накрывают второй цулагой, поверх нее под каждый ряд винтов кладут бруски и приступают к завинчиванию винтов. Начинают с середины и постепенно переходят к краям пакета, чтобы обеспечить свободный выход излишков клея.

Более равномерное давление обеспечивает винтовой пресс. Время выдержки деталей под прессом зависит от применяемого клея и составляет для глютиновых клеев – 68 мин., ПВАД (дисперсия поливинилацетатная гомополимерная грубодисперсная) – 1,52 ч. После распрессовки рекомендуется выдерживать изделия до последующей обработки в течение 23 сут.

На крупных предприятиях применяют гидравлические одно-или многоэтажные прессы с обогреваемыми плитами (86). Температура плит прессы – до 140°C, давление прессования 0,81,0 МПа. Время выдержки в прессе зависит от толщины шпона и применяемого клея. При использовании карбамидных клеев горячего отверждения время прессования может быть от 0,5 до 2 мин. Процесс облицовывания состоит из следующих операций: нанесение клея на основу с помощью клеевых вальцов; формирование пакетов (по описанной выше схеме); загрузка пакетов в пресс; прессование; разгрузка прессы. Применение многоэтажных горячих прессов требует механизации всех вспомогательных операций, самыми трудоемкими из которых являются загрузка и разгрузка прессы.

После облицовывания в горячих прессах облицованные щиты хранят уложенными в плотные стопы до полного остывания в течение 24 ч. Кромки щитов при небольшом объеме производства можно облицовывать притиранием притирочным молотком при использовании глютиновых клеев или горячим утюгом (при применении поливинилацетатных клеев). На предприятиях с большим объемом производства для этой цели используют

пневматические ваймы с контактным электронагревателем позиционного типа. Облицовывание кромок в вайме включает в себя следующие операции: нанесение клея на кромку, установку детали в вайму, укладку шпона, запрессовку, съем детали с ваймы, зачистку свесов шпона. Зачищают свесы как после облицовывания пластей, так и после облицовывания кромок вручную рашпилем.

На крупных предприятиях для облицовывания плоских кромок щитов с одной или двух сторон применяют кромкооблицовочные станки проходного типа, на которых выполняют все операции: нанесение клея на кромки щитов, приклеивание шпона, снятие свесов.

### **Дефекты облицовывания, их причины и способы устранения**

Процесс облицовывания требует строгого соблюдения всех режимных параметров. В противном случае могут возникнуть дефекты, которые легче предупредить, чем исправить. Наиболее частыми из них являются следующие.

Просачивание клея на лицевую поверхность через пористый шпон или недостаточно плотные фуги происходит при употреблении очень жидкого клея или повышенного давления запрессовки. Застывший клей зачищают циклей или ножом. Остатки животного клея удаляют теплой водой и при необходимости отбеливают дефектное место 10%-ным раствором щавелевой кислоты. Синтетический клей полностью удалить невозможно. Дефект проявляется при последующем крашении темным водорастворимым красителем в виде белого пятна. Для предупреждения дефекта рекомендуется подкрашивать клей перед употреблением тем же красителем. Волнистость возникает из-за плохой подготовки основы к облицовыванию. Устранить дефект невозможно, его следует предупреждать тщательной подготовкой основы.

Вмятины на поверхности шпона появляются при попадании между шпоном и прокладкой инородного тела (стружки и др.). Дефекты можно исправить путем увлажнения теплой водой или пропариванием горячим

утюгом через влажную ткань. После высыхания поверхность выравнивают циклей.

Вырывы волокон шпона появляются вследствие приклеивания облицовки к прокладке. Мелкие вырывы зачищают или заделывают шпатлевкой под цвет древесины, крупные – заделывают вставками.

Трещины в шпоне после высыхания облицованных заготовок могут появиться, если шпон имел повышенную влажность. В результате его усушки появились трещины вдоль волокон, соответственно – устранение невозможно.

Частичное отклеивание облицовки по краям – следствие неточности обработки основы по толщине или слабого промазывания клеем краев. Дефект может быть устранен. Для этого приподнимают край облицовки, вводят под нее клей с помощью полоски шпона или металлического шпателя и притирают ее.

Воздушные пузыри местное отставание шпона от основы могут возникнуть по нескольким причинам: неравномерность толщины клеевого слоя, наличие на основе загрязнений или жировых пятен, впитывание клея на участках с повышенной рыхлостью и др. Устраняют дефект следующим образом. Смачивают пузырь теплой водой. Острым ножом или стамеской надрезают пузырь вдоль волокон древесины. Приподняв края шпона, вводят под него клей и притирают молотком или прессуют.

Полное расклеивание может быть вызвано выдавливанием при прессовании слишком жидкого клея (голодная склейка), застудневанием густых глиятиновых клеев до запрессовки, недостаточным давлением или недостаточной выдержкой деталей под прессом и другими причинами. Во всех случаях необходимо выяснить причину брака и произвести повторное облицовывание.

Расхождение или нахлест шпона в шве вследствие небрежной стяжки шпона, повышенной влажности основы и шпона. Расхождение шва можно исправить шпатлеванием, если оно незначительно, или вклеиванием вставок,

тщательно подобранных по текстуре и цвету. Для исправления нахлеста шпона следует по линейке ножом или стамеской прорезать место нахлеста, удалить излишки шпона, смазать шпон в местах его отставания клеем и снова запрессовать или притереть молотком.

### **Вопросы для закрепления**

1. Способы одно- и двустороннего облицовывания
2. Виды облицовывания плоских поверхностей
3. Дефекты облицовывания, их причины и способы устранения
4. Метод запрессовки плоских деталей в хомутовых струбцинах

## **§ 21 ТЕХНИКА МОЗАИКИ**

Мозаикой называют орнаментальное или сюжетное изображение, выполненное из однородных или различных по материалу частиц (камень, керамическая плитка, стекло, дерево и др.).

Технику мозаики с древних времен используют для украшения предметов декоративно-прикладного искусства, изготовленных из дерева (мебели, музыкальных инструментов, деревянных частей оружия и др.). В зависимости от используемых материалов, технических приемов и художественных особенностей мозаика по дереву имеет несколько разновидностей: инкрустация, интарсия, блочная (чертозианская) мозаика, маркетри.

Инкрустация представляет собой украшение деревянного изделия врезанными в его поверхность пластинками из металла, слоновой кости, перламутра и других материалов. При этом врезки (вставки) находятся на одном уровне с украшаемой поверхностью. Инкрустация была известна уже в Древнем Египте, где саркофаги, ларцы и другие предметы, изготовленные преимущественно из черного дерева, инкрустировали слоновой костью.

Разновидность инкрустации – контурный орнамент из металлической жилки, вбитой заподлицо в древесину. Жилки изготавливают из латуни, золотистой или белой бронзы, придавая им сечение вытянутого

треугольника. Толщина жилок на лицевой кромке – до 2 мм, ширина (высота) полосок – до 7 мм. Предварительно на украшаемой поверхности делают неглубокие прорезы по контуру рисунка. Изгибают жилки и забивают с помощью металлических шаблонов.

Рисунок мозаики имеет вид филигранный узорчатой сетки из металлических жилок. Мотивами его обычно служат цветы, листья, геометрический узор. Этот вид украшения используют для отделки элементов мебели, например окантовки филенок.

Инкрустацию слоновой костью, перламутром и другими редкими материалами в настоящее время применяют редко, лишь при изготовлении уникальных изделий и реставрации старинных предметов декоративно-прикладного искусства.

Интарсия – частный случай инкрустации деревом по дереву, при которой в углубления деревянной основы вклеивают деревянные пластинки-вставки, отличающиеся от основы цветом и текстурой.

Особенностью инкрустации и интарсии является то, что в качестве фона для мозаичных украшений выступает массивная древесина. Так как инкрустационно-интарсионная техника сложна и трудоемка, то ее применяли лишь для украшения дорогих изделий, изготовленных из ценных пород древесины. При этом все поверхности отделывали так тщательно, чтобы фон не уступал по красоте вставным украшениям.

Блочная мозаика состоит в том, что по заданному рисунку из разноцветных брусочков и пластинок древесины склеивают блоки, которые затем распиливают поперек на множество тонких пластинок с одинаковым узором (129). Украшения вставляют в углубления или наклеивают на поверхность деревянных изделий.

### **Способ получения блочной мозаики**

Родина блочной мозаики – Древний Восток. В XIV в. она проникла в Италию, где получила распространение и дальнейшее развитие. Итальянские мастера склеивали в блок наряду с древесиной и другие материалы (кость,

рог). Такая мозаика получила название чертозианской, так как ее особенно часто применяли в монастырях Ломбардии – чертозе. Геометрические узоры в виде звезд, лент или розеток служили для украшения различных предметов мебели. Получение мозаичного украшения из блока менее трудоемко, чем другие способы изготовления мозаики (инкрустация, интарсия). Кроме того, этот способ позволяет организовать серийное производство изделий, он может быть механизирован, поэтому блочная мозаика находит применение и в настоящее время.

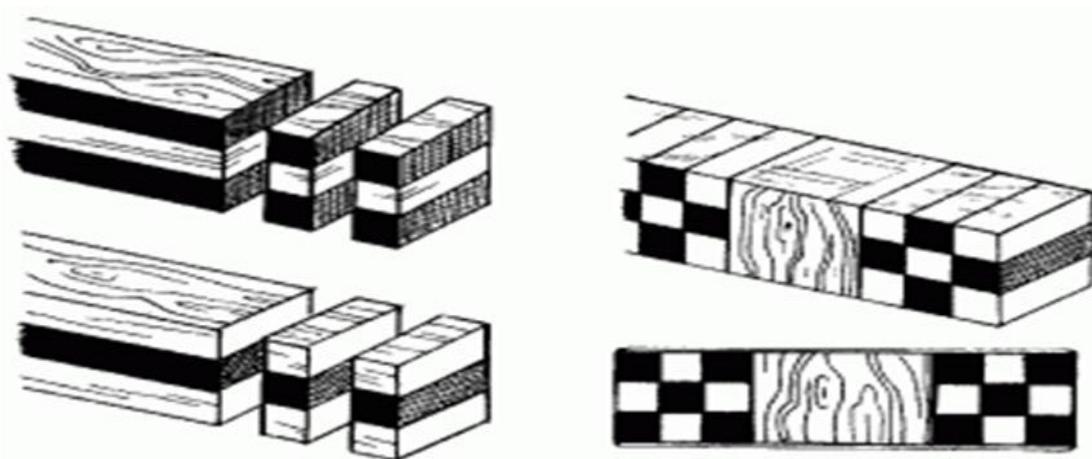
Маркетри – мозаичное украшение, выполненное из кусочков шпона разных пород древесины и наклеенное на украшаемую поверхность вместе с фоном мозаики. В маркетри объединены два процесса: интарсия – врезка по определенному рисунку в фоновый шпон кусочков шпона другой породы или другого цвета и облицовывание – наклеивание всего набора на поверхность изделия.

Разные мастера применяли различные способы выполнения наборов в технике маркетри. При создании орнаментальных или сюжетных композиций, когда преобладающим по площади был фон мозаики, вставки врезали в фоновый шпон, предварительно наклеенный на основу. Набор типа паркета из повторяющихся прямолинейных геометрических фигур (паркетри) собирали путем склеивания предварительно нарезанных элементов по кромкам или путем наклеивания их на расчерченную бумагу вплотную один к другому. После изобретения лобзика во второй половине XVI в. появился новый способ изготовления маркетри, при котором гнездо и вставку получают одновременно. Для этого листы шпона, подобранные для мозаики (обычно два-три), накладывают один на другой и скрепляют по краям клеем. На верхний лист шпона наносят рисунок мозаики. Снизу подкладывают дополнительный лист шпона для предотвращения вырыва волокон. Затем пропиливают лобзиком пачку по рисунку. Разъединив листы, вставляют в фоновый шпон вставки, вырезанные из других листов. Таким

образом можно получить несколько вариантов мозаичных наборов, различных по цветовым сочетаниям.

Вплоть до XIX в. для маркетри использовали пиленный шпон, получаемый ручным способом. При этом толщина его составляла 3 мм и более. В настоящее время для мозаичных наборов используют строганый и лущеный шпон.

Для выполнения мозаичных наборов в технике маркетри можно использовать практически все породы древесины. Шпон для мозаики должен быть более сухим (абсолютной влажностью 46%), чем для облицовывания, что предотвращает появление трещин в шпоне после приклеивания набора (рис.29)



*Рис.29 Блочная мозаика*

При выполнении мозаичных работ обычно стремятся применять натуральную древесину, не подкрашивая ее. Однако в некоторых случаях возникает необходимость изменить цвет шпона, усилить или ослабить его естественный тон, а также имитировать одну породу под другую. Для этих целей применяют глубокое крашение древесины, отбеливание, обжиг в горячем песке и др.

Основной инструмент для выполнения маркетри – плоский нож-резак с лезвием в виде косяка. Ручка ножа должна иметь слегка заovalенную форму, на конце плоский косой срез, которым притирают полоски клеевой ленты при склеивании частей мозаики. Ножи-резаки изготавливают обычно сами

мозаичники, используя для реза полотна пилы-ножовки по металлу толщиной 11,5 мм, из которого вырезают пластинку размером 100x15 мм. Для ручки выпиливают брусочки из древесины груши, клена или березы. В брусочках делают прорезы, вставляют пластинку и склеивают брусочки. Ручку стачивают по длине на конус, придают ей необходимую форму по сечению, делают на конце косой срез. Затем ручку тщательно шлифуют и покрывают лаком. Необходимо изготовить несколько ножей разных размеров для выполнения крупных и мелких работ.

Острота инструмента – основное условие быстрой и качественной работы мозаичника. Для заточки ножей пользуются электроточилом, точильными брусками и оселками. Угол заточки ножей должен быть  $1015^\circ$ , угол скоса –  $35-45^\circ$ . При заточке делают широкую фаску с одной стороны лезвия или сводят на нет толщину ножа с двух сторон. Приемы заточки ножей аналогичны тем, которые применяют при заточке плоских стамесок.

Для изготовления узких полосок-штапиков удобен двойной нож-резак, изготовленный из двух пластинок с вклеенным между ними деревянным брусочком. При изготовлении маркетри используют также нож-пилку для резания шпона, циркуль-резак, в одну из ножек которого вставлен маленький нож, лобзик с пилками для металла толщиной 0,30,4 мм, а также притирочный молоток.

Рабочим местом мозаичника может быть небольшой верстак или устойчивый стол. Поверхность стола должна быть хорошо освещена равномерным, рассеянным светом. Шпон режут на специальных подкладных щитах; в качестве такого щита можно использовать чертежную доску, лист 810-миллиметровой фанеры, а также лист резинового линолеума – релина.

