

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования**

«Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова»

ОСНОВЫ ДЕРЕВООБРАБОТКИ

краткий курс лекций

для студентов 3 курса

Направление подготовки

35.03.01 «Лесное дело»

УДК 674(075.32)

ББК 37.12я722

Ф 75

Рецензенты:

доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Механика и инженерная графика»
ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ»

И.М. Павлов

доктор технических наук, профессор кафедры «Техносферная безопасность и транспортно-
технологические машины» ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ»

А.И. Дементьев

Ф 75

Основы деревообработки: краткий курс лекций для студентов III курса направления подготовки 35.03.01 Лесное дело / С.В.Фокин // ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2013. – 69 с.
ISBN 978-5-222-19635-9

Краткий курс лекций по дисциплине «Основы деревообработки» составлен в соответствии с программой дисциплины и предназначен для студентов направления подготовки 35.03.01 «Лесное дело». В кратком курсе лекций рассмотрены вопросы, связанные с механической обработкой древесины. В нем подробно описывается оборудование и инструмент, применяемый при деревообработке. Материал ориентирован на вопросы профессиональной компетенции будущих бакалавров лесного хозяйства.

УДК 674(075.32)

ББК 37.12я722

© Фокин С.В., 2016

ISBN 978-5-222-19635-9

© ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ», 2016

Лекция 1. «Физические свойства древесины»

1. Общие сведения

Древесина благодаря своим свойствам используется для получения многообразных предметов и изделий. Нередко не одно, а несколько свойств важны для данного изделия. Иногда внешний вид древесины, т.е. текстура, слоистость или цвет, могут иметь более важное значение, чем обрабатываемость и биостойкость. На ряд показателей физических свойств оказывает влияние порода, а также переменное значение влажности.

Внешний вид древесины характеризуется слоистостью и текстурой. Термин «слоистость» применяют для характеристики годичных слоев, используя выражение древесины «мелкослойное» и «крупнослойное». Этот же термин употребляют для указания направления волокон: древесина прямоволоконистая, с тангенциальным наклоном волокон. При отделке древесины различают древесные породы крупнопористые и мелкопористые в зависимости от относительных размеров породы. Этим определяют необходимость грунтов поверхности древесины. Термин «текстура» применяют как синоним термина «слоистость», но обычно под ним подразумевают более тонкое строение древесины, чем то, которое характеризуется наличием годичных слоев.

1.1 Пиломатериалы радиальной и тангенциальной распиловки

Пиломатериалы могут быть выпилены из бревен двумя различными способами. Если бревно распиливается по касательной к годичным слоям, получают пиломатериалы тангенциальной распиловки.

Если бревна распиливаются по радиусам годичных слоев или параллельно сердцевинным лучам, получают пиломатериалы радиальной распиловки. Для многих целей одинаково пригодны пиломатериалы как радиальной, так и тангенциальной распиловки. Каждый вид распиловки имеет свои преимущества.

Преимущества пиломатериалов тангенциальной распиловки следующие:

- текстура, обусловленная содержанием годичных слоев, выделяется отчетливее;
- круглые или овальные сучки влияют на внешний вид поверхности меньше, чем сучки продолговатой формы, получающиеся при радиальной распиловки; кроме того, прочность доски с круглым или овальным сучком меньше снижена, чем у доски с продолговатым;
- отлужные трещины и смоляные кармашки (если они есть) распространяются на меньшее число досок;
- меньше подвержены сморщиванию во время сушки;
- меньше усыхают и разбухают по толщине;
- пиломатериалы дешевые, т.к. их легче получить.

Преимущества пиломатериалов радиальной распиловки следующие:

- меньше усыхают и разбухают по ширине;
- меньше подвержены кривизне и поперечному короблению;

- меньше поверхностных трещин и расколов во время сушки и эксплуатации;
- борозчатость, вызываемая неравномерной механической обработкой ранней и поздней древесины, не проявляется так отчетливо;
- доски изнашиваются равномерно;
- заметнее текстура, образуемая резко выраженными сердцевинными лучами, наклоном волокон и волнистостью;
- пиломатериалы из древесины некоторых пород хуже поглощают и пропускают жидкость.

2. Основные физические свойства древесины

Влажность. Она определяется как отношение массы содержащейся в ней влаги к массе абсолютно сухой древесины, выраженное в % т.е.

$$W_g = \frac{M - M_0}{M_0} \cdot 100,$$

где: M – масса образца до высушивания; M₀ – масса образца после высушивания.

Такие физические свойства древесины как плотность, усушка, прочность напряжения зависят от содержания влаги в древесине. Влажность заболонной зоны обычно выше, чем влажность ядровой зоны. Наблюдаются значительные колебания влажности в различных зонах одного дерева и в различных деревьях одной породы. В растущих деревьях влажность изменяется от 30 до 100 % в зависимости от породы.

- кедр кипарисовый 32/166
- пихта благородная 34/115
- секвоя 86/210
- американская 81/133

Предел насыщения клеточных стенок. Влага находится в древесине в виде воды или водяного пара в полостях клеток и в виде связанной влаги в клеточных стенках. У свежесрубленной древесины стенки клеток полностью насыщены влагой. Кроме того, в полостях ее клеток содержится вода. Состояние, при котором клеточные стенки полностью насыщены связанной влагой, а свободной влаги в полостях клетки не имеется, называется пределом насыщения клеточных стенок [ПНКС]. ПНКС древесины соответствует в среднем 30% влажности.

Равновесная влажность. Влажность древесины ниже ПНКС является функцией относительной влажности и температуры окружающего воздуха. Равновесная влажность характеризует состояние древесины, при котором она ни приобретает, ни теряет влагу.

Древесина, находящаяся в эксплуатации обычно подвергается воздействию как долгосрочных (сезонных), так и краткосрочных (суточных) изменений относительной влажности и температуры окружающей среды. Таким образом, древесина фактически везде претерпевает по крайней мере незначительные изменения влажности. Изменение влажности древесины можно уменьшить, нанося защитные покрытия – олифы, лаки или краски. Цель всех способов сушки – это сведение до минимума изменения влажности древесины.

Усушка. Древесина сохраняет стабильные размеры, если ее влажность выше предела насыщения клеточных стенок [ПНКС]. Древесина изменяет размеры, если изменяется ее влажность в области ниже этого предела. Она усыхает при увеличении в них влаги. Усушка и разбухание могут вызвать коробление, растрескивание и раскалывание или затруднения при обработке древесины.

Древесина проявляет себя как анизотропный материал в отношении показаний усушки (свойства неодинаковые по различным направлениям). Наибольшая усушка древесины происходит в направлении годовичных слоев (тангенциальном), в 2 раза меньше усушка поперек годовичных слоев (в радиальном направлении). Усушка вдоль волокон незначительна. Совместное влияние радиальной и тангенциальной усушки из-за различия их величины вызывает коробление сортиментов.

На усушку древесины оказывает влияние ряд факторов. Усушка тем больше, чем выше плотность древесины. Размер и форма образца древесины, а для некоторых пород t и u сушки, влияют на усушку.

Плотность. Основные причины изменения массы древесины – переменные влажность и плотность основной структуры древесины. Плотность абсолютно сухой древесины изменяется как в пределах одной породы, так и у разных пород. Плотность древесины большинства отечественных пород 320 – 720 кг/м³.

Древесина применяется в самых разнообразных условиях и имеет широкий диапазон колебания влажности. Т.к. влага составляет часть массы древесины, устанавливают значение плотности при определенной влажности. Плотность учитывается в расчетах, начиная от расчета нагрузок в строительных конструкциях, заканчивая определением приблизительной массы (веса) судов.

Для стандартизации сравнительных характеристик древесины различных пород или разных лесоматериалов, а также для вычисления массы лесоматериалов вместо плотности чаще применяют относительную плотность. Она представляет собой отношение плотности древесины ρ_d к плотности воды ρ_v при $t = 4^\circ\text{C}$ (при $t = 4^\circ\text{C}$ плотность воды 1 г/см³).

Относительная плотность древесины в свежесрубленном состоянии определяется также по следующей формуле; в которой она соответствует условной плотности

$$\rho_{\text{усп}} = m_0 / V_{\text{max}}, [\text{г/см}^3]$$

где m_0 – масса древесины в абсолютно сухом состоянии; V_{max} – максимальный объем древесины при влажности, равной или больше ПНКС.