Прежде всего необходимо освоить приемы изготовления из шпона деталей простых геометрических форм полосок, квадратов, ромбов и т. п. Узкие полоски-штапики режут по предварительной разметке с помощью металлической линейки, которую плотно прижимают к листу. Нож держат, как карандаш, с небольшим наклоном по направлению движения. Не следует

наклонять нож вправо или влево. Прижав лезвие ножа к линейке, одним-двумя движениями отрезают полоску шпона.

При резании шпона из древесины твердых пород (дуба, ясеня) вдоль волокон нож, если его неплотно прижимать к линейке, может пойти по слою древесины, т. е. непрямолинейно. Во избежание этого делают несколько резов, первый рез делают с небольшим нажимом, затем проводят ножом по оставленному следу, увеличивая нажим, и, наконец, прорезают шпон на всю толщину.

При нарезании полосок поперек волокон во избежание разрыва шпона по волокну в конце реза делают предварительный надрез. При нарезании полосок под углом к направлению волокон, особенно из хрупкой древесины, шпон следует предварительно наклеить на бумагу. При изготовлении широких полос шпон режут по линейке ножом-пилкой. Прямолинейные геометрические фигуры (квадраты, ромбы, треугольники) нарезают из полосок шпона необходимой ширины.

Чтобы овладеть навыком быстро и чисто резать геометрические фигуры, следует вырезать их ножом от руки без помощи линейки. Особого внимания требует резание острых углов. Чтобы вершины углов не обламывались, резание выполняют от вершины угла. Криволинейные детали мозаики обычно вырезают ножом от руки. При вырезании деталей из твердых крупнососудистых пород (дуб, ясень, карагач) следует менять направление движения резца. Закругление с малым радиусом выполняют в виде многоугольника кончиком ножа.

Круги, кольца, овалы можно вырезать также с помощью циркуля-резака несколькими проходами, осторожно нажимая на резец. При вырезании кольца сначала прорезают внутреннюю окружность, затем, увеличив раствор циркуля, наружную. При этом шпон закрепляют на подкладном щите шпильками. Сложные криволинейные детали завитки, виньетки и т. п., если они невелики по размеру и требуются в небольшом количестве, вырезают только от руки, а при большом количестве с помощью шаблона. С помощью

шаблона и двойного ножа можно вырезать узкие криволинейные полосы прожилки

### **Изготовление деталей и простейших наборов в технике «маркетри»**

Из разных по цвету, но одинаковых по ширине полосок шпона можно изготовить простейшие мозаичные наборы (рис.30 ). Нарезанные полоски склеивают по кромкам, следя за тем, чтобы соединения были плотными; склеенный лист можно обрезать под углом и получить набор с косым расположением полосок. Прямоугольники с косым расположением полосок



затем склеивают по продольным кромкам, предварительно ровно обрезав их,

*Рис.30 Шахматная доска в технике «маркетри»*

и получают набор в елку, набор крестом и более сложный набор паркетного типа.

Из полосок шпона контрастных цветов можно изготовить набор для шахматной доски. Нарезанные вдоль волокон полоски склеивают в лист. Затем по линейке разрезают склеенную заготовку на полоски такой же ширины. Полоски смещают вправо и влево. на ширину одной полоски и склеивают; лишние квадраты отрезают.

Шахматное поле можно окантовать узкой полоской прожилкой и широкой полоской фризом из подходящих по цвету пород древесины. Прожилки приклеивают по сторонам шахматного поля так, чтобы их концы

заходили за углы и перекрещивались. Ножом прорезают обе полоски под углом 45°. Стык заклеивают. Так же приклеивают широкие полоски фриза.

Особенно отличаются наборы паркетного типа с объемным изображением. Для их изготовления применяют древесину с резко выраженной текстурой (дуб, ясень, карагач, орех и др.). Цветовой контраст должен быть небольшой. Выразительность и впечатление объема создаются за счет светотени, возникающей при разном направлении волокон в смежных элементах набора.

Набор можно выполнить, наклеивая его элементы на бумагу, на которую нанесен рисунок мозаики. Из полосок шпона двух-трех пород нарезают ромбы нужных размеров и, начиная с левого верхнего угла, наклеивают их ряд за рядом на бумагу с рисунком. Для проверки качества выполнения набора его просматривают на свет: между отдельными элементами мозаики не должно быть щелей. Этот способ выполнения мозаики самый простой, но не обеспечивает высокого качества стыки деталей не всегда получаются плотными.

Детали маркетри объединяют в набор чаще всего путем врезки их в фоновый шпон, где предварительно вырезают гнездо соответствующей формы. Врезку деталей-вставок независимо от их формы выполняют одними и теми же приемами. Сначала контур вставки наносят на фоновый шпон, причем если форма вставки не имеет симметрии, ее контур наносят в обратном (зеркальном) изображении, так как гнездо вырезают с обратной стороны мозаики. Это делают по следующим соображениям. Во-первых, для более плотного соединения гнезда и вставки, так как щель, оставляемая ножом, имеет на нижней (лицевой) стороне шпона меньшую ширину, чем на верхней (ведь резец имеет форму клина). Во-вторых, так как стыки гнезда и вставки заклеивают по лицевой стороне (чтобы после приклеивания мозаики на основу можно было снять клеевую ленту), рисунок на обратной стороне набора при этом остается видимым, не закрытым клеевой лентой.

Гнездо точно по контуру вырезают ножом от руки. Вырезанную внутреннюю часть гнезда накалывают на кончик ножа и вынимают из фона. Если она не вынимается, не следует ее выламывать, нужно сделать повторный рез по контуру гнезда. Под образовавшееся гнездо подкладывают лист шпона, предназначенный для вставки, и находят нужное положение листа, при котором текстура и направление волокон вставки соответствуют задуманным. Прижав левой рукой оба листа шпона так, чтобы они не смещались, кончиком ножа обводят контур гнезда. При этом нож немного наклоняют внутрь гнезда, а его кончик плотно прижимают к стенкам гнезда, чтобы получить точную копию отверстия. На шпоне вставки должен остаться тонкий след от ножа, повторяющий контур гнезда.

По намеченному контуру вырезают вставку приемами, описанными ранее. Шпон, являющийся фоном, и вырезанную вставку переворачивают на лицевую сторону. Вставляют вставку в гнездо, приглаживая стыки концом ручки ножа так, чтобы фон и вставка лежали в одной плоскости. Вставку закрепляют клеевой лентой.

### **Подготовка рисунка для мозаичного набора**

При выборе рисунка для мозаики необходимо учитывать назначение набора – украшение шкатулки, мебели или панно, а также ассортимент имеющихся пород древесины.

Если выбранный рисунок не подходит по размерам, его увеличивают или уменьшают с помощью фотографии, эпидиаскопа или размерной сетки. При изменении размеров рисунка следует учитывать художественные особенности мозаики, нельзя произвольно увеличивать или уменьшать ее размеры. Степень проработки рисунка (количество и размер деталей), достаточная при малом размере, может оказаться недостаточной при его резком увеличении, что сделает мозаику бедной и грубой, а также рисунок большого размера, с большим количеством деталей при уменьшении может оказаться дробным и потеряет свою цельность и выразительность.

При наборе мозаики по выбранному рисунку или собственной композиции порядок работы следующий. Сначала создают эскиз мозаики, после подготовки эскиза, производят тщательный рисунок в карандаше и красках. Переводят тоновой рисунок в штриховой, а затем в контурный. При этом прибегают к некоторой стилизации и обобщению рисунка в связи с особенностями строения древесины: слоистость и хрупкость материала требуют четкости, возможно меньшей кривизны линий, ограничивающих отдельные элементы мозаики.

В рисунке сохраняются наиболее характерные очертания, мелкие детали опускаются, контуры спрямляются. Это относится прежде всего к сюжетному набору, который следует выполнять крупными планами, не дробя его на мелкие детали. Подробности изображения нужно находить в рисунке самой древесины, в полной мере используя графическое богатство ее текстуры (линии, пятна, точки, черточки и др.). На контурном рисунке уточняют цветовые планы детали мозаики, получают рисунок, раскрашенный под деревянную мозаику или условно заштрихованный. Такой рисунок называют подготовительным. При переводе на материал он может быть уточнен в соответствии с текстурой имеющегося шпона.

Подготовительный рисунок переводят на кальку, получая рабочий рисунок. При этом нужно учитывать, что набор ведут по левой (не лицевой) стороне мозаики, и рисунок, не имеющий симметрии, в готовом наборе будет иметь обратное (зеркальное) изображение. Чтобы получить первоначальную композицию, рабочий рисунок прорисовывают с обратной стороны кальки и переводят на будущий фон мозаики в зеркальном изображении. Рисунок в зеркальном изображении должен быть четко прорисован, так как малейшие ошибки в его построении будут заметны при переворачивании изображения.

Прежде чем приступить к изготовлению набора, необходимо подобрать древесину по цвету и текстуре, в полном соответствии с подготовительным рисунком мозаики. Изготовление как орнаментальных, так и сюжетных композиций начинают с набора фона. Если набор представляет собой

натюрморт, то фон набирают из двух кусков шпона разных пород с различным направлением волокон. Направление волокон нижнего куска горизонтальное, верхнего – вертикальное или под углом 45°. Чтобы соединение листов было точным и плотным, их кладут так, чтобы один заходил на другой в месте стыка (внахлест), и прорезают сразу оба листа ножом по линейке. Затем соединяют листы клеевой лентой.

При больших размерах набора фон может быть набран из нескольких кусков шпона, взятых из одной пачки. Соединительный шов должен проходить по волокну древесины, тогда он будет незаметен. Если необходимо нарастить полоску шпона с продольным направлением волокон по длине, поперечный шов делают не прямым, а зубчатым, причем размер и форму зубцов подбирают такими, чтобы в рисунке древесины шов был менее заметен.

Когда фон состоит из нескольких разных по цвету кусков древесины, сначала набирают фон путем врезки его частей в бумагу. На лист плотной бумаги наносят рисунок наиболее крупных частей мозаики, вырезая гнезда в бумаге, постепенно заполняют их шпоном.

Если набранный таким образом фон достаточно светлый, на него через копировальную бумагу переводят рисунок более мелких деталей мозаики, которую затем выполняют способом набора в шпон, вырезая и вставляя сначала более крупные, а затем более мелкие детали.

Если фон темный и след от копировальной бумаги на нем плохо заметен, рисунок не переводят на шпон, а кальку с рисунком приклеивают к шпону, служащему фоном, по верхней его кромке. При вырезании гнезда кальку с рисунком прижимают к фону и прорезают сразу и бумагу, и шпон. Затем кальку с рисунком снимают, под гнездо подкладывают шпон вставки, вырезают и вставляют ее в гнездо. Снова накрывают калькой фон и вырезают следующее гнездо и т. д.

Если размеры набора большие, его неудобно каждый раз переворачивать, чтобы вклеить очередную вставку. Кроме того, хрупкий

шпон при этом может порваться. В таких случаях отдельные фрагменты набора выполняют вне фона, т. е. набирают крупные вставки, состоящие из нескольких мелких. Склеенную вставку накладывают на соответствующее место фона, обводят кончиком ножа по контуру, вырезают гнездо и вклеивают вставку.

В одном наборе не следует использовать шпон, резко отличающийся по толщине, так как это может привести к некачественному приклеиванию набора к основе и затруднит последующую обработку поверхности мозаики.

Готовый набор наклеивают на основу, в качестве которой используют древесностружечные и столярные плиты, фанеру или массивную древесину в виде дощечек (в зависимости от вида украшаемого мозаикой изделия). Поверхность основы должна быть ровной, гладкой, не иметь загрязнений. Для этого ее шлифуют, дефекты в виде вырывов волокон, трещин и т. п. заделывают шпатлевкой.

Для приклеивания набора применяют животные клеи костный и мездровый или клей ПВА. Наносят клей на основу жесткой щетинной кистью или щеткой, равномерно разравнивая его по поверхности в двух взаимно перпендикулярных направлениях.

При наклеивании мозаики на широкую заготовку или щит во избежание коробления на обратную сторону щита наклеивают слой шпона, равный по толщине набору; направление волокон должно совпадать с преобладающим направлением волокон в наборе. Пакет, сформированный из двух облицовок и основы, помещают между двумя металлическими прокладками и кладут в пресс. Если в наборе использован шпон разной толщины, рекомендуется между металлической прокладкой и набором поместить два-три слоя газетной бумаги

### **Контрольные вопросы**

1. Особенности видов мозаики: инкрустации, интарсии, блочной (чертозианской) мозаики, маркетри.
2. Основные способы получения блочной мозаики

3. Виды основного инструмента для выполнения техники «маркетри»
4. Способы изготовления деталей и простейших наборов в технике маркетри
5. Подготовка рисунка для мозаичного набора

## § 22 ЛАЗЕРНАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

Обработка древесины резанием имеет ряд недостатков, к которым можно отнести:

- сложность воспроизведения профилей в труднодоступных местах;
- значительные потери материала при стружкообразовании;
- трение между заготовкой и инструментом; смятие древесины резцами;
- образование сколов, задиров;
- высокий износ инструмента и др.

Этих проблем можно избежать, если заменить инструменты на лазерное излучение. Для обработки древесины применяют промышленные CO<sub>2</sub>-лазеры, поскольку их излучение с длиной волны 10,6-10 м наиболее полно воспринимается древесной поверхностью. Лазерное оборудование используют для резки, маркирования, гравирования древесины и древесных материалов. Для предотвращения возгорания древесины в процессе обработки используют системы обдува зоны обработки сжатым воздухом или азотом.

Как уже отмечалось, древесина состоит из целлюлозы и лигнинов. Эти органические материалы относятся к самым распространенным на Земле. При взаимодействии с энергией лазера эта химическая структура подвергается частичному сгоранию.

Наиболее полезными эффектами применения лазерной энергии к древесине являются абляция материала и изменение материала. Абляция материала представляет собой физический процесс удаления материала. Материал удаляется полностью от верхней до нижней поверхности материала или частично от верхней поверхности до заданной глубины.

Одним из способов обработки древесных материалов является деление древесины лазерным лучом. При обработке древесины лазерный луч оказывает на нее световое давление и вследствие образующегося температурного воздействия превращает все ее элементы в нагретые газы. Газы, обладая большой кинетической энергией, расширяясь, дополнительно действуют на древесину, разрушают ее и вызывают горение. Интенсивность горения древесины снижается при воздействии на древесину лучом в инертном газе (углеродной среде). Динамическое действие расширяющихся газов локализуется при заполнении клеток древесины водой или другим веществом, что сказывается на качестве обрабатываемой поверхности. Удельная работа деления древесины лазером значительно выше удельной работы резания. Поэтому технологическое качество лазерного луча позволяет его использовать как делитель древесины.

Древесина хорошо режется лазером на скорости 5-15 мм/с в зависимости от породы и толщины листа. У древесины из некоторых лиственных пород дерева возможно обугливание края при резке, поэтому материал перед обработкой стоит протестировать, чтобы подобрать наиболее выгодный режим. Также для получения качественного изделия необходимо учитывать размер и направление древесных волокон. Для лазерной резки характерны: высокая степень точности, возможность изготовления мельчайших деталей, следование макету реза.