Атмосферостойкость. На открытом воздухе доски из свежесрубленной древесины, не подвергнутые обработке, заметно изменяют цвет. Другие изменения вследствие атмосферных воздействий выражаются в короблении, образовании шероховатости и растрескиванию

поверхности. Атмосферное воздействие желательно или не желательно в зависимости от требований, предъявляемых к сортаментам.

При продолжительном атмосферном воздействии поверхность или прилегающий к ней слой древесины всех пород становится серым. Серый слой состоит в основном из частично разрушенных целлюлозных волокон и микроорганизмов. Дальнейшее «обветривание» древесины связано с потерей ее массы, но этот процесс протекает очень медленно (100 лет – 6 мм в сечении).

На химическую деградацию поверхности древесины сильно влияет длина волны света. Наибольшие изменения происходят под действием ультрафиолетового света. При циклическом увеличении и высыхании у пиломатериалов появляются заметные трещины. У пиломатериалов с умеренной и низкой плотностью меньше трещин, чем у пиломатериалов из пород с высокой плотностью древесины. Доски радиальной распиловки растрескиваются меньше, чем доски тангенциальной распиловки.

При атмосферных воздействиях происходит коробление досок (чаще всего поперечное); они также перестают удерживать крепежные элементы. Склонность к поперечному короблению зависит от плотности, ширины и толщины доски. Чем больше плотность древесины и чем больше отношение ширины к толщине, тем больше склонность к поперечному короблению. Для наибольшей устойчивости к поперечному короблению ширина доски B не должна превышать толщину H больше чем в 8 раз.

Биологическое повреждение поверхности древесины микроорганизмами изменяет ее цвет. Такая древесина имеет непривлекательный внешний вид с характерной темно-серой пятнистой окраской из-за наличия на поверхности спор грибов и мицелия. Там, где рост микроорганизмов подавляется из-за теплого сухого климата или воздуха в прибрежных районах, обветренная древесина имеет чистую светло-серую окраску с серебристым блеском.

Лекция 2. «Механические свойства древесины»

1. Общие сведения

Показатели механических свойств, рассмотренные в этой лекции, получены при испытании образцов древесины, называемыми чистыми (отсутствие любых пороков) и прямоволокнистые, т.к. они не содержат таких пороков, как сучки, наклон волокон, трещины и расколы. В механике древесины чистые образцы считаются однородными.

Изменчивость показателей свойств характерна для всех материалов. Т.к. древесина – природный материал и растущее дерево подвергается многочисленным постоянно меняющимся воздействиям, показатели свойств значительно изменяются даже в чистых образцах.

Древесину можно рассматривать как ортотропный материал, обладающий разными механическими свойствами в направлении трех взаимно перпендикулярных осей – продольной, радиальной, тангенциальной.

L – продольная ось вдоль волокон.

R – радиальная ось – нормаль к годичным кольцам.

T – тангенциальная ось расположена поперек волокон, но направлена по касательной к годичным слоям.

1.1 Упругие свойства чистой древесины

Для описания упругих свойств древесины необходимы 12 постоянных величин (9 из них – независимы) – три модуля упругости E, три модуля сдвига G и шесть коэффициентов Пуассона μ . Модули упругости E и коэффициенты Пуассона связаны следующими соотношениями:

$$\frac{\mu_{ij}}{E_i} = \frac{\mu_{ji}}{E_j}, \quad i \neq j; \quad i, j = L, R, T.$$

Модули упругости вдоль волокон, в радиальном и тангенциальном направлении поперек волокон – E_L , E_R , E_T получают при испытаниях на сжатие.

1.2 Вибрационные свойства древесины

Среди вибрационных свойств наибольшее значение для конструкционных материалов имеют скорость распространения звука и демпфирующие способности, или внутреннее трение.

Скорость звука в материале определяется по формуле

$$v_s = \sqrt{\frac{E}{\rho}};$$

$E = 12,4$ ГПа (гига 10^9)

$\rho = 480$ кг/м³

$v_s = 5100$ м/с

Она сильно зависит от угла наклона волокон. Скорость звука поперек волокон равна от 1/5 до 1/3 скорости звука вдоль волокон. Скорость звука уменьшается с увеличением температуры или влажности соответственно этих факторов этих факторов на модуль упругости и плотность.

Скорость звука слегка уменьшается с увеличением частоты и амплитуды колебаний, но их влияние крайне мало, и их не принимают во внимание. Не наблюдается заметного влияния породы на скорость звука. Изменчивость в v_z в древесине непосредственно связана с изменением модуля упругости и плотности.

Внутреннее трение – трение, обозначающее механизм, который вызывает рассеивание энергии. Он сложным образом зависит от температуры и влажности. При нормальной t среды внутреннее трение обычно возрастает с увеличением влажности вплоть до приема насыщения клеточных стенок; при комнатной температуре она минимальна при влажности 6 – 8 %, при t ниже комнатной минимум наблюдается при более высокой влажности; при t выше комнатной минимум его находится при более низкой влажности. В трение древесины вдоль волокон в нормальных температурно-влажностных условиях измерено в 10 раз выше, чем у металлов. Этим частично объясняется, почему в древесных конструкциях вибрация частая значительно быстрее, чем в металлических.

Плотность (к вибрационным свойствам не относится). Вещество, из которого состоит древесина, фактически тяжелее воды, и его относительная плотность для любых пород около 1,5. Однако сухая древесина большинства пород плавает по воде, т.к. часть ее объема занята полостями и порами. В зависимости от размеров полостей и толщины стенок содержание древесного вещества (сар. Руководство по древесине, Л.П. 1979) в ед. объема колеблется и, следовательно, изменяется плотность древесины. Относительная плотность характеризует количество сухого древесного вещества, содержащегося в древесине. Она также служит косвенным показателем механических свойств, если древесина чистая. Следует, однако, отметить, что величина относительной плотности отражает присутствие камеди, смолы и др. экстрактивных веществ, незначительно влияющих на механические свойства древесины.

Зависимость между относительной плотностью и показателями других свойств выражается для чистой древесины степенными функциями. Эти уравнения основаны на средних результатах испытаний древесины более чем 160 пород и приводятся в справочной литературе.

2. Тепловые свойства древесины

Эти свойства включают в себя теплопроводность, теплоемкость, температуропроводность и тепловое расширение.

Коэффициент теплопроводности характеризует интенсивность распространения тепла через материалы при понижении градиента температуры. Теплопроводность древесных пород, применяемых в строительстве, значительно меньше, чем металлов, с которыми она часто сочетается в конструкции. Коэффициент теплопроводности древесины в 2 – 4 раза больше, чем у обычных изотропных материалов.

Коэффициент теплопроводности равен количеству тепла, проходящему в единицу времени через плоскую стенку площадью в 1 м^2 и толщиной 1 м при разности температур на противоположных сторонах стенки в $1 \text{ }^\circ\text{C}$ [$\text{Вт}/\text{м}\cdot^\circ\text{C}$]

На теплопроводность древесины оказывает влияние ряд факторов: плотность; влажность; содержание экстрактивных веществ; направление волокон; структурные неоднородности (сучки и трещины). Она почти одинакова в радиальном и тангенциальном направлениях по отношению к годичным слоям, но в 2 – 8 раз больше вдоль, чем поперек волокон.

Теплопроводность увеличивается с увеличением плотности, влажности и содержания экстрактивных веществ.

влажность до 40 % $k = S (1,39 + 0,028M) + 0,165$,

где k – коэффициент теплопроводности;

S – относительная плотность древесины;

M – влажность %.

влажность больше 40 % $k = S(1,39 + 0,038M) + 0,165$

Удельная теплоемкость представляет собой отношение теплоемкости материала к теплоемкости воды. (удельная теплоемкость воды $4,19 \text{ кДж}/\text{кг}\cdot^\circ\text{C}$). Эта величина зависит от t и влажности древесины, но практически не зависит от плотности или породы. Приближенная зависимость удельной теплоемкости C_0 сухой древесины от t выражается уравнением

$$C_0 = 0,25 + 0,0006t.$$

Если древесина содержит влагу, удельная теплоемкость увеличивается, т.к. удельная теплоемкость воды больше, чем теплоемкость сухой древесины. Приняв удельную теплоемкость воды за единицу, удельная теплоемкость C сырой древесины определится по формуле

$$C = \frac{M + C_0}{1 + M} + A,$$

где: M – влагосодержание древесины;

C_0 – удельная теплоемкость сухой древесины;

A – добавочная удельная теплоемкость. Увеличивается с повышением температуры.

Коэффициент температуропроводности характеризует быстроту поглощения материалом тепла из окружающей среды [$\text{м}^2/\text{с}$]. Этот показатель представляет собой отношение коэффициента теплопроводности к произведению плотности и удельной теплоемкости.

$$C' = \frac{k}{\rho \cdot C}$$

Из-за небольшой теплопроводности, умеренной плотности и удельной теплоемкости древесины температуропроводность древесины значительно меньше, чем температуропроводность металла, кирпича, камня.

$1,61 \cdot 10^{-7} \text{ м}^2/\text{с}$ – древесина; $1,29 \cdot 10^{-5}$ – сталь; $6,45 \cdot 10^{-7}$ – стекло

Поэтому древесина не слишком горячая или холодная на ощупь, как это наблюдается у других материалов. Коэффициент температуропроводности уменьшается с увеличением относительной плотности и влажности древесины.

Коэффициент теплового расширения характеризует изменение размера тела, вызванное изменением его температуры на 1 градус. Для сухой древесины он положителен для всех структурных направлений, т.е. древесина расширяется при нагревании и сжимается при охлаждении.

Считают, что коэффициент линейного расширения относительно сухой древесины вдоль волокон не зависит от относительной плотности поперек волокон в радиальном и тангенциальном направлениях пропорциональных значению плотности древесины и в 5 – 10 раз больше коэффициентов расширения вдоль волокон. Поэтому они редко влияют практически интерес и определяют их следующими эмпирическими зависимостями:

$$\alpha_R = (32\rho + 9,9)1,8 \cdot 10^{-6} \cdot 1/^\circ\text{C} \text{ – радиальное направление.}$$

$$\alpha_t = (33\rho + 18,4)1,8 \cdot 10^{-6} \cdot 1/^\circ\text{C} \text{ – тангенциальное направление.}$$

где ρ – плотность, $\rho = 0,1 \dots 0,8$.

Коэффициенты теплового расширения можно рассматривать независимо от t в интервале его изменения от -16°C до $+54^\circ\text{C}$.

Древесина содержащая влагу, реагирует на изменение температуры иначе, чем сухая.

Лекция 3. «Технология обработки древесины»

1. Характеристика изделий из древесины

Изделия из древесины, в том числе столярно – строительные, состоят из отдельных узлов и деталей. Для их изготовления используют пиломатериалы или полученные из них черновые заготовки, а также полуфабрикаты, также, как столярные, древесноволокнистые и древесностружечные плиты, данера, лущеный и строганый шпон и т.п.

Пиломатериалы (ГОСТ) на деревообрабатывающие изделия поступают в виде досок и брусьев. Размеры пиломатериалов при их влажности 15 %: длина 1 – 6,5 м; ширина 80 – 250 мм; толщина 13 – 100 мм.

Черновые заготовки представляют собой бруски, чаще прямоугольного сечения, размеры которых превышают размеры будущих деталей на величину припуска на обработку.

Колиброванные заготовки получают в результате станочной обработки черновых заготовок. Размеры поперечного сечения колибровочных заготовок равны размерам деталей.

Лущеный шпон (ГОСТ) получают, срезая непрерывное древесное полотно с вращающегося распаренного чурака или лиственной или хвойной (сосна, кедр, лиственница) древесины. Применяют для облицовки деталей мебели, изготовления фанеры и гнукотатанных деталей.

Строганный шпон (ГОСТ) получают путем строгания на фанеростроганных станках распаренной древесины лиственных пород, и имеющих красивую текстуру. Из хвойных пород – тис и лиственница. Строганный шпон основной облицовочный материал для мебели.

Фанера состоит из трех и более листов лущеного шпона, склеенных между собой так, что направление волокон соседних слоев взаимоперпендикулярны.

Столярные плиты – это щиты с серединой из реек и поверхностями из шпона. Их применяют для изготовления ответственных деталей в судостроении, а также в строительной промышленности.

ДСП получают путем прессования в горячих прессах мелкой древесной стружки, смешанной со связующими. Выпускают полутвердые плиты (до 750 кг/см³) и твердые более 750 кг/см³ (вагоностроение).

ДВП вырабатывают из низкосортной древесины. Куски древесины в рубительной машине превращают в щепу, которая после пропаривания разделяется на волокна в рафинерах (машина непрерывного действия для размолва волокнистых полуфабрикатов) или дефибраторах (аппарат для изготовления древесной массы истиранием). В зависимости от способа производства рафинерную массу со связующими доводят до нужной влажности в горячих прессах.

2. Элементы технологического процесса

Чтобы получить готовые детали, вначале из досок на круглопильных (реже ленточнопильных) станках выпиливают черновые заготовки, затем у черновых заготовок на фуговальных станках создают базовые поверхности, после чего на продольно-фрезерных станках

обеспечивают требуемую шероховатость поверхности и нужное сечение деталей, получая калиброванные (чистовые) заготовки. Даже чистовым заготовкам придают окончательную форму детали или выполняют следующие виды продольной обработки на соответствующих станках:

- а) снятие фаски;
- б) резку фальца;
- в) заоваливание кромок;
- г) закругление кромок;
- д) выборку канавок.

Для получения из сырья и материалов готовой продукции необходимо выполнить в определенной последовательности отдельные работы, совокупность которых называется производственным процессом. Часть производственного процесса, непосредственно связанная с изменением размеров, формы и свойств перерабатываемого материала, называется технологическим процессом.

Технологический процесс подразделяется на стадии и операции.

Операция – это элементарная часть технологического процесса, выполненная на одном станке или на одном рабочем месте. Комплекс операций, охватывающий определенный этап технологического процесса, называется стадией. Например, в процессе обработки древесины на станках различают следующие стадии:

- раскрой материала на заготовки;
- обработку черновых заготовок;
- склеивание и облицовывание чистовых заготовок;
- вторичную машинную обработку чистовых заготовок.

Число операций в технологическом процессе может изменяться. Наиболее производительны проходные операции, при которых заготовка движется в одном направлении относительно режущего инструмента. Часть технологической позиционной операции, выполняемой при одном закреплении детали в станке или приспособлении, называется установкой. Иногда в течение одной технологической операции одним и тем же режущим инструментом последовательно обрабатывают разные плоскости детали (две и более). Каждую такую обработку называют переходом. Если до выполнения перехода заготовку пропускают через станок несколько раз, то каждый пропуск заготовки называется проходом.

3. Допуски и посадки

Детали и узлы изделий должны иметь определенное, заранее заданные чертежом размеры и форму. Размеры детали, представленные на чертеже, называются номинальными. Действительные размеры деталей и узлов, полученные в результате обработки заготовки на станке, определяют измерением. Разность между действительными размерами и номинальными не должна превышать допускаемых отношений.

Установлены научно обоснованные величины допускаемых отклонений действительных размеров от номинальных, при соблюдении которых обеспечивается требуемое качество сопряжений (соединений). Эти отношения называются предельными (15 мм ± 0,2 мм). Разность между наибольшим и наименьшим предельными размерами называется допуском. Если при сборке одна деталь входит в другую, то размеры соединяемых частей называются сопрягаемыми (шин - гнездо). Несопрягаемые размеры деталей называются свободными.

Детали при сборке изделий соединяют неподвижно или подвижно. Если в соединении размеры гнезда больше размера шипа, то между ними образуется зазор; если наоборот, то образуется так называемый натяг. В этом случае детали соединяются неподвижно. Чтобы получить в соединении нужный натяг или зазор, необходимо точно установить величину сопрягаемых размеров, которые после обработки должны находиться в пределах допускаемых отношений. Характер соединений называется посадкой (величина натяга или зазора). В деревообрабатывающей промышленности система допусков и посадок, позволяющая определить требуемую точность обработки, узаконена ГОСТ 6449 – 53.

В системе допусков различают охватывающую поверхность – отверстие (гнездо) и охватываемую (шип), рассматриваемую как вал. При расчете сопряжений один из размеров считается основным, другой присоединительным. За основной размер применяют размер отверстия, а присоединительным считается размер вала.

ГОСТ предусматривает три класса точности обработки деталей: первый класс применяют очень редко; второй класс является основным (столярно-сборочные детали; мебель; вагоностроение); по третьему классу обрабатывают детали для тары, некоторых строительных изделий, не требующие большой точности соединения. Посадкам присвоены буквенные обозначения.

4. Шероховатость обработанных поверхностей древесины

Величина и характере поверхности древесины после обработки зависит от строения древесины, особенности крепления или движения режущего инструмента и движения подачи (кинематические поверхности), вибрации режущего инструмента (вибрационные поверхности). Кроме того, при обработке затупившимся инструментом образуется ворсистость или мшистость.