Степень локализации энергии излучения в обрабатываемом материале служит признаком, по которому различают следующие виды лазерной обработки: перфорование; гравирование; резание; декоративное маркирование.

Перфорирование древесины сводится к выполнению в поверхности заготовки отверстий. Отверстия наносят либо в декоративных целях для создания текстурированной поверхности, либо для повышения восприимчивости древесины к обработке химическими составами (пропитки, смолы, красящие составы и др).

Перфорирование выполняют как в импульсном режиме работы лазера, так и в непрерывном, при мощности излучения от 15 до 100 Вт. Длительность воздействия излучения составляет 100-500 мкс.

Диаметр отверстий – от 0,1 мм до 0,8 мм в зависимости от конкретных режимов обработки и фокусного расстояния линзы относительно поверхности. Диаметр отверстий тем больше, чем больше это расстояние. Глубина зависит от мощности излучения, длины фокуса линзы и длительности импульса.



*Рис.31 Лазерная перфорация*

Гравирование древесины – нанесение на поверхность углублений и канавок различной глубины с целью создания декоративных изображений, надписей, технологических линий и др.

Гравирование с использованием лазера значительно упрощает процесс нанесения на поверхность изделий гравировки по сравнению с ручными методами. С применением АЛТК возможно гравировать орнаменты самой высокой сложности. Гравировать изображения можно как по растровому, так и по векторному принципу. Растровые изображения используют для

гравирования сложных изображений с тоновыми переходами (например, фотографий или пейзажей). Векторные изображения представляют собой орнаменты или композиции, состоящие из сплошных линий и локальных пятен.

При лазерном гравировании древесины излучение, генерируемое лазером, термически воздействует на материал, фактически выжигая область контакта луча с поверхностью и тем самым образуя углубления и канавки. Для гравирования используют лазеры с мощностью излучения 15 - 100 Вт.

Скорость гравирования и, соответственно, производительность напрямую зависят от мощности излучения. Для достижения максимального эффекта фокус линзы при гравировании должен располагаться непосредственно на обрабатываемой поверхности. Обработка при таких режимах позволяет получать толщину линий гравировки – 0,2 мм, глубину – до 3 мм. Отклонение фокусного расстояния от поверхности влияет на глубину и ширину воспроизводимых изображений. Максимальное удаление фокуса от поверхности, при котором возможно гравирование, составляет 5 мм. При максимальном увеличении фокусного расстояния луч лазера, попадающий на поверхность, рассеян, и, соответственно, воздействие его на материал ослаблено. Ширина линий при этом может достигать 1 мм, глубина – не более 1 мм. Изменять фокусное расстояние и мощность воздействия луча на поверхность в широком диапазоне значений можно также с помощью набора сменных линз.



*Рис.32 Лазерная гравировка*

Операция резания древесины выполняется по тому же принципу, что и гравирование, только мощность излучения должна быть выше, чем при гравировании. Для резания большинства материалов используют лазеры мощностью 250-300 Вт, для разрезания нескольких слоев фанеры можно применять лазеры мощностью до 1000 Вт. При повышении мощности излучения глубина воздействия на материал увеличивается, позволяя получать сквозной рез на заготовках толщиной до 17 мм. Толщина разрезаемых заготовок зависит от состава материала (цельная древесина или плитные древесные материалы), от мощности излучения, состояния поверхности материала (на качество обработки во многом влияет цвет поверхности, поскольку более светлые заготовки имеют большую отражательную способность, и следовательно, воздействие на них ослаблено).

Резание шпона позволяет получать высококачественные элементы для наборных композиций: интарсии (инкрустации древесины элементами из шпона), маркетри (декоративная мозаика из элементов различного цвета).

Маркирование – это изменение поверхностных свойств материала за счет ослабленного воздействия (химического, механического, термического). При маркировании практически не снимается слой материала, а внешний эффект достигается за счет сочетания обработанной и необработанной поверхностей материала.

Лазерное маркирование выполняют расфокусированным лучом при расположении фокуса на расстоянии свыше 5 мм от поверхности материала. При воздействии рассеянного излучения поверхностный слой материала (глубиной до 4 мм в зависимости от дальности расположения фокуса относительно поверхности) претерпевает слабое термическое воздействие, что ведет к изменению шероховатости, отражательной способности и цвета поверхности. Ширина зоны воздействия лазерного луча может достигать значений от 4 до 25 мм.

Для получения четкого контура изображения маркирование древесины иногда выполняют по шаблонам, выполненным из листов металла. Сочетание приемов маркирования и гравирования разной степени воздействия в пределах одной поверхности за счет регулирования высоты фокуса позволяет расширить возможности декорирования изделий из древесины и древесных материалов.

Лазерная обработка позволяет получать гравировку высокого качества, без механических повреждений, характерных для механического резания: заусенцев, задиров, ворса. Линии реза обладают характерным темным оттенком, обусловленным наличием на поверхности обработки продуктов сгорания древесины, что создает дополнительный декоративный эффект.

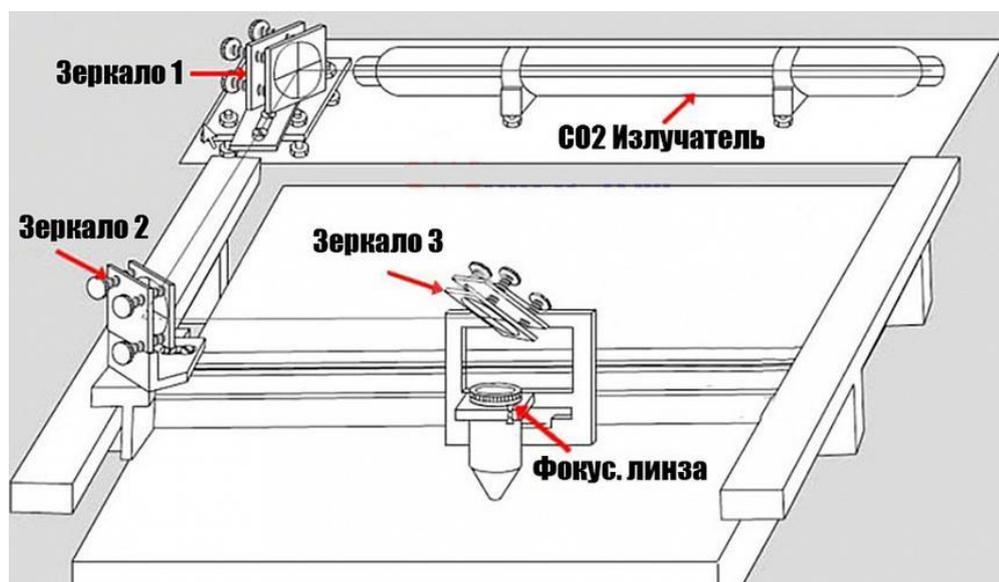
Точность лазерной резки зависит от характеристик лазерного станка и качества материала. Средняя точность реза составляет не менее 0,1 мм. Ширина реза составляет 0,2-0,4 мм (зависит от характеристик конкретного лазерного луча; можно уменьшить ширину реза на выходе луча до меньших значений, но при этом пострадает качество самого реза). Скорость лазерной

резки определяется качеством оборудования и материала, поэтому ее необходимо определять отдельно для каждого случая.

Устройство лазерного станка включает в себя следующие элементы: управляющую систему, координатный стол, «летающую оптику», лазерную лампу, вспомогательные устройства.

Система управления является «мозгом» станка. Она обрабатывает загруженные в память устройства файлы, управляет моторами, лазером и периферическими устройствами.

Координатный стол необходим для максимально точного позиционирования фокусирующего элемента (рис.33). Позиционирование происходит относительно самого изделия. От данной составляющей устройства зависит много характеристик конечного изделия: точность контуров, скорость работы при контурном рисовании и гравировке, а также общее качество полученной детали.



*Рис. 33 Координатный стол*

За несущую функцию отвечает корпус станка либо станина. По этой причине к ней выдвигаются особые требования относительно жесткости и геометрической точности. Для обеспечения плавного и при этом точного движения подвижных частей на станину устанавливаются направляющие. Важно обращать внимание на качество направляющих, поскольку от них

зависит нагрузка на приводящую часть всей конструкции и долговечность лазерного станка.

Приводом, который передает усилие с мотора на подвижные детали, могут быть зубчатые ремни или шарико-винтовые пары. Есть много вариантов, позволяющих сконструировать приводы. Каждый из них отличается рядом преимуществ и выбирается исходя из сферы применения лазера. Движение конструкции обеспечивает мотор, на каждую ось стола он отдельный.

Главным управляющим элементом является контроллер. Программа передается ему через компьютер, а затем перемещает зеркала летающей оптики посредством координатного стола.

<https://vektorus.ru/blog/ustrojstvo-lazernogo-stanka.html>

«Летающая оптика» – это система зеркал, каждое из которых покрыто составом, уменьшающим рассеивание энергии луча. Система зеркал устанавливается на подвижных деталях координатного стола. Это необходимо для того, чтобы излучение лазера попадало в точное место на материале. Как только луч покидает излучающий элемент, он встречается с неподвижным зеркалом. При этой встрече луч сменяет траекторию движения.

Чтобы сохранить энергию луча, зеркало обработано специальным составом и отполировано (иногда вместо полировки используют состав, направленный на уменьшение рассеивания). После отражения от неподвижного зеркала луч направляется ко второму зеркалу, оно уже подвижное и направляет луч к третьему зеркалу. Это зеркало направляет луч в линзу.

Диаметр луча в некоторых случаях достигает 10 мм, всё зависит от мощности элемента излучения. Линза направляет энергию луча в мельчайшее пятно, диаметр которого не превышает 0,2 мм., и в итоге вся энергия сосредотачивается на этом пятне.

Излучающим элементом в лазерных станках чаще всего выступают стеклянные лампы. Лазерные лампы наполняют газовыми смесями, основу которых составляют углекислоты. При включении лазера на электроды подается высокое напряжение, которое и приводит к образованию тлеющего разряда.

В разряде электроны двигаются по электроду (от положительно заряженного до отрицательного). Как только происходит перенасыщение энергией, начинается свечение (происходит за счет выделения фотонов). Фотоны инерционно пролетают электрод и отражаются в полупрозрачном зеркале. Затем они двигаются ко второму, непрозрачному зеркалу. Во время этого движения происходит столкновение фотонов с электронами, в результате которого выделяются себе подобные элементы.

Расстояние между зеркалами специально рассчитано, чтобы добиться резонанса системы, в результате чего энергия фотонов увеличивается до такой степени, что зеркало уже не в состоянии их удерживать. Такой поток энергии приводит к излучению лазера. Фотоны в этот момент летят в одном направлении, не сталкиваются друг с другом.

Вспомогательные устройства позволяют работать лазерному станку в течение длительного срока и без перебоев. Вспомогательные устройства включают в себя следующие элементы:

- охладительное устройство, т.к. во время работы излучающего элемента образуется много тепла, которое может повредить трубку. Отвод тепла обеспечивается теплоносителем и чиллером (холодильной установкой).
- воздушный компрессор – элемент, поддерживающий бесперебойную работу. Первая его функция – обеспечить необходимое давление, позволяющее продуктам горения выходить из линзы, вторая функция – продувание места разрезания древесины лазером.
- вентиляционные устройства, используемые для удаления продуктов горения и характеризующиеся высокой производительностью (не меньше 600 м<sup>3</sup> в час).

У сфокусированного луча много энергии, которой хватает для проникновения в материал и его резки. В том месте, где воздействует луч, меняется структура самого материала, что приводит к его исчезновению. В этом случае разница с механической резкой заключается в том, что при работе с лазером материал испаряется, а при механической обработке превращается в стружку.

Все виды древесины отлично поглощают энергию CO<sub>2</sub>-лазера (длина волны – 10,6 мкм). Когда древесина поглощает энергию лазера, она быстро преобразует оптическую энергию в молекулярные колебания (тепло). Достаточный уровень нагревания приводит к быстрому разложению и сгоранию. Материал, непосредственно попадающий в зону лазерного луча, удаляется в виде пара и мелкодисперсных частиц. Материал, расположенный за пределами зоны воздействия лазера, поглощает некоторое количества тепла, но его недостаточно для глубокого и полного сгорания и абляции. Эту область термического воздействия часто называют зоной теплового воздействия (ЗТВ). Состояние поверхности будет варьироваться от темной и липкой до черной и закопченной. Некоторые из этих продуктов сгорания являются водорастворимыми. Это означает, что темный налет можно частично удалить водой и мягкой ветошью или пластиковой щеткой.

При использовании технологии для абляции материала прилагается энергия, достаточная для испарения значительного количества материала. При этом остается темный налет, вызванный частичным сжиганием древесных волокон, как обсуждалось ранее. Уменьшая мощность лазера, древесину можно затемнить без существенного удаления материала. Это один из типов изменения материала, который применяется для лазерного маркирования изделий из дерева.

Если хватает мощности лазера, луч проходит полностью и образует сквозное отверстие. В этом случае речь идет о сквозной резке. Для этого подходят материалы с небольшой толщиной. Если же материал

более толстый, лазер оставляет на его поверхности следы. Здесь получаем гравировку.

Лазерная гравировка представляет собой процесс, в ходе которого осуществляется удаление материала с верхней поверхности до заданной глубины. Это возможно благодаря точной регулировке лазерной модуляции. Непрерывно изменяя мощность лазера, лазерную гравировку можно использовать для нанесения текстур, фотографий и информации в виде текста и цифр. В этом примере показано, как можно регулировать энергию лазера для удаления материала на контролируемую глубину. При гравировании древесины образуется шлам, как при резьбе по дереву. При высушивании этот шлам затвердевает. Часто бывает желательно очистить верхнюю поверхность и оставить шлам сохнуть в рисках гравировки, так как это повышает контрастность. Однако, чтобы улучшить внешний вид и подчеркнуть текстуру древесины, после гравировки поверхность можно очистить с помощью воды.

Когда лазерная энергия используется для создания идентификационных меток, считываемых человеком и/или устройством, или информации на материале (например, штрих-кода, кода даты/партии, серийного номера или номера детали), этот процесс называется лазерной маркировкой.

Наибольшее распространение технологии обработки древесины с применением лазерного луча получили в лазерно-копировальных станках. Они предназначены для лазерной резки древесины бесконтактным способом. Резка осуществляется высокоточным инструментом (лазерной головкой). Станки позволяют получать детали любой сложности. Лазерно-копировальные станки осуществляют не только сквозное резание, но и поверхностную обработку, сверление, перфорирование, гравирование. На таких станках возможно получение объемной 3Э-модели, которая получается путем сканирования лазерным лучом по прототипу изделия.

Принцип действия лазерно-копировальных станков основан на считывании цифровой матрицей отраженного лазерного луча от поверхности изделия и преобразовании его в цифровой код. После получения кода программное обеспечение станка создает объемную 3D-модель или растровый рисунок с полутенями.