По размерным показателям поверхностей, ворсистости и мшистости определяют шероховатость поверхности древесины и древесных материалов (ГОСТ). Шероховатость поверхности древесины характеризуется средней арифметической величиной максимальных высот поверхностей (расстояние от вершины гребня до дна впадины поверхностей) и вычисляется по формуле

$$R_{z,max} = \frac{H_{max_1} + H_{max_2} + \dots + H_{max_n}}{n}$$

где $R_{z,max}$ – средняя арифметическая величина неровностей;

$H_{max_1} \dots H_{max_n}$ – величина максимальных неровностей;

n – число измерений неровностей.

Волнистость и мшистость определяются визуально. Для деревообрабатывающей промышленности установлено 12 классов шероховатости поверхности. На поверхности древесины, обработанной по 17 – 12-му классам, не допускается ворсистость и мшистость.

Вид обработки	Класс шероховатости
Продольное пиление пилами	3 – 6
Поперечное пиление пилами	3 – 6
Фрезерование поверхности	5 – 9
Шлифование	7 - 10

В производственных условиях шероховатость поверхности контролируют, сравнивая обработанную поверхность с поверхностью эталонов. Эталоны должны быть изготовлены той же породы и получены тем же видом обработки, что и сравниваемые детали.

4.1 Взаимозаменяемость деталей

Применение системы допусков и посадок позволяет получить детали с такой точностью обработки, при которой любая деталь, изготовленная в той или иной партии, соединяется с сопрягаемой без дополнительной обработки (пригонки). Такое свойство деталей называется взаимозаменяемостью, а сами они – взаимозаменяемыми. На взаимозаменяемость деталей, кроме точности и шероховатости обработки, оказывает влияние влажность среды, при которой они обрабатываются или хранятся. Перед обработкой на станках относительная влажность древесины не должна быть выше 6 – 12 %.

4.2 Контрольно-измерительные инструменты

При наладке и настройке применяют поверочные линейки, индикаторы часового типа, угольники, щупы, микрометры, штангенциркули.

Линейки металлические, с их помощью контролируют прямолинейность и плоскостность столов и плит станков, направляющих линейек.

Индикатором измеряют биение шайб пильных дисков, валов, отклонение от прямолинейности плит и направляющих линейек.

Угольниками проверяют перпендикулярность взаимного расположения элементов станков. Их применяют также для проверки взаимного положения смежных плоскостей обработки заготовок и деталей.

Уровни применяют для определения горизонтальности столов, плит и других элементов станков.

Щуп – набор металлических пластинок различной толщины. Им измеряют зазоры.

Микрометром измеряют малые линейные размеры с погрешностью до $\pm 0,002$ мм.

Штангенциркуль используется для точного измерения наружных и внутренних размеров деталей. Он состоит из масштабной линейки, неподвижной и подвижной губок с нониусом.

Лекция 4. «Основы теории механической обработки древесины»

1. Основные способы обработки древесины

Процессы обработки древесины известны человечеству с древнейших времен. Топор – начало обработки древесины. Впоследствии значительно резко усиливается значение древесины в связи с распространением техники пиления, сверления и шлифования. По мере развития развития механического привода возникла и развивалась теория резания древесины. Начало положил проф. Петербургского горного института И.А. Тиме, который в 1870 году впервые изложил теоретические положения по определению сил резания для различных направлений движения резца относительно волокон древесины. Эти положения послужили основой дальнейшего развития науки о резании. Значительный вклад в ее развитие внесли проф. М.А. Дешевой, С.А. Воскресенский, А.П. Берщадский, Ф.М. Манжос и их ученики.

Задачей теории резания древесины является определение усилий, возникающих при ее резании, мощности, расходуемой на резание, и параметров режущего инструментов, обеспечивающих максимальную производительность при требуемом качестве обрабатываемой поверхности. Резание – один из процессов, предусмотренных технологией заготовки, первичной обработки и поверхности древесного сырья. Резанием называют технологический процесс разрушения связей между частицами материала обрабатываемой заготовки по заданной поверхности посредством воздействия на заготовку рабочего инструмента. В процессе резания получают изделия требуемой формы, размеров и с требуемой шероховатостью поверхности.

Режущий инструмент, имеющий режущие инструменты клиновидной формы, взаимодействующие с заготовкой в процессе резания. Режущий элемент воздействует на заготовку лезвием (режущей кромкой) – активным ребром клина, формирующим новую поверхность в заготовке – поверхность резания. Срезаемый слой, удаленный с заготовки режущим элементом и получившую объемную деформацию (изменение формы и размеров), называется стружкой.

Резание характеризуется следующими значениями угловых параметров:

β – угол заострения или заточки, угол между передней и задней гранями;

α – задний угол, угол между задней гранью и направлением резания;

γ – передний угол, угол между передней гранью резца и плоскостью, перпендикулярной направлению резания;

δ (Δ - дельта) – угол резания, угол между передней гранью резца и плоскостью резания

$\delta = \beta + \alpha$ – сумма углов заострения и заднего.

По количеству лезвий режущего элемента, взаимодействующих с заготовкой и формирующих поверхность резания различают: открытое резание – одним лезвием; полузакрытое – двумя и закрытое – тремя лезвиями.

При открытом резании лезвие резца по размерам полностью перекрывает ширину обрабатываемой поверхности образца, и в этом случае отсутствуют боковые поверхности

обработки. Полузакрытое и закрытое резание различаются наличием одной или двух боковых поверхностей и, соответственно, двух или трех лезвий. Открытое резание одним резцом называют простым или элементарным резанием. Обработку реальным режущим инструментом, отличным от простого, характеризуют как сложный процесс резания.

По способу получения заданной поверхности заготовки различают стружечное резание (с образованием стружки), и бесстружечное с непосредственным делением лезвием с незначительным деформированием поверхности резания.

2. Кинематические параметры и виды резания

Резание древесины является сложным процессом и состоит из движения резца (главное движение) и движения подачи. Движение резца, обеспечивающее удаление одного срезаемого слоя и образование поверхности резания, называют движением резания. Движение резца, необходимое для последовательного удаления ряда срезаемых слоев, называется движением подачи. Различные сочетания движения резца и подачи позволяют получать различные траектории сложного движения резания. В процессе резания древесины траекториями простых движений являются, как правило, прямая и окружность. Закон движения определяется характером изменения во времени скорости движения и ее величины.

Скорость резания – это скорость движения резца по траектории резания. Скоростью подачи называют скорость движения резца по траектории подачи. Скорость движения резания складывается из скоростей резания и подачи. Для характеристики работы резца, зависящих от соотношения v резания и подачи, служат показатели подачи на оборот и подачи на резец (зуб).

Подача на оборот S_0 (м) – путь точки лезвия резца, проходимый на траектории подачи за время одного оборота или одного двойного хода резца, т.е.

$$S_0 = v/u$$

где v – скорость подачи, м/с;

u – частота вращения, c^{-1} .

Подача на резец (зуб) S_z (м) – расстояние между двумя смежными траекториями резания, измеренное по направлению движения подачи, т.е.

$$S_z = S_0/Z$$

где z – количество зубьев, удаляющих срезаемые слои за время одного хода резания.

Для многолезвьевых инструментов Z определяется как частное от деления хода резания H (м) на расстояние между лезвиями двух смежных резцов или шаг резцов (зубьев) t_3 (м)

$$Z = H/t_3.$$

По положению плоскости, в которой движется резец (плоскости резания), и направлению движения лезвия в этой плоскости по отношению к волокнам различают следующие главные виды резания:

- резание в торец, или торцовое, когда плоскость резания и направление резания перпендикулярны волокнам; стружка при этом будет короткой, элементарной;

- резание вдоль волокон, или продольное, когда плоскость резания и направление резания параллельны волокнам; в этом случае образуется ломаная элементарная стружка или сливная стружка в виде спиральной тонкой линии;

- резание поперек волокон, или поперечное, когда плоскость резания параллельна волокнам, а направление резания перпендикулярно им; стружка в этом случае получается сливной или короткой элементарной.

Возможны также переходные виды резания: продольно-торцовое, продольно-поперечное и поперечно-торцовое, при которых плоскость резания занимает промежуточные положения между положениями при двух главных видах.

В отличие от элементарного резания, в котором одна плоская поверхность резания формируется одним прямолинейным лезвием резца, большинство производственных процессов резания многолезвийные, т.е. несколько поверхностей резания одновременно образуются несколькими лезвиями одного резца. При этом возникают различные варианты станочного процесса деления древесины.

3. Технологические процессы обработки древесины

По технологическому назначению резания различают процессы пиления, фрезерования, точения, сверления, строгания, измельчения и др.

Пиление (наиболее распространено) – процесс закрытого резания многолезвийным инструментом (пилой) с целью деления обрабатываемого образца на объемно недеформируемые части путем превращения в стружку минимального объема древесины, расположенного между этими частями. Процесс пиления более сложен, чем процесс резания элементарным резцом. Каждый зуб пилы имеет несколько режущих кромок, производящих резание в разных направлениях по отношению к волокнам древесины. При резании зубья пилы работают в закрытом пространстве, называемом пропилом с удалением мелких стружек – опилок. В процессе выделяют дно и боковые поверхности – стенки. Чтобы формировать пропил, резцы инструмента должны иметь три рабочих лезвия (по числу поверхностей пропила).

В деревообрабатывающем производстве используют следующие виды пиления, отличающихся направлением пропила по отношению к волокнам:

- поперечное – плоскость пропила перпендикулярна направлению волокон;
- продольное – плоскость пропила параллельна направлению волокон;
- смешанное – плоскость пропила под углом $< 90^\circ$ по отношению к волокнам.

Фрезерование – процесс резания вращающимися ножами и резцами, укрепленными на барабане или диске.

Стружка при фрезеровании имеет переменное поперечное сечение. Оно бывает продольным, поперечным, торцевым.

Точение – процесс резания, при котором заготовка получает вращательное движение. Движение подачи вдоль оси вращения придается резцу. Точение – это рабочий процесс токарных станков. Применяется при производстве разного потребления и изделий производственного назначения на лесопромышленных предприятиях.

Строганием называется обработка древесины ножами, срезающими стружку прямоугольного сечения постоянной толщины при движении либо резца относительно неподвижной в процессе резания заготовки (кряжа), либо заготовки относительно неподвижного ножа. Различают поперечное и продольное строгание.

Измельчение древесины производят в процессе торцевого резания заготовок на щепу. Технологической целью измельчения древесины является получение мелких древесных частиц заданных размеров и формы, предназначенных для дальнейшей переработки в производствах целлюлозно-бумажном, ДВП и ДСП. При измельчении древесины широко применяют рубительные машины.

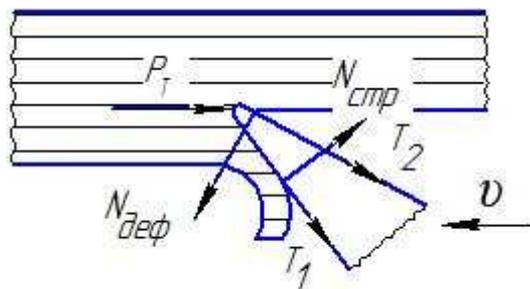
Окорка. Цель – улучшить условия и показатели раскроя лесоматериалов в круглом виде. Окорку выполняют с помощью тупых короснимателей и в процессе резания.

Одним из распространенных способов механической обработки древесины является раскалывание. При раскалывании клин внедряется в древесину вдоль волокон, не перерезая их. При внедрении клина в древесину образуется щель и последующем углублении клина древесина разделяется на части.

Лекция 5. «Резание древесины»

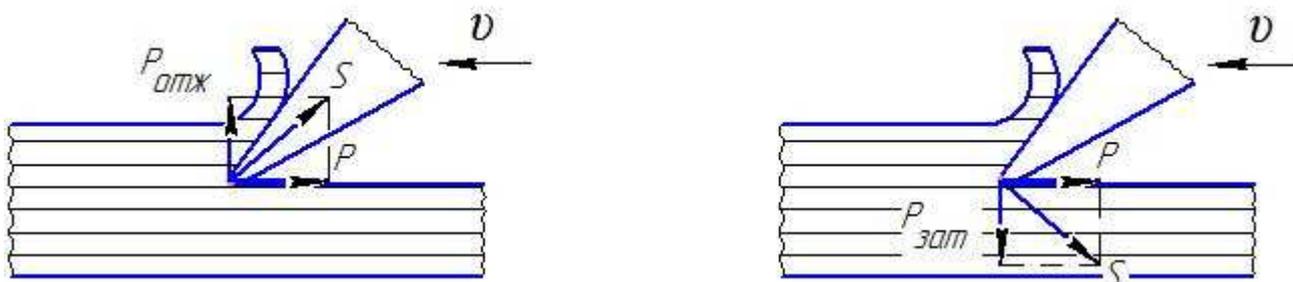
1. Сопротивление древесины резанию

Усилие, которое при резании необходимо приложить к резцу в направлении его перемещения, называется силой резания P [кПа]. Величина силы резания должна быть такой, чтобы она могла преодолеть силы сопротивления древесины резанию, которые складываются P_L , действующей на лезвие резца, сил трения T_1 и T_2 , силы давления стружки на переднюю грань резца $N_{стр}$ и силы давления древесины на заднюю грань резца $N_{деф}$.



Однако сила резания не определяется арифметической суммой сил, действующих на резец. Если разложить каждую из сил $N_{стр}$ и $N_{деф}$ на две составляющие, то сила резания преодолевает только горизонтальные составляющие этих сил, а вертикальные составляющие оказывают давление через режущий инструмент его опоры.

Сумму сил, действующих со стороны древесины на резец, можно представить в виде силы S .



Направление действия вертикальной составляющей S изменяется в зависимости от условий резания. При снятии тонкой стружки, большом угле резания, малом заднем угле и тупом резце резец будет ожиматься древесиной. При других условиях резания резец может затягиваться в древесину.

Усилие, действующее в первом случае, называется силой отжима резца древесиной $P_{отж}$, во втором – силой затягивания резца древесиной $P_{зат}$.

1.1 Движение резания и подачи

Перемещение резца, необходимое для срезания одной стружки, называется движением резания, а скорость этого движения – скоростью этого резания, которая измеряется в м/с и обозначается буквой v . Путь, который проходит лезвие резца в древесине при снятии одной стружки, называется траекторией резания.

При вращательном движении резцов v резания определяется по формуле

$$v = \frac{\pi D n}{60 \cdot 1000},$$

где D – диаметр окружности, описываемой режущей кромкой инструмента, мм;

n – частота вращения режущего инструмента, мм.

При поступательном движении резцов $v_{\text{рез}}$

$$v_{\text{рез}} = L/T,$$

где L – путь резца при срезании стружки, м;

T – время прохода резцом пути L , с.

Перемещение обрабатываемого материала за один проход (при прямолинейном движении режущего инструмента) или за один оборот режущего инструмента (при вращательном движении) называется подачей. Подача за один оборот режущего инструмента определяется по формуле

$$S_0 = \frac{u \cdot 1000}{n}.$$

$$S_z = \frac{u \cdot 1000}{Z \cdot n} - \text{подача на один зуб,}$$

где u – скорость подачи, м/мин;

Z = число зубьев пилы или фрезы или число ножей на ножевом валу;

n – частота вращения режущего инструмента, об/мин.

В случае пиления ленточными пилами формула примет следующий вид:

$$u_z = \frac{ut}{60 \cdot v},$$

где t – шаг зубьев пилы, мм;

v – скорость резания, м/с.

При одной и той же скорости резания шероховатость обработанной поверхности древесины зависит от скорости подачи. Чем меньше скорость подачи, тем больше класс шероховатости поверхности. Однако с уменьшением скорости подачи уменьшается и толщина стружки, что приводит к повышению удельной работы и мощности резания, а следовательно и к снижению производительности станка. При работе на деревообрабатывающих станках следует применять максимальную скорость подачи (исходя из возможности станка), при которых обеспечивается требуемая шероховатость и минимальная затрата энергии на резание.

2. Удельная работа и мощность резания

Энергетические затраты при резании древесины принято выразить в виде удельной работы и мощности резания. Удельная работа резания – это количество энергии, выраженное в $\text{кГс}\cdot\text{м}$, потребное для превращения в стружку одного см^3 древесины, K [$\text{кГс}\cdot\text{м}/\text{см}^3$]. Числовое значение удельной работы резания зависит от угловых параметров резца, породы древесины, ее влажности, толщины снимаемой стружки, угла встречи (перерезания волокон), скорости резания и других факторов.

Мощность резания – количество энергии, потребное для превращения в стружку объема древесины в течение одной секунды [л.с. кВт].

Объем древесины q , превращаемый в стружку в течение одной сек, определим по формуле:

$$q = \frac{b \cdot h \cdot u}{60},$$

где b ; h – ширина и толщина снимаемого слоя, мм;

u – скорость подачи, м/мин.