В состав лазерно-копировальных станков входит рабочий стол, изготовленный из термостойкого материала, который обеспечивает долговечность в эксплуатации и повышенную устойчивость к деформации. Конструкция стола позволяет регулировать толщину обрабатываемого материала в автоматическом или ручном режиме. Возможность протяжки заготовки сквозь станок позволяет обрабатывать крупные заготовки. Лазерная головка представляет собой колбу с жидкостным охлаждением, заполненную CO<sub>2</sub>. Разреженность газа обеспечивает оптическую однородность среды с низким коэффициентом преломления.

Лазерная головка позволяет добиться необходимой плотности луча для выполнения различных операций. Позиционирование луча контролируется при помощи ЧПУ, что обеспечивает высокое качество обработки материала. Точность перемещения лазерной головки осуществляется при помощи прецизионных шаговых двигателей увеличенной мощности.

Для обеспечения необходимого температурного режима лазерной головки, в станках установлена система водяного охлаждения. Система поддерживает нужную температуру работы лазера вследствие действия в системе термостата и радиатора с принудительным охлаждением.

Процесс резания с вынужденными колебаниями инструмента или обрабатываемого объекта называется вибрационным резанием. Одним из способов вибрационного резания является применение тонких полосовых пластинок. При этом способе нож-пластинка, раздвигая частицы древесины, внедряется по заданному направлению. При этом резец боковыми поверхностями деформирует древесину.

Резанием ножом-пластинкой без зубьев удастся получить направленный рез в заготовке толщиной до 20 мм при резании вдоль волокон прямослойной древесины. При поперечном и продольном делении в случае непрямослойной древесины возможно раскалывание по волокнам.

Другим способом вибрационного резания является процесс вибрационного пиления тонкой полосовой пластинкой с зубчатой режущей кромкой. При этом способе возможно пиление поставом пил. При вибрационном делении материала и вибропилении уменьшается трение между инструментом и древесиной. Пиление без развода и плющения позволяет уменьшить пропил. Вибрационное пиление может быть применено при распиловке заготовок на паркетные, карандашные и тарные дощечки.

Вибрационное резание древесины может найти применение для получения высококачественной поверхности путем вибрострогания, виброшлифования, вибролущения, вибродолбления и вибросверления.

Одним из перспективных направлений технологий деревообработки является деление древесины гидравлической струей. Гидравлическая струя, вытекающая из генератора с большой скоростью (1000–3000 м/с и выше), обладает большим запасом кинетической энергии. При такой скорости струя способна резать древесину подобно твердым инструментам.

Исследования гидравлического способа окорки, резания и измельчения при помощи тонких водяных струй высоких и сверхвысоких давлений проведены у нас и за рубежом. Измельчение древесины струями является комплексным процессом, зависящим от динамических качеств струи, физико-механических свойств древесины и условий взаимодействия струи с древесиной.

Процесс измельчения древесины происходит тогда, когда критическое давление струи приближается к твердости древесины в направлении действия струи. Дальнейшее увеличение давления струи обеспечивает рост глубины внедрения струи в древесину и производительность измельчения без существенного изменения качества. В зависимости от удельного расхода

воды, а также производительности, наиболее эффективным является удельные давление гидравлических струй от 80 МПа и выше. По энергоемкости оптимальным является диаметр струи – 1,2 мм, так как процесс резания древесины происходит на минимальных расстояниях от насадки.

### **Контрольные вопросы**

1. Устройство лазерного станка
2. Способы вибрационного резания
3. Виды приводов, использующиеся в лазерных станках
4. Принцип действия лазерно-копировальных станков
5. Сущность процесса деления древесины гидравлической струей

### **§ 23 ВИДЫ ОТДЕЛОЧНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ДРЕВЕСИНЕ**

Под отделкой изделий понимают создание на поверхности древесины защитно-декоративных покрытий с помощью лакокрасочных и пленочных материалов. Отделка, представляющая собой завершающий этап изготовления изделий, является в то же время одним из основных средств их художественной выразительности. Основное назначение отделочных покрытий – защита поверхности древесины от загрязнения, непосредственного воздействия света, влаги и воздуха. Одновременно твердые покрытия в известной мере защищают поверхность древесины (особенно невысокой твердости) от механических повреждений.

Защитные свойства покрытий зависят от таких факторов, как природа и свойства пленкообразователя, толщина покрытия, наличие в покрытии пигментов и др. Показателями этих свойств, которые определяются при испытаниях покрытий, являются: адгезия к поверхности древесины, твердость и эластичность, стойкость к воздействию тепла, света, влаги, химических реагентов, морозостойкость, прочность на истирание, царапание, удар и т. д. Декоративность покрытий определяется их оптическими свойствами, такими, как прозрачность, цвет и блеск.

Отделочные покрытия на древесине подразделяются на два основных вида: прозрачные и непрозрачные (укрывистые). Прозрачные покрытия применяют преимущественно для изделий из древесных пород, обладающих красивой текстурой, и изделий, эксплуатируемых в отапливаемых помещениях (мебель, элементы интерьера и др.). Непрозрачными покрытиями отделывают изделия из хвойных или недорогих лиственных пород, строение древесины которых не отличается красотой рисунка, а также изделия, к которым предъявляются высокие требования в отношении защитных свойств покрытий, например деревянная посуда и утварь, изделия, эксплуатируемые на открытом воздухе.

Прозрачные покрытия должны быть по возможности бесцветными, поскольку в большинстве случаев древесина обладает красивым цветом, и желательно, чтобы ее натуральный цвет не искажался покрытием. Цвет непрозрачных покрытий на древесине варьируется в широком диапазоне и характеризуется цветовым тоном, насыщенностью и светлотой.

Наиболее сложным по структуре является высококачественное непрозрачное лакокрасочное покрытие, применяемое при отделке изделий из древесины хвойных и мягких лиственных пород, а также из древесностружечных и древесноволокнистых плит. Поверхностный слой этих материалов является довольно рыхлым, кроме того, на поверхности часто имеются неровности в виде вмятин, заколов, трещин, не вполне сросшихся сучков и др.

Для предотвращения впитываемости краски и снижения ее расхода в качестве первого слоя наносят более дешевые составы, называемые грунтовками. Они как бы проклеивают поверхность, однако не могут закрыть крупных неровностей. Для уничтожения местных неровностей перед окраской делают местное шпатлевание, т. е. заполняют углубления подмазочной массой – шпатлевкой. Чтобы получить более ровную поверхность, наносят сплошным слоем более жидкую шпатлевку. После высыхания шпатлевки поверхность шлифуют и покрывают краской или

эмалью. Полученное таким образом покрытие обладает высокими защитными и декоративными качествами, однако отличается высокой трудоемкостью и длительностью технологического процесса.

Значительно проще и быстрее можно получить непрозрачное покрытие путем наклеивания готовой непрозрачной пленки, например поливинилхлоридной, на предварительно выровненную шпатлеванием поверхность древесины или древесностружечной плиты. Лицевая сторона таких пленок обычно имеет тиснение и рисунок, имитирующий натуральную древесину. Прозрачное лакокрасочное покрытие можно получить нанесением на поверхность одного или нескольких слоев прозрачного лака. Если при этом нужно изменить натуральный цвет древесины, ее предварительно обрабатывают раствором красителя .

Для уменьшения расхода лака и снижения стоимости' отделки поверхность предварительно грунтуют, используя для этого более дешевые прозрачные лаки или специальные грунтовки. Если древесина имеет крупные поры, их заполняют с помощью грунтовочных составов, содержащих порошки наполнителя – порозаполнителей.

Таким образом, для создания отделочных покрытий используют различные материалы: лаки, краски, грунтовки прозрачные и непрозрачные, порозаполнители, шпатлевки, клеи и отделочные пленки. Все эти материалы, в свою очередь, представляют собой более или менее сложные композиции из ряда исходных веществ, к которым относятся: пленкообразующие вещества, растворители, пластификаторы, красящие вещества, наполнители и др. Кроме основных материалов, формирующих пленку, при отделке применяют вспомогательные материалы, не входящие в состав отделочного покрытия: отбеливающие и обессмоливающие составы, составы и материалы для шлифования, полирования и разравнивания покрытий, удаления с их поверхности жировых пятен.

Процесс отделки деревянных изделий лакокрасочными материалами состоит из следующих этапов:

1. Подготовка поверхности к отделке.
2. Нанесение одного или нескольких слоев лакокрасочных материалов с последующей сушкой и шлифованием;
3. Выдержка покрытий до полной их стабилизации; облагораживание поверхности покрытий.

### **Подготовка поверхности к отделке**

Поверхность древесины, предназначенной для отделки, должна быть гладкой и ровной. На ней не должно быть загрязнений, жировых пятен, смолы. Для выравнивания поверхности применяют шлифование древесины мелкозернистыми шкурками (16–8). Эта операция выполняется при повторной машинной обработке и не относится к отделке.

К подготовительным операциям, выполняемым в отделочных цехах, относятся: удаление пыли после шлифования, отбеливание, обессмоливание, удаление ворса.

*1. Отбеливание* древесины применяют при неравномерной естественной окраске или потемнении ее под влиянием внешних факторов, при наличии пятен, возникших в результате сушки, механической обработки, а также при необходимости получения особо светлой древесины. Наиболее употребительными отбеливающими средствами являются пероксид водорода и щавелевая кислота.

Технический пероксид водорода (пергидроль) выпускается в виде водного раствора 27,5-40%-ной концентрации или в виде таблеток белого цвета (гидроперит). Для отбеливания применяют растворы 10–20%-ной концентрации. Для усиления отбеливающего действия пероксида водорода к нему добавляют водный раствор аммиака (нашатырного спирта). Наиболее часто употребляют состав, включающий 20%-ный раствор пероксида водорода и 20%-ный раствор аммиака в соотношении 10:1.

Щавелевую кислоту используют для отбеливания в виде 5–10%-ного водного раствора. Рекомендуются для древесины дуба, бука, березы. Для отбеливания может также применяться универсальный отбеливатель для

тканей, выпускаемый в мелкой расфасовке в виде белого порошка. Его применяют в виде 20-25%-ного раствора. Технология отбеливания заключается в нанесении вручную тампоном или кистью отбеливающего состава на участки поверхности (из расчета 50 мл на 1 м).

При использовании для отбеливания пероксида водорода на таких породах, как бук, дуб, ясень, отбеливатель наносят два-три раза с промежуточной выдержкой 10 мин. Время выдержки после последнего нанесения – до 48 ч.

При использовании щавелевой кислоты процесс отбеливания протекает более быстро. Количество нанесений – одно, время выдержки – 10 ч.

Отбеливающие составы могут вызвать ожоги кожи и глаз, а пары их – раздражение слизистых оболочек. При выполнении операции отбеливания глаза должны быть защищены предохранительными очками, а руки – резиновыми перчатками. Хранят растворы в стеклянной посуде с притертыми пробками, исключая прямое воздействие солнечных лучей.

Перед нанесением лака отбеленную поверхность следует слегка шлифовать мелкозернистой наждачной бумагой, так как отбеливающие составы поднимают ворс древесины.

При применении щавелевой кислоты поверхность должна быть нейтрализована слабым щелочным раствором.

При отбеливании шпона его погружают в раствор отбеливателя и выдерживают в нем до 10 ч. Затем шпон промывают в теплой воде и высушивают.

2. *Обессмоливание* поверхности применяют при прозрачной и непрозрачной отделке древесины хвойных пород, содержащих значительное количество смолы. Наличие смолы затрудняет крашение древесины, а также ухудшает качество лакокрасочного покрытия. Составы для обессмоливания по их действию разделяют на растворяющие и омыляющие. К растворяющим составам относятся органические растворители: спирт этиловый, ацетон, бензин. Обессмоливание заключается в растворении находящейся на

поверхности древесины смолы и последующем удалении смоляного раствора. В связи с огнеопасностью и токсичностью органических растворителей для обессмоливания чаще пользуются омыляющими средствами – растворами щелочей. Смола образует со щелочью растворимые мыла, легко удаляемые водой.

Для обессмоливания применяют такие щелочи: углекислый натрий (кальцинированная сода) – белый порошок, растворяющийся в воде с образованием легкой мути; углекислый калий (поташ) – порошок или комки белого цвета, хорошо растворяющийся в воде, (очень гигроскопичен); едкий натр (каустическая сода) – твердая сплавленная масса или растворы различной концентрации. При обессмоливании поверхность древесины обрабатывают горячим 5-6%-ным раствором поташа или кальцинированной соды или 4-5%-ным раствором едкого натра.

Под воздействием щелочей древесина темнеет, поэтому при прозрачной отделке такой способ применяют лишь в случае последующего окрашивания поверхности в относительно темные тона.

3. *Удаление ворса.* После циклевания и шлифования древесины на ее поверхности имеются ворсинки в виде не вполне отделенных от поверхности и приглаженных волокон. При нанесении составов, содержащих воду (красители) или растворители, в которых набухает древесина, эти волокна поднимаются после сушки, и поверхность становится шероховатой. Ворс необходимо удалить до крашения и нанесения лака.

Для удаления ворса поверхность древесины смачивают теплым 3-5%-ным раствором столярного или другого клея. После высыхания поднявшийся и ставший жестким ворс сошлифовывают мелкозернистой отработанной шкуркой. Удалять ворс не требуется, если первым слоем наносится слой грунтовки или порозаполнителя, не вызывающих набухания древесины.

#### Контрольные вопросы

1. Виды отделочных покрытий на древесине и их назначение.

2. Сущность подготовки поверхности к отделке.
3. Средства обессмоливания поверхности древесины.
4. Способы удаления ворса на древесине

## § 24 ОКРАШИВАНИЕ ДРЕВЕСИНЫ

Окрашивание применяют для усиления естественного цвета древесины, выравнивания его при неравномерной окраске, придания нового цвета поверхности, для чего используют красители и протравы.

Красители – растворимые органические красящие вещества естественного происхождения или синтетические. Красители должны быть светостойкими, обладать ярким цветом, высокой дисперсностью (способностью глубоко проникать в древесину), не вуалировать текстуру древесины и легко растворяться в воде, спирте, ацетоне и других органических растворителях. В качестве естественных красителей издавна применяют отвары из листьев, цветов и плодов растений, например, отвар из кожуры грецких орехов; отвары кофе, чая, цветов шафрана и др.

Синтетические красители – сложные органические вещества, получаемые из каменноугольной смолы. Они подразделяются на прямые, основные, кислотные, нигрозины и др.

В мебельном производстве применяют преимущественно кислотные красители. Они окрашивают древесину в яркие и чистые тона и обладают удовлетворительной светостойкостью. Красители этой группы хорошо растворимы в воде, их можно смешивать между собой. Химической промышленностью выпускаются готовые смесевые красители для дерева под номерами, наибольшее применение из которых имеет: красновато-коричневые № 3 и 4 – для окрашивания в тон красного дерева, светло-коричневые – № 5, 6, 7, 16 и 17 – для крашения в тон светлого ореха, темно-коричневые № 8, 9 и 15 – для крашения в тон темного ореха.