При пилении ширина снимаемого слоя b равна ширине пропила, а h – высоте пропила.

Зная объем древесины q и величину удельной работы резания K , можно вычислить мощность N

$$N = K \cdot q, \quad \text{кГс} \cdot \text{м/с}$$

Подставляя значение q , получим $N = \frac{b \cdot h \cdot u}{60}$ или $N = K \frac{b \cdot h \cdot u}{60 \cdot 75}$ [л.с.] или $N = K \frac{b \cdot h \cdot u}{60 \cdot 102}$ [кВт]

Сила резания P , отнесенная к 1 мм² площади поперечного сечения срезаемой стружки, называется удельным сопротивлением резанию K [кГс/мм²].

Зная величину удельного сопротивления резания, можно определить силу резания P

$$P = K b l_{\text{ср}}, \quad (1)$$

где: K – удельное сопротивление резанию, кГс/мм²;

$b l_{\text{ср}}$ – площадь поперечного сечения стружки, срезаемой резцом, мм².

Если в резании принимают участие одновременно несколько резцов, то в уравнение (1) подставляют значение площади поперечного сечения стружки, снимаемой одним резцом, умноженное на число резцов Z , одновременно снимаемых стружку

$$P = K b l_{\text{ср}} Z$$

Уравнение для вычисления удельной работы для конкретных условий резания имеет следующий вид:

$$K = K_r \cdot a_{\text{п}} \cdot a_3 \cdot a_{\delta} \cdot a_{\psi} \cdot a_{\text{в}},$$

где K_r – значение удельной работы, взятое из таблиц;

$a_{\text{п}}$ – коэффициент, учитывающий породу обрабатываемой древесины;

a_3 – коэффициент, учитывающий степень затупления резца;

a_{δ} ; a_{ψ} – коэффициенты, учитывающие соответственно углы резания и встречи;

$a_{\text{в}}$ – коэффициент, учитывающий влажность.

2.1 Факторы, влияющие на удельную работу резания

Направление резания. Древесина имеет различные свойства в трех взаимно перпендикулярных плоскостях – торцевой, радиальной и тангенциальной. Это обуславливает различную сопротивляемость древесины резанию в разных направлениях относительно расположения волокон. Например, для сосны при одних и тех же условиях обработки в случае торцевого резания удельная работа равна 1,75 кГс·м/см³; при продольном – 0,50 кГс·м/см³; при

попересном – $0,30 \text{ кГс}\cdot\text{м}/\text{см}^3$. Поэтому максимальная мощность затрачивается в случае торцевого, а минимальная – в случае поперечного резания.

Порода древесины. Свойства древесины разных пород различны, что обусловливается зависимостью удельной работы от породы древесины. Если удельная работа для сосны при торцевом резании равна $1,75 \text{ кГс}\cdot\text{м}/\text{см}^3$, то при тех же условиях для березы – $2,85$, для дуба – $3,15 \text{ кГс}\cdot\text{м}/\text{см}^3$. Следовательно, при одной и той же мощности станка производительность при обработке сосны будет выше, чем для заготовки из дуба.

Влажность древесины. Чем больше влажность древесины, тем меньше ее сопротивление разрушению и ниже упругость. Одновременное влияние этих двух факторов на процесс резания приводит к некоторому уменьшению удельной работы при продольном и поперечном резании; удельная работа при торцевом резании с увеличением влажности древесины изменяется незначительно.

Толщина стружки. С увеличением толщины стружки удельная работа резания резко уменьшается. Следовательно, чем толще стружка, тем меньше величина удельной работы резания и наоборот.

Угол резания δ , задний угол α и угол заострения β . С увеличением угла резания δ при одном и том же значении заднего угла α удельная работа значительно возрастает. Если угол резания изменяется от 45 до 90° , то удельная работа резания возрастает в 2 раза. Это объясняется увеличением работы, затрачиваемой на деформацию древесины передней гранью резца. При увеличении заднего угла α удельная работа резания уменьшается, если $\alpha \rightarrow 0$, то резание становится почти невозможным, из-за большого контакта задней грани с древесиной.

С увеличением заднего угла уменьшается угол заострения β , ϕ это приводит к быстрому затуплению режущего инструмента, и следовательно, к увеличению удельной работы резания.

Степень затупления резца. Лезвие резца не представляет собой линии пересечения его передней и задней граней, как это кажется. В действительности уже при заточке кончик резца надламывается или зачищается абразивным инструментом. При работе резец выкрашивается и истирается, т.е. затупляется. По мере затупления резца удельная работа резания повышается и, кроме того, уменьшается точность обработки.

С увеличением поверхностей резания, т.е. с переходом открытого резания к закрытому, удельная работа резания увеличивается в связи с возникновением дополнительных сил трения стружки о древесину и изменением характера деформации стружки.

Скорость резания. При увеличении $v_{\text{рез}}$ от 30 до $50 \text{ м}/\text{с}$ удельная работа резко уменьшается, но дальнейшее повышение $v_{\text{рез}}$ вызывает ее увеличение. Это явление объясняется в основном возрастанием сопротивления древесины разрушению при больших скоростях.

Лекция 6. «Элементы деревообрабатывающих станков»

1. Характеристика основных элементов станков

Устройство деревообрабатывающих станков зависит от их назначения. Одни станки служат для распиловки заготовок, другие для строгания, третьи – для высверливания отверстий. Однако, различаясь по устройству, станки имеют конструктивные элементы одинакового назначения – станины, столы или коретки для базирования деталей, узлы для закрепления режущего инструмента и сообщения ему или заготовке рабочих движений.

Элементы станков разделяют на основные и вспомогательные. В первую группу включают станины, суппорты, рабочие органы, механизмы подачи, приводы, органы управления, опорные и направляющие устройства, зажимы, прижимы и упоры. Ко второй группе относят устройства для заточки режущего инструмента, настройки и смазки станков, удаления отходов. Многие станки оборудуют околостаночными механизмами, питающими и съёмными устройствами, но не каждый станок оборудован всем комплексом приведенных элементов.

Станина служит основанием станка, на котором закрепляются все его узлы и детали. Она воспринимает усилия, действующие между отдельными элементами станка, вибрационные и динамические нагрузки, а также нагрузки от обрабатываемого материала. Станины могут быть литыми и сварными. Их изготавливают пустотелыми, обычно коробчатого сечения, обеспечивая при этом необходимую устойчивость. Конфигурация и размеры станины зависят от назначения и конструкции станка.

Рабочие органы в станках с вращательным движением режущего инструмента – шпиндели, ножевые пильные валы – служат для его закрепления и вращения. В станках с поступательными движениями режущего инструмента они предназначены или для его закрепления или закрепления и сообщения ему прямолинейного движения резания или подачи.

На суппортах закрепляют или другие органы станка. В зависимости от конструкции станка рабочие органы, закрепленные на суппорте, могут перемещаться только в одном направлении (\updownarrow), в двух ($\updownarrow\leftrightarrow$) или в двух направлениях и под углом.

На станках с позиционной обработкой суппорты используют также для крепления опорных элементов – столов для сообщения заготовкам движения подачи. В станках с проходной обработкой механизмы подачи сообщают заготовкам непрерывное равномерное движение подачи.

Привод включает в себя двигатель и промежуточные звенья, связывающие двигатель с элементами станка (ременная передача, муфта, редуктор и т.д.). Иногда промежуточных звеньев нет надобности, например, когда вал электродвигателя служит одновременно пильным валом или шпинделем.

Органы управления предназначены для включения и отключения приводов рабочих органов и органов подачи. В станках современных моделей осуществляется автоматическое и

полуавтоматическое управление их работой; отдельные приводы включаются и выключаются в определенной, заранее заданной последовательности или при определенном положении заготовки.

Опорные и направляющие элементы станков придают устойчивость заготовкам в процессе обработки и направляют их при подаче на режущий инструмент. С помощью зажимов заготовки закрепляют в определенном положении при позиционной обработке. Прижимы обеспечивают плотное прижимание заготовок к направляющим при выполнении проходных операций. Упоры служат для правильной ориентации заготовки в определенном положении относительно режущего инструмента.

Питательные и съёмные устройства предназначены для подачи заготовок в станок и съема со станка обработанных заготовок или деталей и укладки их в плиты

Устройства для заточки предназначены для фугования и заточки режущего инструмента непосредственно на станке.

Устройства для настройки имеются на всех станках. Они служат для изменения положения направляющих и опорных элементов относительно режущего инструмента, а также положения прижимных и подающих органов относительно опорных элементов станков.

Устройства для удаления отходов представляют собой эксгаустерные приемники (вентилятор, создающий разрежение), присоединяемые к трубопроводам, по которым пыль и стружка, образующиеся при обработке древесины, удаляются из цеха.

Устройства для смазки служат для подвода масла к трущимся поверхностям.

2. Рабочие органы и механизмы подачи

Пильные валы применяют в качестве рабочих органов в круглопильных станках. Пильный вал вращается в двух шарикоподшипниках, установленных в опорной части станка (на станине). На одном конце вала закрепляют шкив, которым валу через ременную передачу сообщают вращение от электродвигателя. На другом конце вала специальными шайбами зажимают пильный диск с помощью гайки. Гайка, зажимающая шайбы и пильный диск, должна завертываться в направлении, обратном вращению пильного диска, что исключает возможность ее отвертывания во время работы.

Пильные валы выпускаются для однопильных и многопильных станков. На них устанавливают несколько пил для раскроя за один проход доски или заготовки на несколько частей. Пильные валы у таких станков (ЦДК-5, ЦРМ-2) обычно устанавливают в корпусе на подшипниках. На одну консоль вала насаживают шкив, связывающий вал через ременную передачу с валом электродвигателя. На противоположной консоли пильного вала закреплены пилы. Расстояние между двумя смежными пилами определяют проставные кольца.

У многих круглопильных станков вал электродвигателя служит одновременно и пильным валом. Это позволяет упростить конструкцию станков и уменьшить их размеры за счет сокращения опор и исключения ременной передачи.

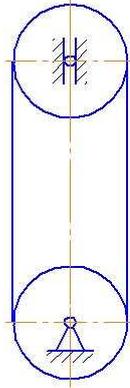
Ножевые валы применяют на станках обрабатывающих древесину методом фрезерования, например, на фуговальных, рейсмусовых, четырехсторонних продольно-фрезерных. Ножевой вал изготавливают из стали. Конструкция его предусматривает возможность закрепления на нем ножей и придания им вращательных движений. Средняя часть вала делается утолщенной с пазами для ножей и устройств для их закрепления. По обе стороны от утолщенной части расположены шейки, которыми вал устанавливается в подшипники. На одном конце вала прикреплен шкив для передачи вращательного движения.

В рейсмусовых станках СР6-8 (рейсмусовый станок – дереворежущий станок для обработки по толщине брусковых заготовок способом цилиндрического фрезерования) ставят плоские серповидные ножи, режущие кромки которых расположены на цилиндрической поверхности вала по винтовым линиям (кроме этого – с прялинейным расположением ножей). Ножевой вал с такими ножами отличается плавностью работы и обработанная древесина имеет более высокий класс шероховатости. Ножевые валы делают 6000 мин^{-1} больше, поэтому валы и ножи балансируют с таким расчетом, чтобы центры тяжести двух ножей, установленных на противоположных сторонах вала, были одинаково удалены от оси вращения. В противном случае неизбежно появление неуравновешенных центробежных сил, вызывающих сильные вибрации, что приводит к ухудшению качества обработки и к поломке элементов станка.

Ножевые валы рассчитаны на закрепление одной, двух и большего количества пар ножей. Ножи закрепляются на валу болтами или клиньями с винтом.

Шпиндели служат для закрепления и вращения режущего инструмента в продольно-фрезерных, фрезерных, шипорезных, сверлильных и некоторых других станках, предназначенных для обработки древесины методом фрезерования или сверления. Шпиндель с помощью шариковых подшипников устанавливается в суппорте станка. В верхней части шпинделя предусмотрено коническое гнездо для закрепления насадки с режущим инструментом.

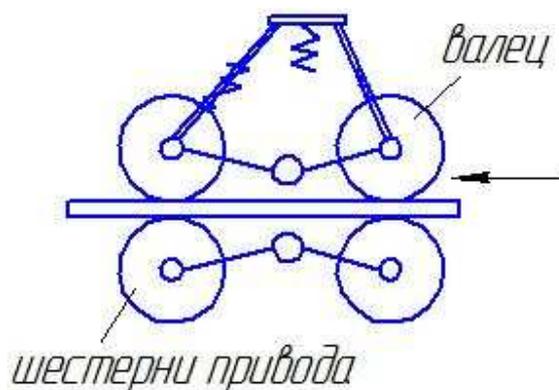
В деревообрабатывающих станках шпинделями часто служат удлиненные валы электродвигателей. Режущий инструмент закрепляется непосредственно на валу или с помощью шпиндельной насадки. При частоте тока 50 Гц шпиндели – валы электродвигателей могут делать около 3000 об/мин, чтобы увеличить число оборотов 4500, 6000 на станках устанавливают преобразователи, повышающие частоту тока соответственно до 75 и 100 Гц. Рабочие органы ленточнопильных станков выполняют в виде двух шкивов. Нижний шкив приводной.



Ось верхнего ведомого шкива закрепляется на следующем суппорте 4, позволяющем изменять его положение относительно нижнего шкива, что необходимо для натяжения полотна пилы и регулирования его положения в процессе работы.

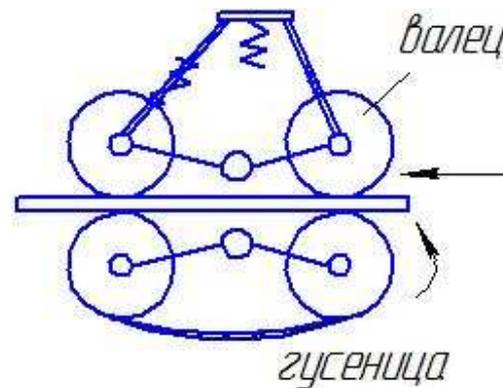
Механизмы подачи. В станках с проходной обработкой движение подачи всегда сообщается заготовкам. Оно, как правило, постоянно и непрерывно. В станках с позиционной обработкой движение подачи сообщается или заготовке, или рабочему органу с закрепленным на нем режущим инструментом, а в некоторых случаях одновременно заготовке и рабочему органу. После движения подачи в станках с позиционной обработкой обязательно следует холостой ход, поэтому механизм подачи должен сообщать подающим устройствам станка в-н. движения.

В станках с проходной обработкой подающие механизмы выполняют в виде двух или большего числа пар валцов, валцов и дисков, валцов и гусеницы, гусеничных цепей и неприводных роликов, вращающихся барабанов и столов. Часто используют пластинчатые цепи с упорами (при поперечной подаче заготовок). Приводятся механизмы подачи от электродвигателей. В станках с позиционной обработкой в качестве подающих устройств используют подающие столы, каретки, а для подачи режущего инструмента на заготовки – суппорты. Привод подающих устройств – электрический, пневматический, гидравлический.



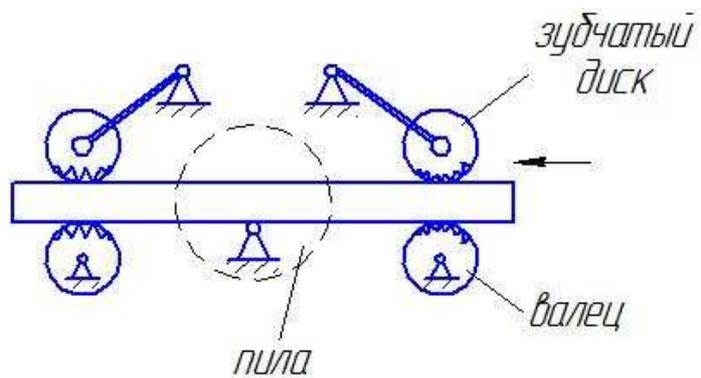
а) вальцовый механизм

Вальцы прижимают заготовку, подают на рабочий орган и отводят от них



б) вальцово-гусеничный механизм

Обеспечивает лучшее качество обработки и уменьшает возможность буксования. Заготовка опирается на гусеницу



в) вальцово-дисковый механизм

Применяется в круглопильных станках.