Водорастворимые красители применяют в виде растворов 1-4%~ ной концентрации. Для смягчения жесткости воды добавляют 0,1%

кальцинированной соды. Воду для растворения красителя нагревают до температуры 80-95° С. После полного растворения красителя раствор охлаждают до 30-40° С и фильтруют через четыре слоя марли. Чтобы получить ровное и глубокое окрашивание древесины, в раствор рекомендуется вводить 2-4% нашатырного спирта.

Из спирторастворимых красителей применяют красный светопрочный № 32, красновато-коричневый № 33 и орехово-коричневый светопрочный № 34. Они предназначены для крашения древесины и подкраски мебельных лаков. Применяются в виде 0,1– 0,5%-ных растворов в этиловом спирте. Из других красителей необходимо отметить нигрозин– черный краситель. Спирторастворимый нигрозин светостоек и применяется для окрашивания политуры и лаков. Водорастворимый нигрозин малосветостоек и применяется для крашения древесины.

Протравы – это некоторые неорганические соли и основания, вступающие в химическое взаимодействие с дубильными веществами, содержащимися в древесине, в результате чего образуются цветные соединения. Породы, не содержащие дубильных веществ, также могут окрашиваться протравами, если их предварительно обработать такими веществами, как экстракт дубовый дубильный, резорцин, пирогаллол, пирокатехин.

Применяют протравы в виде 0,5-5%-ных водных растворов. Окраска получается прочной, водо- и светостойкой, текстура древесины не вуалируется, а проявляется. Примером действия протрав в естественных условиях может служить окраска мореного дуба.

Недостаток протрав как красящих веществ – ограниченное количество получаемых цветовых тонов, а также зависимость цветового тона от колебаний химического состава древесины (содержания дубильных веществ), поэтому результаты, полученные на одном изделии, могут оказаться невозпроизводимыми на другом. Протравы применяют лишь в

индивидуальном производстве, в мозаичных работах, при реставрации мебели и других изделий.

Крашение древесины может быть поверхностным или глубоким, осуществляемым методом глубокой пропитки. Последнее часто применяют для изменения цвета шпона в маркетри. При отделке деталей или изделий в собранном виде применяют поверхностное крашение, при котором краситель проникает в древесину очень неглубоко – на глубину 0,1–0,2 мм.

Наносят краситель на поверхность древесины разными способами: вручную (тампоном, кистью и др.), распылением, окунанием, вальцами. Вручную раствор наносят с избытком широкими мазками вдоль волокон древесины. Примерно через 1 мин после нанесения избыток красителя убирают, протирая поверхность отжатым тампоном поперек волокон. На вертикальные поверхности наносить раствор начинают снизу так, чтобы образующиеся потеки стекали всегда по уже окрашенной влажной поверхности. Ручной способ крашения прост, но мало производителен т.к., поверхность сильно увлажняется и требует сушки в течение 2 ч и более. После сушки необходимо шлифовать (протирать) поверхности для снятия поднявшегося ворса древесины.

Пневматическое распыление красителей осуществляют с помощью краскораспылительной установки и краскораспылителей. Раствор красителя подается на распыление из стаканчика распылителя или красконагнетательного бачка. Пневматическое распыление выполняют широким плоским факелом; при этом раствор сначала наносят вдоль волокон древесины таким образом, чтобы каждая последующая полоса перекрывала предыдущую, а затем поперек волокон. Количество нанесений (два-три) зависит от концентрации раствора и тона окраски.

Существуют два способа крашения пневматическим распылением – сухое и полусухое. Сухое крашение производят при высоком (0,5-0,6 МПа) давлении воздуха и малой подаче раствора к соплу распылителя. При этом происходит интенсивное испарение воды и частицы красителя попадают на

поверхность почти сухими. Наносимый затем слой лака закрепляет краситель на поверхности. Преимущества этого способа в том, что не поднимается ворс древесины и не требуется длительной сушки перед лакированием.

Полусухое крашение производят при давлении 0,3-50,4 МПа и большей, чем в первом случае, подаче раствора красителя. При этом поверхность древесины увлажняется и ее надо подсушивать.

### **Грунтование и порозаполнение древесины**

Грунтование производят как при прозрачной, так и при непрозрачной отделке. В первом случае применяют прозрачные (столярные) грунтовки – нитрокарбамидные БНК, НК; полиэфирные ПЭ-0211, ПЭ-0155; эмульсионные на основе ПВАД и др., во-втором – непрозрачные (малярные) грунтовки: глифталевые ГФ-020, 138, поливинилацетатную ВЛ-02 и др.

Грунтовки – это составы, образующие нижний слой отделочного покрытия. Основное назначение грунтовок – снижение впитывающей способности подложки, сокращение расхода лаков, повышение качества отделки. Некоторые грунтовки имеют специальные функции – создание цветного фона под печать текстуры древесины, повышение электропроводимости древесины для последующего лакирования в электростатическом поле и др. В состав грунтовок для древесины входят пленкообразователи, растворители, поверхностно-активные вещества и специальные целевые добавки.

В качестве пленкообразователей в грунтовках используют нитролаки, смолы синтетические (карбамидные, полиэфирные) и натуральные (канифоль), клеи (столярный, казеиновый, ПВА), олифу, в качестве растворителей – воду, спирты, скипидар, уайт-спирит и др. Поверхностно-активные вещества выполняют роль эмульгатора в том случае, когда в состав грунтовки входят вода и масло, а также способствуют лучшему растеканию грунтовки и впитываемости в древесину. В качестве специальных добавок чаще всего применяют красители и тонко измельченные пигменты.

Грунтовочные составы наносят кистью или тампоном, пневматическим распылением, накатом на вальцовых станках и наливом. Ручные методы нанесения применяют при мелкосерийном производстве или в мастерских по ремонту мебели и других изделий. При этом используют малотоксичные эмульсионные грунтовки.

Независимо от последующего вида покрытия (прозрачное или непрозрачное) грунтовки следует наносить только вдоль волокон древесины. При этом необходимо обращать внимание на равномерность покрытий по толщине по всей поверхности, особенно при грунтовании под прозрачное покрытие. Загрунтованные поверхности после сушки шлифуют абразивными шкурками зернистостью 4,5,

Порозаполнение, выполняемое вручную, иногда включается в процесс прозрачной отделки деталей и изделий из крупнопористых пород древесины при ремонте или реставрации мебели и других изделий.

Порозаполнители – это составы, которые, в отличие от грунтовок, не только формируют начальный слой отделочного покрытия, но и заполняют поры древесины крупнопористых пород, таких, как дуб, ясень, орех. Они представляют собой суспензии наполнителей и пигментов в растворах смол и высыхающих масел с добавкой сиккативов (веществ, ускоряющих высыхание масел). Такая суспензия должна обладать стабильностью, т. е. не расслаиваться при употреблении, легко растираться по поверхности древесины и заполнять ее поры. Излишки порозаполнителя должны легко удаляться с поверхности. При высыхании порозаполнитель должен давать возможно меньшую усадку. Примерный состав такого порозаполнителя следующий (% по массе): олифа натуральная – 35; уайт-спирит – 4,5; керосин – 3; 5-ый водный раствор буры – 5; трепел (наполнитель) – 52,5. Водный раствор буры служит эмульгатором состава, керосин – для лучшего удаления излишков порозаполнителя.

При нанесении порозаполнителя с помощью поролоновой губки производят его втирание равномерно по всей поверхности, затем удаляют

излишки, тщательно протирая поверхность мешковиной поперек волокон древесины.

### **Шпатлевание древесины**

Шпатлевание – процесс выравнивания поверхности древесины шпатлевками в процессе непрозрачной отделки. Шпатлевки – смесь пигментов, минеральных наполнителей и связующих веществ. Наполнителями в шпатлевках служат барий, кремнезем, мел, тальк, каолин и др. В качестве связующих используют лаки, клеи, олифы.

Шпатлевки подразделяются на густые, предназначенные для заполнения местных углублений, трещин, сколов (местное шпатлевание), и жидкие, применяемые для сплошного выравнивания поверхности (сплошное шпатлевание). Шпатлевки должны быть однородными по консистенции, обладать хорошей адгезией как к древесине, так и к последующим слоям лакокрасочного покрытия, легко наноситься вручную (шпателем) или распылением, образуя ровное покрытие, не подвергающееся растрескиванию и значительной усадке, быть водостойкими и легко шлифоваться.

В производстве мебели и других изделий наибольшее распространение получили быстросохнущие нитроцеллюлозные шпатлевки НЦ-0038, НЦ-008 и др. Они содержат около 70% сухих веществ, применяются для заделки мелких дефектов и сплошного шпатлевания поверхности под нитроэмали. Время сушки при температуре 18...20 °С – 2,5 ч. Шпатлевки токсичны и пожароопасны, что обусловлено свойствами входящих в их состав растворителей: бутилацетата, толуола, ацетона и др.

Клеевые шпатлевки применяют в основном для местного шпатлевания. Их готовят на месте потребления путем смешивания наполнителей (плавленый мел, древесная мука и др.) с 30-35%-ным раствором столярного или казеинового клея. Для придания шпатлевке большей пластичности и прочности в нее добавляют олифу в количестве 15-.20% от массы клеевого раствора.

Клеевые шпатлевки имеют хорошую адгезию к древесине, быстро сохнут, но покрытия их более хрупки и неводостойки. Применяются под любые краски и эмали.

Масляные шпатлевки водостойки, но медленно сохнут и имеют недостаточную адгезию к древесине. Применяют их под масляные краски и эмали. Приготавливают на месте потребления путем смешивания измельченного мела с клеевым раствором и олифой.

Нитроцеллюлозные, клеевые и масляные шпатлевки содержат значительное количество летучих растворителей и поэтому дают большую объемную усадку при высыхании. Вследствие этого они требуют неоднократного нанесения для выравнивания поверхности.

В этом отношении преимуществом обладают шпатлевки на основе синтетических смол: карбамидные, полиэфирные, эпоксидные и др. Их отверждение происходит в результате полимеризации под действием отвердителей. Жизнеспособность ограничена (1,5-3 ч). Наносят их преимущественно на древесностружечные плиты под эмалевые покрытия.

При местном шпатлевании густые пастообразные шпатлевки наносят вручную шпателем – тонкой металлической пластиной с заостренной кромкой. Глубокие неровности (заколы, вмятины, трещины и т. п.) заполняют многократно, так как в результате усадки углубления оказываются не совсем заполнены. После высыхания зашпатлеванные места шлифуют шкуркой зернистостью 5, 6.

Сплошное шпатлевание выполняют шпатлевками более жидкой консистенции вручную или механизированными способами – распылением, наливом. При ручном нанесении, которое производят сначала кистью, а потом шпателем (удаление избытков шпатлевки), трудно добиться равномерности слоя, особенно на больших поверхностях. Чаще всего применяют метод распыления или налива.

При нанесении распылением и наливом вязкость нитрошпатлевок 45-60 с. Их наносят в два слоя с промежуточной сушкой и шлифованием.

## Контрольные вопросы

1. Виды красителей, используемых при окрашивании древесины
2. Достоинства и недостатки протравы
3. Способы грунтования и порозаполнения древесины
4. Назначение шпатлевания и виды шпатлёвок

## § 25 ЛАКИРОВАНИЕ ДРЕВЕСИНЫ

Великий Антонио Страдивари всю свою жизнь посвятил одной цели – добиться максимальной чистоты звучания скрипки. Состав и способ покрытия играли в этом первостепенную роль. Однако во времена мастера использовался лишь масляный лак, секрет изготовления которого передавался из поколения в поколение. Стремительное развитие технологий дает нам широкий выбор материалов для покрытия изделий, в том числе и лаков.

Многие виды изделий на завершающем этапе изготовления необходимо покрыть лаком. Важность этой процедуры сложно переоценить. Лакирование выполняет ряд важных функций: придает работе законченный вид, более того, покрытие лаком способно скрыть дефекты и огрехи, допущенные в процессе работы, прежде всего защищает поверхность от неблагоприятного воздействия факторов внешней среды (перепады температур, влажность, пыль, грязь и др.). Лакированная поверхность более устойчива к появлению царапин, выгоранию на солнце или набуханию из-за попадания влаги. Защитная пленка, которую образует лак, не дает материалу разрушаться.

Современные лаки способны не только подчеркнуть яркость красок и дать благородный блеск изделиям, но и могут обладать различными декоративными свойствами – эффектом состаривания, иметь в своем составе блестки или делать поверхность бархатистой на ощупь.

При выборе лака необходимо придерживаться ряда простых правил. Лак должен быть совместим с материалом изделия. Например, не все акриловые лаки ложатся на металл. Любой лак на водной основе не подходит

для работы с поталью, т.к. должна обеспечиваться высокая степень адгезии лака по отношению к материалу покрытия. Необходимо учитывать, в каких условиях будет храниться или использоваться изготовленное изделие – в помещении или на воздухе, подвергаться воздействию высоких температур или влажности, пыли и др. Иными словами, необходимо оценивать, насколько защитные свойства того или иного лака подходят под решения конкретных задач.

Лаки представляют собой растворы пленкообразователей в органических растворителях. Пленкообразователи – это природные или синтетические смолы, масла, эфиры целлюлозы и др. Для обеспечения эластичности пленки в лак вводят пластификаторы. Кроме того, в лак могут вводиться отверждающие, матирующие добавки и другие компоненты.

Основное назначение лаков – получение прозрачных отделочных покрытий на древесине. Кроме того, их используют для получения пигментированных лакокрасочных материалов – эмалей. Названия лаков и эмалей происходят от названия пленкообразователя: шеллачный лак, нитроцеллюлозный лак (эмаль), масляный лак (эмаль), полиэфирный лак (эмаль) и т. д.

Большинство природных смол – продукты выделения деревьев и кустарников; многие из них добывают только в странах с тропическим климатом: шеллак, сандарак, манильский копал и др.

Шеллак имеет вид чешуек от желтого до коричневого цвета. Он хорошо растворяется в спиртах и ацетоне, а также в растворах щелочей и солей борной кислоты, хорошо совмещается с нитроцеллюлозой и пластификаторами. В зависимости от концентрации шеллака в спирте различают шеллачные лаки (содержащие смолы 20–30%) и шеллачные политуры (содержание смолы 8–15%). Приготавливают их растворением шеллака в этиловом спирте. Готовый раствор фильтруют через редкую шерстяную ткань. Для приготовления лака используют 90–95%-ный спирт, а для приготовления политур – 85–89% -ный спирт.

Покрyтия, образуемые шеллачными лаками и политурами, обладают мягким блеском и хорошей адгезией к древесине, но невысокой твердостью, водо- и теплостойкостью. Другие природные смолы используют в основном для приготовления лаков, применяемых для отделки музыкальных инструментов, а также покровных лаков в живописи.

Особую группу составляют матирующие лаки, за счет введения в лаки матирующей добавки (стеарат цинка), растворенной в ацетоне, которая при испарении ацетона выпадает в осадок на поверхности покрытия, получают матовые шелковистые покрытия, частично вуалирующие цвет и текстуру древесины. Матирующие лаки обычно наносят на поверхность, предварительно покрытую прозрачным нитролаком.

Нитролаки применяют для отделки мебели и художественно-декоративных изделий из дерева. Они позволяют получать достаточно твердые и прочные покрытия, блестящие или матовые, светостойкие и морозостойкие (особенно лаки кислотного отверждения). Эти лаки сравнительно дешевы.

К недостаткам нитролаков следует отнести их высокую токсичность и пожароопасность, а в некоторых случаях и взрывоопасность, что обусловлено свойствами входящих в их состав растворителей, поэтому использование их в образовательном процессе нецелесообразно.

Полиэфирные лаки разделяются на две группы: парафинсодержащие и беспарафиновые. Парафинсодержащие полиэфирные лаки представляют собой растворы ненасыщенных полиэфирных смол в стироле. Процесс пленкообразования лаков происходит в результате процесса сополимеризации, протекающего между ненасыщенной полиэфирной смолой и растворителем – мономером стирола. Таким образом, стирол сначала является растворителем смолы, а затем в результате сополимеризации входит в состав нового сополимера, т.е. твердой лаковой пленки. В результате процент пленкообразующих в парафинсодержащих лаках весьма высок (до 96%), что и является основным достоинством этих лаков. Для осуществления

реакции сополимеризации в полуфабрикатный лак перед употреблением добавляют отвердитель, а для ускорения процесса – ускоритель реакции.

Для изоляции лакового состава от кислорода воздуха вводят раствор парафина в стироле. При нанесении полиэфирного лака парафин всплывает и образует на поверхности лакового слоя сплошную изолирующую пленку, предотвращающую окисление и улетучивание стирола. С отвержденного покрытия парафин удаляют шлифованием, после чего поверхность полируют пастами.

Парафинсодержащие полиэфирные лаки являются многокомпонентными, что усложняет их применение. Если все компоненты соединить в рабочую смесь, ее жизнеспособность составит лишь 30 мин, поэтому лакирование осуществляется двумя рабочими растворами: одним – из основы лака с инициатором, и другим – из основы лака с ускорителем реакции. Растворы смешиваются на поверхности изделия, что требует применения специального оборудования для нанесения лаков (двухголовочных лаконосливных машин, двухсопловых краскораспылителей).

Полиэфирные парафинсодержащие лаки образуют твердые, водостойкие, теплостойкие покрытия с зеркальным блеском или матовые. К их недостаткам следует отнести невозможность отделки ими профильных и вертикальных поверхностей, необходимость кондиционирования воздуха в отделочных цехах, высокую токсичность, горючесть.

Беспарафиновые лаки содержат около 70% пленкообразователей, так как в их состав кроме полиэфирных смол и стирола входит раствор коллоксилина в летучих растворителях. Отсутствие парафина упрощает технологию нанесения лака, отпадает операция сошлифовывания парафинового слоя и нет необходимости соблюдать строгий температурный режим при его применении. Однако по прочностным и декоративным качествам беспарафиновые лаки уступают парафинсодержащим. Для получения покрытий с закрытыми порами требуется предварительная подготовка поверхности древесины порозаполнением или грунтованием.

Полиуретановые лаки образуют на древесине, поры которой остаются открытыми, высокодекоративные тонкие матовые покрытия, обладающие высокой твердостью, эластичностью, прочностью, стойкостью к истиранию, действию влаги, химикатов, повышенной температуры. Полиуретановые лаки состоят из двух компонентов – полуфабрикатной основы лака и отвердителя, которые смешивают перед употреблением. Жизнеспособность рабочего раствора лаков 8–10 ч. Наносят лаки распылением и наливом. Толщина высушенной пленки – 30–40 мкм.

К недостаткам полиуретановых лаков можно отнести сравнительно невысокую светостойкость (со временем покрытия желтеют), высокую токсичность и пожароопасность.

Лаки алкидно-мочевинные кислотного отверждения, как и полиуретановые, образуют покрытия, характеризующиеся высокими эксплуатационными свойствами. Они представляют собой смесь растворов двух смол – мочевиноформальдегидной и алкидной в органических растворителях. Пленкообразование происходит под действием кислотного отвердителя – раствора соляной, серной или азотной кислоты, в образовательном процессе не используют.

Если лак выполняет декоративную функцию, то необходимо четко представлять, какой результат хотите получить – глянцевые лаки дают блики, а матовые сохраняют текстуру дерева или камня, делая материал более прочным и долговечным.

#### Виды лаков

1. Акриловый лак – наиболее популярный и востребованный вид покрытия, экологически чистый материал. Чаще всего в продаже можно встретить акриловые лаки на водной основе, но может использоваться лак на основе скипидара. В основе состава лежит бесцветная неокрашенная акриловая смола с добавлением различных стабилизаторов и загустителей.

Акриловый лак является водорастворимым, практически не имеет запаха, не горит, после высыхания становится абсолютно прозрачным, со

временем не желтеет, может использоваться практически на всех материалах. Бывает трех видов – гляцевый, матовый и полуматовый (сатиновый). Для нанесения используют синтетические кисти или валики. Акриловый лак обладает множеством преимуществ. Данный вид лака можно отнести к числу универсальных по многим показателям. В первую очередь, его можно использовать для покрытия поверхностей из различных материалов: дерева, гипса, камня, стекла, керамики, картона и др., также он используется не только как финишное покрытие, но и отлично смешивается с водоразбавляемыми красками (гуашь, темперные, акриловые), придавая им большую насыщенность цвета. При добавлении в гуашевые краски дополнительно придаёт ей устойчивость к истиранию. После высыхания лак становится водонерастворимым, что позволяет очищать поверхность изделия при помощи водных растворов.

Акриловый лак может наноситься как грунтовое покрытие на самых различных материалах подложки. Гипсовая поверхность после нанесения на неё грунта в виде акрилового лака существенно меньше осыпается, а текстильной подложке он придает дополнительную жесткость. Распространено применение акрилового лака как связующего звена для самостоятельного приготовления красок, он придает им глубину цвета и шелковистый глянец.

Акриловый лак незаменим при использовании техники «декупаж». Он активно используется как финишное покрытие различных декоративных изделий: шкатулок, часов, панно, зеркал, статуэток и фоторамок. Акриловый лак отлично подходит для перелакировки цветных покрытий, а также позволяет смягчить границы переходов, защитить промежуточные слои изделия. Лак уже готов к применению, дополнительно разбавлять его не нужно. Для нанесения первого слоя лака делать его как можно более жидким, а последующие слои уже погуще. Если лак загустел, то его можно «оживить» просто добавив немного воды.

Главным недостатком данного вида лака является то, что для его нормальной кристаллизации, необходимо во время всего периода его высыхания поддерживать влажность воздуха не менее 50%, что весьма проблемно осуществить в зимний период.

2. Алкидный лак – в его основе лежит смесь алкидных смол с органическим растворителем. Данный вид покрытия отличается высокой влагостойкостью, отлично переносит резкие перепады температур, имеет высокие декоративные качества. Не имеет себе равных по созданию защитного слоя, который препятствует механическим воздействиям. Алкидный лак, проникая в глубокие слои древесины, подчеркивает натуральную красоту материала. Алкидным лаком покрывают изделия, которые будут интенсивно эксплуатироваться. При нанесении на древесину она становится не подверженной гниению и грибку, а металлические изделия алкидный лак защищает от коррозии. Изделия, покрытые алкидным лаком, обладают огнеупорностью. Расход алкидного лака существенно меньше, если сравнивать его с акриловым. Главные недостатки – токсичен, имеет достаточно длительный период высыхания, а также ярко выраженный неприятный запах. Работать с таким лаком необходимо в хорошо проветриваемом помещении с соблюдением всех необходимых мер предосторожности, чтобы избежать интоксикации. Для нанесения используются кисти или специальные валики с пористой основой.

3. Нитролак – синтетический лак, имеет схожий состав с алкидным, но высыхает намного быстрее. Область применения нитролака – создание защитного и декоративного покрытия изделий из древесины. После лакирования изделие можно полировать. Лак готов к использованию, не требует предварительной грунтовки поверхности, так как имеет высокую адгезию. Наносится кистью, валиком или краскопультом.

4. Яхтный лак как покрытие для творческих работ отлично зарекомендовал себя в качестве финишного покрытия изделий, которые эксплуатируются в жестких погодных условиях: флюгеры, кормушки,

дверные таблички, уличные элементы декора. Представляет собой смесь искусственных смол и нитроцеллюлозы. В лак можно добавлять органические красители

5. Полиуретановый лак в отличие от алкидных, выпускается на водной основе, поэтому практически не имеет запаха, не токсичен, быстро сохнет. Встречаются варианты на масляной основе, отличающиеся большей влагостойкостью. Полиуретановый лак идеально подходит для техники «декупаж» разделочных досок, однако покрывать лаком следует только ту сторону, которая не используется для разделки продуктов. Вторую сторону рекомендуется пропитать льняным маслом, что защитит древесину и полностью обезопасит. Также полиуретановый лак хорошо подходит для изделий, которые используются в ванной комнате, бане или сауне: полочки, вешалки, различные декоративные элементы. Полиуретановый лак без включения в состав латексного компонента используется для покрытия изделий из полимерной глины. Данное покрытие безопасно для здоровья, не токсично, существенно повышает срок службы изделий, эффективно защищает от воздействия влаги и механических нагрузок.

6. Клей-лак выполняет сразу две функции: скрепляет слои между собой и защищает изделие от воздействия внешних факторов. Выпускается на водной основе, добавление в состав акрила позволяет защитить поверхность от механических повреждений. В отличие от обыкновенного клея ПВА, специализированный состав не желтеет, а текстура обеспечивает равномерное нанесение. Однако для придания большей прочности рекомендуется дополнительно использовать финишный состав.

7. Шеллак считается первым лаком, который начали использовать мастера для декорирования своих работ. Его основу составляет натуральная смола, выделяемая определенным видом насекомых. Шеллак можно использовать как финишное покрытие на любом виде краски, однако наиболее выигрышно он смотрится на металлике. Шеллак – один из немногих видов лака, который можно использовать для декорирования

потали. Интересный эффект получается при декорировании шеллаком гипса, так как шеллак бывает не только прозрачным, но и цветным. Если для гипса сделать пропитку, состоящую из шеллака и канифоли, то внешне гипсовая плитка становится похожей на мрамор.

8. Кракелюрный лак используется художниками для одноименного процесса – кракелюра, говоря проще, состаривания картины. Аналогичным образом используют кракелюрный лак и в декупаже. Кракелюрный лак бывает двух видов – одношаговый и двухшаговый. В первом варианте лак наносится между двумя контрастными слоями краски. Вторым вариантом предполагается нанесение на слой шеллака. Для работы с кракелюрным лаком используется исключительно синтетическая кисть, а в самом помещении не должно быть пыли. В конце работы изделие покрывается защитным акриловым (или другим подходящим) лаком, так как покрытие выполняет исключительно декоративную функцию.

9. Ретушный лак – применяется как промежуточный слой в масляной живописи. Улучшает адгезию слоев краски, сохраняет их яркость. Лаковая пленка имеет обратимый эффект – легко растворяется в специальных жидкостях. В этой связи данный лак нельзя использовать как покрывной – он имеет обратный эффект. Для нанесения используют тампон или кисть

10. Даммарный лак – используется как добавка к краскам либо же как покрывной лак, обладает густой консистенцией. Главным достоинством выступает способность защитить полотно от воздействия ультрафиолета. Даммарный лак улучшает оптические свойства красок. Однако с течением времени этот лак желтеет, поэтому не рекомендуется его применять для картин, нарисованных в холодных тонах. Минусом даммарного лака является его гигроскопичность, то есть он проницаем для влаги. В условиях повышенной влажности мутнеет, не обеспечивает картине необходимого уровня защиты.

11. Стекловидный лак – отличается высокими пластическими свойствами и износоустойчивостью. Стекловидный лак целесообразно использовать как финишное покрытие изделий из кожи, выполненных в технике декупажа (кошельки, корешки книг, обложки для документов, визитницы, кожаная обувь). Он образует эластичную, устойчивую к истиранию пленку.

12. Битумный лак – идеально ложится на любую поверхность, после высыхания образует прозрачную темную пленку с приятным коричневым оттенком. Используется для искусственного состаривания изделий. Выполняет исключительно декоративную функцию. От степени растирания битумного лака зависит и то, насколько «старым» будет выглядеть верхний слой изделия. Идеально подходит для красок, имитирующих цвет металла, придавая им дополнительный металлический блеск. Поверх битумного лака для защиты поделки необходимо наносить несколько слоев финишного покрытия, подобранного в соответствии с материалом изделия. Битумный лак наносится кисточкой, а образовавшиеся излишки удаляются ватным тампоном или натуральной тканью.

13. Фацетный лак – относится к лакам для декорирования. По своим свойствам схож с кракелюрным лаком, однако имеет консистенцию густой пасты. При высыхании дает весьма эффектные трещинки. В основном используется для декорирования изделий из стекла в технике «декупаж». Для финишного покрытия используют глянцевый акриловый лак. Весьма эффектно сочетание патины на фацетном лаке. Красиво смотрится лак на тарелочках, витражах, елочных украшениях. Особенностью нанесения выступает использование мастихина.

Ручными инструментами лаки наносят при выполнении единичных работ, ремонте изделий, когда отсутствует возможность механизации процессов. Медленно сохнущие и относительно вязкие лаки и эмали наносят кистью. При этом для нанесения и распределения по поверхности лаков и эмалей применяют короткие круглые кисти-ручки. Разравнивают

нанесенный слой мягкими плоскими кистями с длинным волосом – флейцами. Флейц держат перпендикулярно отделяемой поверхности и легкими движениями удаляют следы кисти. Для нанесения быстро высыхающих маловязких смоляных (спиртовых) лаков кисти мало пригодны. Такие лаки обычно наносят мягким тампоном из ваты, обернутой редкой мягкой тканью (чаще всего марлей).

Различные лаки выпускаются в виде аэрозолей. Несомненным достоинством таких лаков выступает их полная готовность к использованию – не нужно приобретать дополнительно кисти или валики, а также нет необходимости их разводить. Слой, нанесенный аэрозольным лаком, получается более ровным и без резких перепадов.

Пневматическое распыление – один из наиболее распространенных способов нанесения лакокрасочных материалов. Рабочим инструментом для распыления служат специальные распылители, основная рабочая часть которых – форсунка, имеющая два сопла: материальное, из которого вытекает жидкость, и охватывающее его кольцевое сопло, из которого вытекает сжатый воздух. Вытекающий с большой скоростью из кольцевого сопла форсунки / воздух создает перед материальным соплом зону разрежения, которая способствует засасыванию жидкости из материального сопла. В зоне избыточного давления движущийся с большой скоростью воздух дробит жидкость на мельчайшие капельки и уносит их с собой в сторону изделия. Попадая на отделяемую поверхность, частицы лака или краски сливаются и образуют сплошное покрытие. За зоной распыления находится зона образования тумана, где скорость частиц жидкости падает и они, не попав на изделие, витают в воздухе в виде туманного облака.

Лакокрасочные материалы наносят распылением в специальных камерах или кабинах, оборудованных вентиляцией. В состав краскораспылительной установки кроме краскораспылителя входят: компрессор, подающий сжатый воздух; красконагнетательный бак для

подачи под давлением лакокрасочного материала; воздуховоды; масловодоотделитель для очистки воздуха и др.

Метод пневматического распыления универсален. Он позволяет наносить лакокрасочные материалы на детали и изделия любой конфигурации. Путем установки соответствующей головки на краскораспылитель можно получить плоский факел (при отделке плоских деталей), или круглый (при отделке решетчатых изделий и кромок). Универсален метод и с точки зрения используемых отделочных материалов,

К недостаткам метода относится большой расход растворителей, связанный с необходимостью доведения материала до низкой рабочей вязкости, а также большие потери (до 40%) материала на туманообразование. Потери на туманообразование происходят как вследствие выпадения частиц распыленной жидкости из струи воздуха (по краям факела), так и вследствие обтекания и отражения воздушной струи от покрываемой поверхности. Ударяясь о поверхность, воздух частично обтекает ее, частично отражается и образует встречные завихрения, увеличивающие туманообразование и потери распыленного лакокрасочного материала.

С целью уменьшения потерь растворителей лаки подогревают до температуры 70–75 °С, что позволяет также наносить их более толстым слоем, однако это значительно удорожает стоимость установок. Безвоздушное (механическое) распыление основано на том, что лакокрасочный материал подается под большим давлением. При выходе из сопла краскораспылителя развивается большая скорость струи краски, превышающая критическую, что приводит к распылению жидкости.

Метод безвоздушного распыления позволяет наносить лакокрасочные материалы повышенной вязкости. Покрываются равномерной толщины с высоким блеском и хорошей адгезией. Потери материала снижаются примерно на 30% по сравнению с пневматическим распылением ввиду отсутствия туманообразования. Электростатическое распыление

позволяет свести до минимума потери лакокрасочного материала, так как распыляемые частицы заряжаются отрицательно, а поверхность изделия – положительно. Распыление лакокрасочного материала производится с помощью электромеханических распылителей в виде чаш, дисков или грибков с заостренным краем, установленных на подставках из электроизоляционного материала и быстро вращающихся от электрического или пневматического привода. К распылителям подводится высокое напряжение (120–130 кВт) отрицательного знака. В середину чаши (диска, грибка) подается распыляемая жидкость. Попадая на распылитель, жидкость получает заряд и под действием центробежных сил разбрызгивается кромками распылителя. Одноименный заряд капелек способствует их взаимному отталкиванию и более тонкому распылению.

Распыленные и заряженные частицы движутся по силовым линиям электрического поля, осаждаются на изделие, и, растекаясь, образуют сплошное равномерное по толщине покрытие. Осаждение капли сопровождается стеканием с нее электрического заряда на изделие и с изделия на землю. Одним из важных условий осуществления данного метода является электропроводность поверхности изделия. Так как древесина – плохой проводник электричества, на изделия предварительно наносят токопроводящую грунтовку.

Для распыления в электрическом поле высокого напряжения применяют лакокрасочные материалы, растворители которых не образуют взрывоопасных паровоздушных смесей. Это чаще всего мочевино-алкидные и полиэфирные лаки. Процесс должен происходить в специальных камерах, исключающих возможность поражения обслуживающего персонала током высокого напряжения.

Основные достоинства этого метода: универсальность, т. е. возможность отделки изделий любой формы, высокое качество отделяемой поверхности, незначительные потери материала, возможность автоматизации процессов лакирования и окраски.

К недостаткам метода можно отнести низкую вязкость распыляемого материала и связанное с ней низкое содержание сухого остатка в лаках и красках; ограниченный ассортимент лаков, пригодных для нанесения этим методом.

Метод налива – основной метод нанесения лаков и эмалей на плоские щитовые детали. Сущность метода заключается в том, что щиты с помощью ленточного конвейера проходят через плоскую завесу (струю) жидкого материала, который подается сверху из лаконаливной головки через щель и покрывает отделяемую поверхность равномерным по толщине слоем. Вытекающая из лаконаливной головки плоская струя жидкости падает в лоток, откуда сливается в бачок и насосом перекачивается снова в головку, образуя таким образом замкнутую систему циркуляции. Детали через завесу можно пропускать с различной скоростью, тем самым изменяя толщину наносимого слоя лакокрасочного материала.

По сравнению с пневматическим распылением способ нанесения лакокрасочных материалов наливом является более производительным, более экономичным в отношении расходуемых материалов, кроме того, при этом способе улучшаются условия труда.

Метод окунания применяют при отделке деталей обтекаемой формы (главным образом точеных). Изделия, закрепленные в специальные кассеты, погружают в ванну с отделочным материалом, затем поднимают из ванны и после стекания излишков материала направляют в сушильную камеру. Для получения покрытия, равномерного по толщине, опускание и извлечение изделий из ванны должно быть плавным, с определенной скоростью. Так, нормальной скоростью окунания изделий в лакокрасочный материал с вязкостью 300–400 с по ВЗ-4 будет скорость, равная 0,2 м/мин, а скорость вытягивания – 0,1 м/мин. При большей скорости вытягивания на изделии образуются потеки, при меньшей – отделочный материал покроет изделие тонким слоем.

Для улучшения растекаемости и ускорения сушки покрытий детали предварительно подогревают до 50 °С. Для отделки окунанием применяют специальный нитролак, имеющий 42–45% сухого остатка, или нитроэмали, содержащие не менее 40 % пленкообразующих. При этом наносят два слоя материала. Способ окунания может быть механизирован и при отделке мелких деталей мебели (ножек стульев, столов, шкафов и др.) весьма эффективен.

### **Краски и эмали**

Краски и эмали применяют при непрозрачной (укрывистой) отделке деревянных изделий. Краски – это растворы пленкообразователей в органических растворителях, смешанных с пигментами. По виду пленкообразователей краски подразделяют на масляные, клеевые, эмульсионные и др. Наибольшее применение при отделке деревянных изделий нашли масляные и эмульсионные краски. В качестве связующего в масляных красках используют олифы натуральную, оксоль или комбинированную. До рабочей вязкости их разводят олифой или уайт-спиритом. Масляная краска марки МА-015 различных цветов предназначена для отделки изделий, эксплуатируемых внутри помещений, марки МА-025 – внутри помещений и в атмосферных условиях.

Краски наносят на предварительно очищенную поверхность в один или два слоя кистью, валиком или краскораспылителем. Время сушки покрытия 24 ч. К достоинствам покрытий, образуемых масляными красками, относятся достаточно высокая прочность, водостойкость, эластичность, атмосферостойкость (для марки МА-025), к недостаткам – длительное время сушки, низкая твердость, недостаточно высокие декоративные качества (неровности на поверхности), обусловленные низкой степенью перетирания пигментов.

Водоэмульсионные краски на основе поливинилацетатной дисперсии применяют при отделке изделий, эксплуатируемых внутри помещений. Они создают на поверхности древесины тонкие, но достаточно прочные и твердые

покрытия, матовые, обычно пастельных тонов или белые. Наносят краски кистью, валиком, методом воздушного и электростатического распыления.

Эмали – разновидность красок, представляющая собой суспензию пигментов и наполнителей в лаках. В отличие от красок в эмалях используют высокодисперсные (высокой степени перетира) пигменты, что позволяет получать покрытия гладкие, с высоким блеском или равномерной матовостью.

Наибольшее применение для отделки деревянных изделий нашли нитроэмали – суспензии пигментов в нитроцеллюлозных лаках.

Нитроэмаль, выпускаемая различных цветов и оттенков, применяют для окраски изделий, не подвергающихся непосредственно атмосферным воздействиям. Эмаль наносят наливом или распылением на предварительно загрунтованную или зашпатлеванную поверхность. Она быстро сохнет, имеет хороший розлив, достаточную укрывистость, образует блестящие стойкие покрытия, которые хорошо шлифуются и полируются.

Нитроцеллюлозная матовая эмаль образует матовое шелковистое покрытие, ее применяют для отделки детской, кухонной, медицинской и другой мебели.

Нитроэмаль кислотного отверждения по прочностным свойствам превосходит другие нитроэмали и может применяться для отделки изделий, эксплуатируемых в атмосферных условиях (садовая мебель, декоративные элементы домов).

Нитроэмали имеют те же достоинства и недостатки, что и нитролаки: быстрое высыхание, хорошее качество покрытий – с одной стороны; низкий сухой остаток, высокая токсичность и пожароопасность – с другой.

Многообразие видов лака поражает воображение и открывает широкий простор для творчества. Лакирование изделий придает им законченный вид, защищает от неблагоприятных воздействий, а использование лаков для декорирования придает им неповторимый шарм и колорит.

## **Контрольные вопросы**

1. Виды лаков и их назначение
2. Основные правила выбора лаков
3. Способы нанесения лаков на поверхность
4. Основные методы распыления

## Примерные итоговые контрольные тестовые задания

### Вариант 1

1. **Что относится к дефектам обработки древесины?** Выбрать правильный ответ

- а. обдир коры
- б. червоточины
- в. риски
- г. наклон волокон

2. **Какое свойство древесины лежит в основе действия исторически самого первого сложного вида оружия – лука:** Выбрать правильный ответ

- а) твердость;
- б) гибкость;
- в) упругость;
- г) прочность.

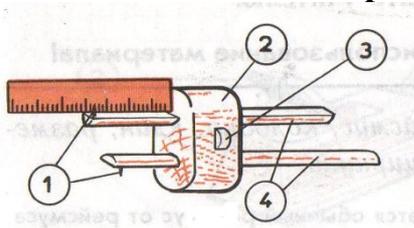
3. **Какой наиболее распространенный способ сушки древесины?** Выбрать правильный ответ

- а. Атмосферная сушка;
- б. Камерная сушка;
- в. Сушка в электрическом поле токов высокой частоты;
- г. Контактная сушка.

4. **До высушивания масса образца древесины составляла 4,8 кг, а после высушивания 3,2 кг. Какова первоначальная влажность древесины?** Выбрать правильный ответ:

- а) 70%    б) 60%    в) 50%    г) 40%

5. **Назовите части рейсмуса**



6. **Как называется свойство древесины восстанавливать первоначальную форму после прекращения действия непродолжительной нагрузки.**

Ответ \_\_\_\_\_

**7. В каком направлении к волокнам необходимо изготавливать хозяйственную лопаточку ?** Выбрать правильный ответ

- а. поперек волокон;
- б. вдоль волокон;
- в. под углом к волокнам;
- г. не имеет значения.

**8. Выбрать правильный ответ По какой формуле определяется толщина шипа  $S_1$  в угловом концевом соединении на шип открытый сквозной одинарный УК-1, если известна толщина бруска  $S_0$ ?** Выбрать правильный ответ

- а)  $S_1 = 0,14 S_0$ ;
- б)  $S_1 = 0,2 S_0$ ;
- в)  $S_1 = 0,4 S_0$ ;
- г)  $S_1 = 0,6 S_0$ .

**9. У первой доски при строгании стружка легко ломается и крошится, а у второй – снимается в виде ленты. Какая из этих досок пересохшая?**

Ответ \_\_\_\_\_

**10. Как называется паз на торце детали для вставки шипа:** Выбрать правильный ответ

- А- проушина                      Б- гнездо                      В- шаблон

**11. Какой нужно выбрать молоток при забивании гвоздя в упругую доску?** Выбрать правильный ответ

- а) легкий;
- б) тяжелый.

**12. Как называются лесоматериалы длиной 2-4 м, предназначенные для изготовления строганого шпона?** Выбрать правильный ответ

- А- штабель                      Б- шкант                      В –кряж

**13. Как называется поперечное распиливание стволов деревьев, очищенных от сучьев?**

Ответ \_\_\_\_\_

**14. Как называется способность древесины сопротивляться проникновению в нее других тел?** Выбрать правильный ответ

- а. пластичность
- б. твердость
- в. упругость
- г. Прочность

15. Головка забитого в деталь гвоздя не должна выступать, иначе она будет мешать отделке изделия, но если последние удары наносить молотком, то можно смять поверхность изделия. Что нужно сделать, чтобы этого избежать?

Ответ \_\_\_\_\_

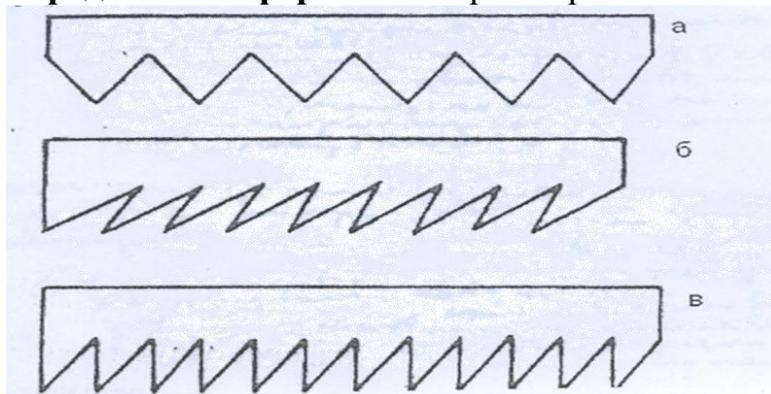
16. Кусочки какого дерева в давние времена в Финляндии и Карелии служили разменной монетой?

Ответ \_\_\_\_\_

17. Как располагают полотно ручной ножовки при его установке в станке-держателе? Выбрать правильный ответ

- а) с наклоном зубьев – от рукоятки станка;
- б) с наклоном зубьев – к рукоятке станка;
- в) не имеет значения.

18. Для поперечного пиления древесины используют пилу с зубьями определенной формы. Выбрать правильный вариант



19. Каким инструментом вырубает гнезда и проушины? Выбрать правильный ответ

- а) долото;
- б) зубило ;
- в) отвертка;
- г) стамеска

20. Как называется способ создания мозаики по дереву? Выбрать правильный ответ

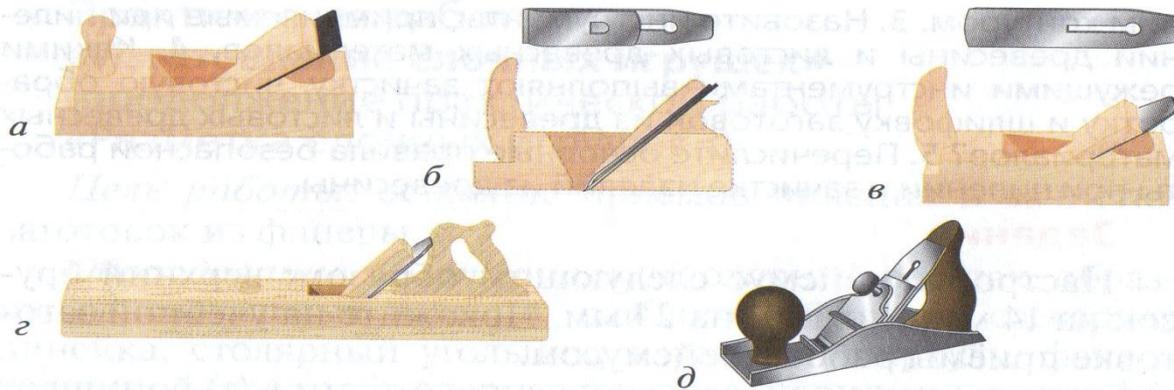
- а) полирование;
- б) резьба;
- в) выполнение инкрустации;
- г) выжигание.

21. Назовите древесный материал, который рекомендуется распиливать ножовкой под углом 15°

Ответ \_\_\_\_\_

22.

23. Назовите виды рубанков



**Форма ответа:**

а –

б-

в-

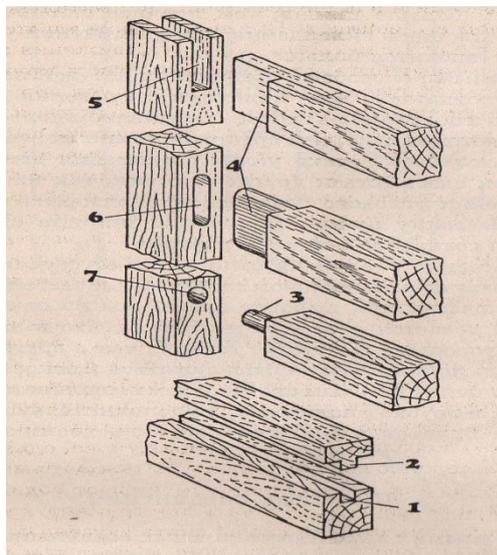
г-

д-

24. Что представляет собой нагель? Выбрать правильный ответ

- а. квадратный деревянный стержень
- б. цилиндрический деревянный стержень
- в. гвоздь без шляпки
- г. специальный гвоздь

25. Назовите элементы шиповых соединений



26. Что

такое

«пирография»?

Ответ \_\_\_\_\_

### Вариант 2

1. Какое еще название имеет можжевельник обыкновенный

Ответ \_\_\_\_\_

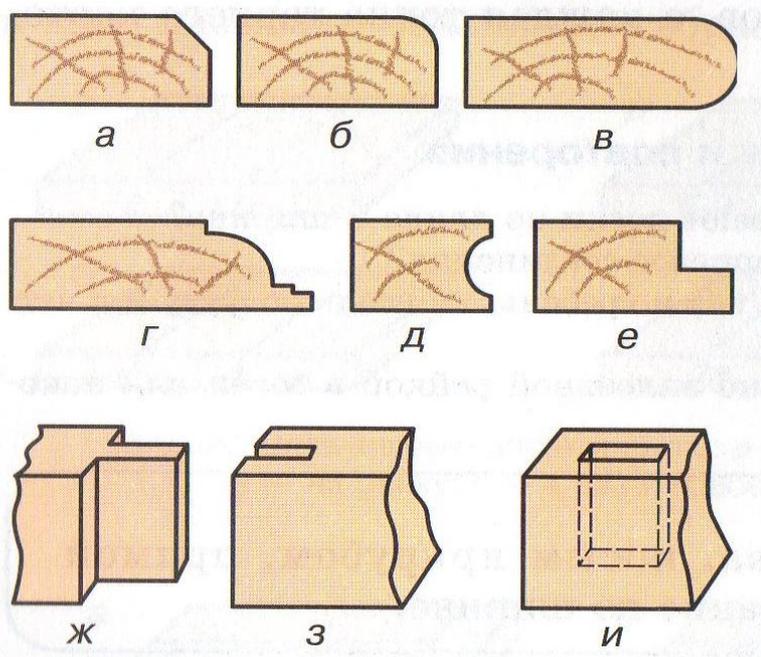
2. Шпон – это:

- а) мелко нарезанная солома;
- б) древесная стружка;
- в) тонкий слой древесины.

3. Какой инструмент применяется при ручной заточке зубьев ножовки?

- А) напильник плоский;
- Б) абразивный круг (брусок);
- В) трёхгранный напильник;
- Г) ромбический напильник.

4. Назовите конструктивные элементы бруска



5. Украшение деревянных изделий, врезанными в их поверхности пластинками металла, перламутра, слоновой кости и других материалов называется :

- а) филигрань; в) маркетри; б) интарсия; г) инкрустация.

6. Отметьте правильные ответы: Какие правила безопасности труда при работе на токарном станке по обработке древесины соблюдаются во

**время работы, если учащийся:**

- а) выполняет работу без защитного экрана или защитных очков;
- б) замеряет обрабатываемую заготовку, выключив станок;
- в) отходит от работающего станка;
- г) сметает стружки, опилки во время работы станка.

7. В каком приспособлении токарного станка по обработке древесины можно закрепить заготовку для вытачивания декоративной тарелки ?  
а. в трезубце; б. в планшайбе; в. в патроне (стакане).

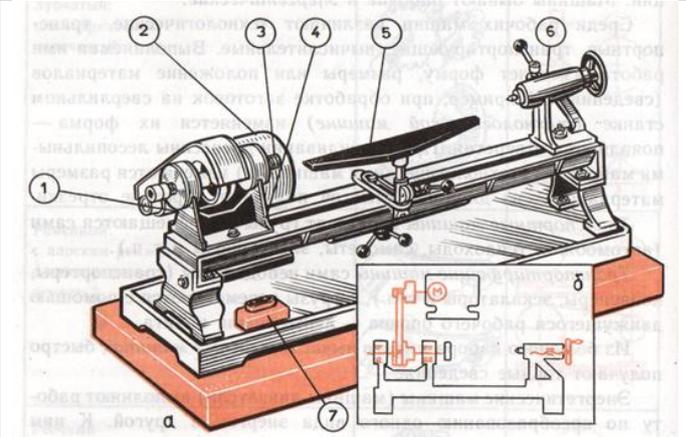
8. Древесину какой степени влажности используют при изготовлении мебели? Выберите правильный ответ

- а. свежесрубленную (влажность до 80%);
- б. комнатно-сухую (влажность от 8 до 12%);
- в. воздушно-сухую (влажность от 15 до 20%);
- г. абсолютно сухую (влажность около 0%).

9. Название вещества, добываемого из смолы хвойных деревьев

Ответ \_\_\_\_\_

10. Назовите основные части токарного станка по обработке древесины

	Ответ: 1 2 3 4 5 6 7 а б
---	---

11. Движение шпинделя в токарном станке по обработке древесины осуществляется с помощью?

- а. зубчатой передачи
- б. ременной передачи
- в. реечной передачи
- г. цепной передачи

12. Как называется вращательное движение заготовки при точении на токарном станке по обработке древесины?

- а. возвратно-поступательное
- б. вращательное
- в. главное движение
- г. Поступательное

**13. Как называется зашифрованная информация о некоторых наиболее существенных параметрах продукции в форме чередования вертикальных, горизонтальных, спиралевидных темных и светлых полос разной ширины ?**

Ответ \_\_\_\_\_

**14. Определите дана правильную последовательность заточки инструмента?**

- а) заточка на наждачном круге, доводка, правка;
- б) доводка, заточка на наждачном круге, правка;
- в) заточка на наждачном круге, правка, доводка.

**15. Для чего служит «передняя бабка» токарного станка по дереву?**

- А. Для установки измерительного инструмента;
- Б. Для закрепления заготовки и передачи ей вращательного движения;
- В. Для установки режущего инструмента.

**16. Дайте название виду украшения поверхности древесины кусочками шпона.**

Ответ \_\_\_\_\_

**17. Укажите величину угла, под которым затачивается нож для рубанка и фуганка:**

- а) 45°;
- б) 40°;
- в) 25°;
- г) 30°

**18. Укажите название приспособлений для закрепления заготовки при точении**



**19. Дайте название винтообразного расположения волокон в древесине:**

- а) свилеватость; б) косослой; в) овальность; г) прямослой ; д) кривослой

**20. При изготовлении фанеры одним их способов является тангенциальный разрез ствола Как проходит плоскость разреза ?**

- а) перпендикулярно оси ствола дерева;
- б) через середину ствола дерева;
- в) вдоль оси ствола дерева на некотором расстоянии от сердцевины.

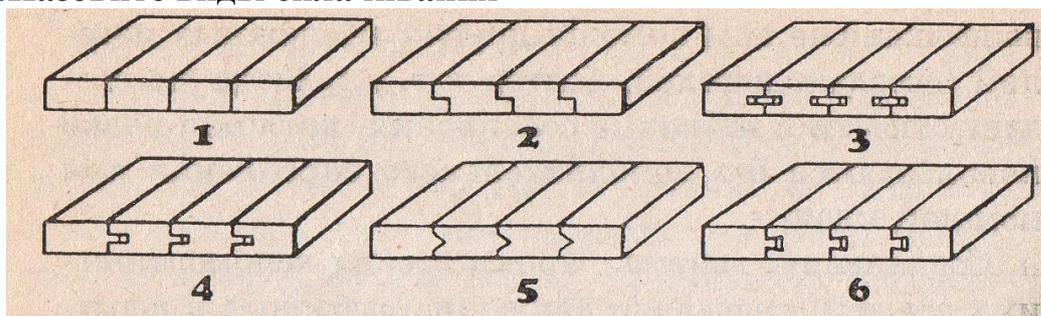
**21.С помощью каких инструментов осуществляется чистовая обработка заготовки на токарном станке:**

- А. полукруглая стамеска;
- Б. косая стамеска;
- В. стамеска-крючок;
- Г. штангенциркуль.

**22.Название дуба, пролежавшего в воде сотни лет.**

Ответ \_\_\_\_\_

**23.Назовите виды сплачивания**



**24.Установите соответствие**

Виды отделки изделий из древесины	№ шлифовальной шкурки
1.Грубая обработка изделия	А.3
2.Обработка после шпатлевания	Б 6-8
3.Обработка после нанесения первого слоя лака	В.16,20,25
4. Обработка после нанесения последнего слоя лака	Г.40-43

**25.При шлифовании изделий из древесины используются шлифовальные шкурки с маркерами «С», «КР», «К». Что означают эти маркеры?**

Ответ \_\_\_\_\_

### Библиографический список

1. Барышев И.В. Столярные работы. Технология обработки древесины: учебное пособие/ Барышев И.В. – Минск: Вышэйшая школа, 2013. – 254 с.
2. Бокщанин Ю.Р. Справочник мастера деревообработки/ Ю.Р. Бокщанин, А.П. Квятковская, В.И. Лашманов и др. – 3-е изд. перераб. и доп. – М.: Лесн.пром-ть, 1987. – 280 с.
3. Виды лаков [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://zvetnoe.ru/club/poleznye-stati/vidy-lakov-vybiraem-pravilno/>(дата обращения: 1.10.2021).
4. Виды электроинструментов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://electrotorg.ru/>(дата обращения: 1.10.2021).
5. Виды столярных соединений [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://lesoteka.com/wp-content/uploads/2020/01/vidy-stolyarnyh-soedinenij-5-1-768x336.jpg> (дата обращения: 01.10.2021).
6. Зуева Ф.А. Технология: Контрольно-измерительные материалы: 7-8 класс. – М.: Вентана-Граф, 2019. – 179 с. (Корпорация «Российский учебник»)
7. Лазерная гравировка [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=434974> (дата обращения: 15.10.2021).
8. Лазерная перфорация [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=434974> (дата обращения: 15.10.2016).
9. Лазерная резка древесины [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fkov24.ru%2Flazernaja-rezka-dereva.html&psig=AOvVaw3pzh36UIxOq-7dI7A--> (дата обращения: 1.10.2021).

10. Обработка древесины [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://technologys.info/obrabdrevesiny/shipovyje-soed.html> (дата обращения: 1.10.2021).
11. Обработка древесины [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.stroitelstvo-new.ru/drevesina/model/splachivanie.shtml>(дата обращения: 1.10.2021).
12. Сафин Р.Р. Гидротермическая обработка и консервирование древесины: лабораторный практикум/ Сафин Р.Р., Разумов Е.Ю., Герке Л.Н.– Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2010. – 87 с.
13. Смолеевский С.Е. Основы материаловедения в художественной обработке древесины [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие для студентов ХГФ / С.Е. Смолеевский. – М.; Берлин : Директ-Медиа, 2016. – 91 с. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=434974> (дата обращения: 15.10.2016).
14. Способы обработки древесины [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://woodschooll.ru/> (дата обращения: 20.10.2021).
15. Станко Я.Н. Древесные породы и основные пороки древесины: иллюстрированное справочное пособие для работников таможенной службы/ Станко Я.Н., Горбачева Г.А. – М: Всемирный фонд дикой природы (WWF), 2010. – 155 с.
16. Строение, внешний вид и свойства древесины [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://mebel.townevolution.ru/books/item/f00/s00/z0000003/st003.shtml> (дата обращения: 11.10.2021).
17. Сумцова Т.К. Технология столярных работ: учебное пособие / Т.К. Сумцова. – Минск: Республиканский институт профессионального образования (РИПО), 2015. – 304 с.

18. Устройство станка [Электронный ресурс]/ – Режим доступа: <https://www.korvet.su/images/коппрвввв%20220м%203.jpg> (дата обращения: 12.09.2021).
19. Федоров Б.М. Технология и оборудование лазерной обработки. методические указания к лабораторным работам по курсу «Технология лазерной обработки»/ Федоров Б.М., Смирнова Н.А. – М: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. – 36 с.
20. Шиповое соединение [Электронный ресурс].– Режим доступа: <https://lesoteka.com/obrabotka/shipovoe-soedinenie> (дата обращения: 15.05.2021).
21. Федеральный портал «Российское образование». – Режим доступа: <http://www.edu.ru> (дата обращения: 01.10.2021)
22. Яндекс-Энциклопедии и словари. – Режим доступа: <http://slovari.yandex.ru> (дата обращения: 01.10.2021)

Учебное издание

**Зуева Флюра Акрамовна**

Учебное пособие

ISBN

Работа рекомендована РИС университета  
Протокол № , 2021 г.

Издательство ЮУрГГПУ  
454080, г. Челябинск, пр. Ленина, 69

Редактор  
Технический редактор

Формат . Подписано в печать  
Объем усл. печ. л. (уч.-изд. л.)  
Тираж экз. Заказ

Отпечатано с готового оригинал-макета в типографии ЮУрГГПУ  
454080, г. Челябинск, пр. Ленина, 69