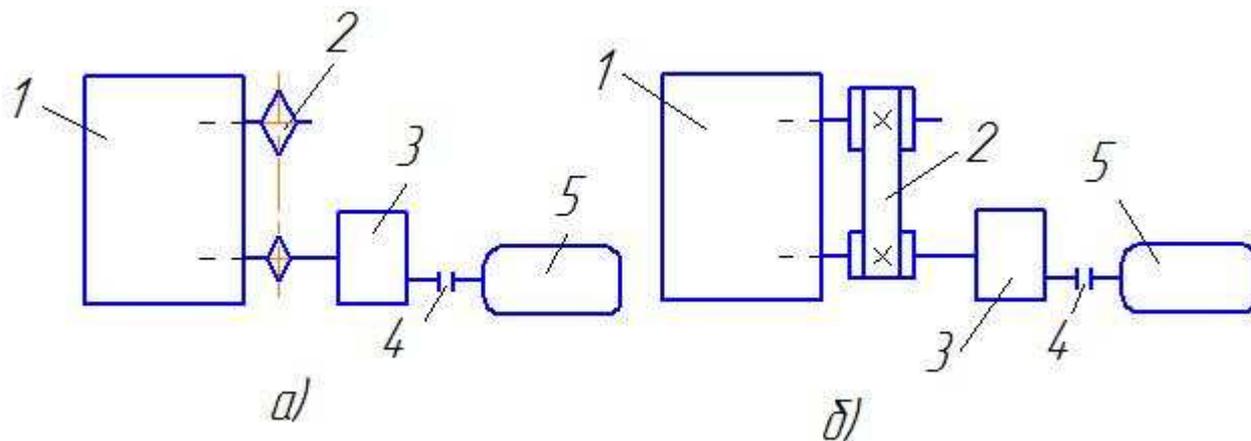
Лекция 7. «Приводы деревообрабатывающих станков»

Приводы сообщают движение рабочим органам, механизмам подачи, вспомогательным элементам станка, съемным и загрузочным механизмам, зажимным устройствам, а также позволяют перемещать элементы станка при его настройке. Привод состоит из двигателя и системы подачи.

1. Электропривод.

Благодаря простоте устройства и управления электроприводы широко применяются в деревообрабатывающих станках. Они имеют высокий КПД. Недостаток электропривода – относительно большая масса и значительные размеры. Кроме того, при их использовании затруднено бесступенчатое изменение скоростей органов станков и частое реверсирование. Для снижения частоты вращения валов электродвигателей во многих случаях (например, для механизмов подачи) приходится вводить в систему привода громоздкие передачи; во время пуска инерционность (способность сохранять состояние движения или покоя) электродвигателя вызывает появление тока, значительно превышающего расчетный, в результате чего возможен перегрев двигателя. В случае этого для привода механизма подачи в станках с позиционной обработкой вместо электродвигателя устанавливают гидродвигатели.

Электропривод с редуктором применяют в том случае, когда требуется при относительно большой частоте вращения двигателя получить небольшую скорость движения подающих устройств.

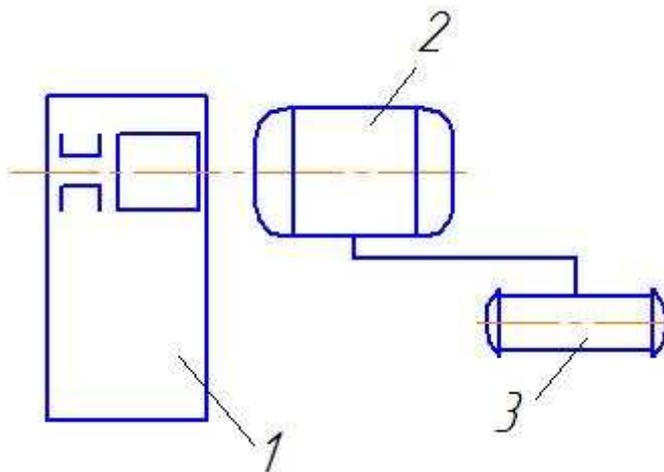


1 – станок; 2 – цепная или ременная передача; 3 – редуктор; 4 – муфта; 5 – электродвигатель.

Вращение от электродвигателя через редуктор и муфту передается органам подачи. Рабочие органы деревообрабатывающих станков должны сообщать инструменту большую скорость. Чтобы повысить частоту вращения рабочих валов и шпинделей, нередко используют ременную передачу. Наиболее компактны встроены электродвигатели, на валу которых непосредственно закрепляют режущий инструмент.

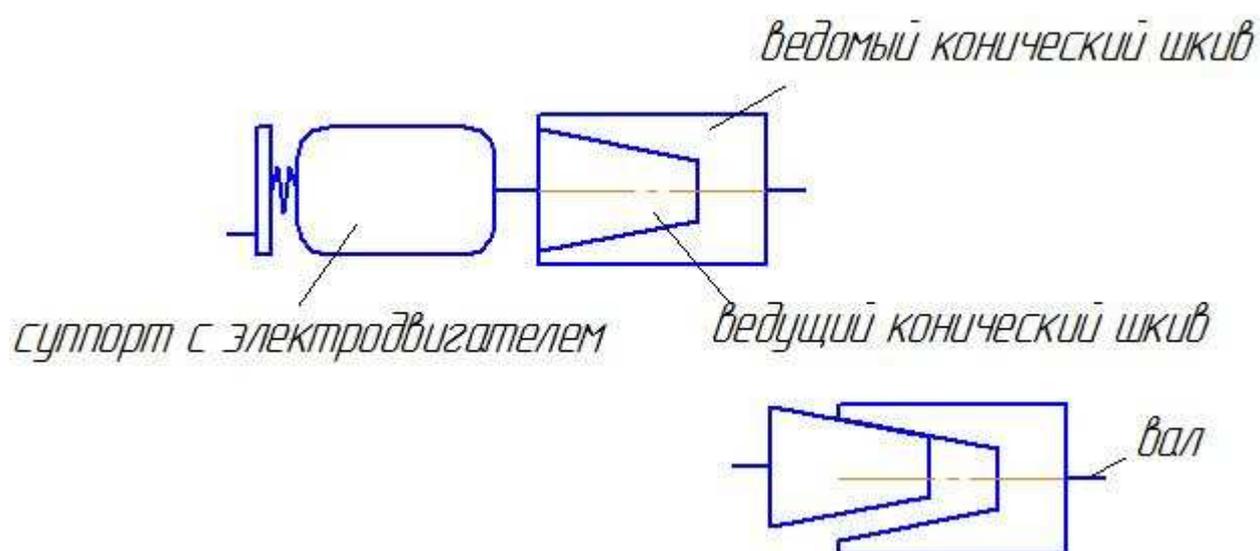
При необходимости получить большую частоту вращения шпинделей применяют электродвигатели, питаемые током высокой частоты. В этом случае ток вначале подается в преобразователь частоты и уже оттуда поступает в электродвигатель привода станка. На

продольно-фрезерных станках устанавливают электродвигатели, работающие на токе 100 Гц ($n = 5500 - 5800$ об/мин), на копировально-фрезерных до 400 Гц ($n = 21000 - 22000$ об/мин).



1 – станок; 2 – электродвигатель; 3 – преобразователь частоты

Часто в цепь привода для бесступенчатого изменения скорости подачи устанавливают после электродвигателя перед редуктором с постоянным передаточным числом, вариатор, соединяя его цепной передачей с механизмом подачи станка. В приводах станков применяют фрикционные конусные вариаторы.



Привод с электромагнитной муфтой скольжения состоит из асинхронного электродвигателя, редуктора и центробежного регулятора. Центробежный регулятор замыкает и размыкает цепь питания якоря до 40 раз в секунду, поддерживая при этом установленную частоту вращения якоря, а следовательно и постоянную скорость подачи.

2. Объемные гидроприводы

В деревообрабатывающих станках объемный гидропривод в основном служит для привода механизмов и зажимов. Однако имеются станки, где от гидропривода осуществляется также и главное движение. Они сообщают поступательное и вращательное движение органам станка.

Гидропривод дает возможность в больших пределах изменять скорость движения органов станка, отличается быстротой действия, обеспечивает плавное движение. Сравнительно

небольшой по размерам гидродвигатель создает значительное усилие, а также допускает часто реверсирование движений органов станка и обеспечивает возможность дистанционного и автоматического управления. Прямолинейное и вращательное движение органов станка совершается непосредственно от гидродвигателя или простейших преобразующих механизмов (рейка – шестерня, кривошипно-шатунный механизм). Органы станка, приводимые в движение гидродвигателем, не испытывают перегрузки, что увеличивает срок их эксплуатации.

К недостаткам гидроприводов относятся: сравнительно низкий КПД из-за трения рабочей жидкости и потери ее предохранительные устройства, огнеопасность и нестабильность работы при резких изменениях температуры рабочей жидкости.

Лекция 8. «Органы управления»

1. Общие сведения.

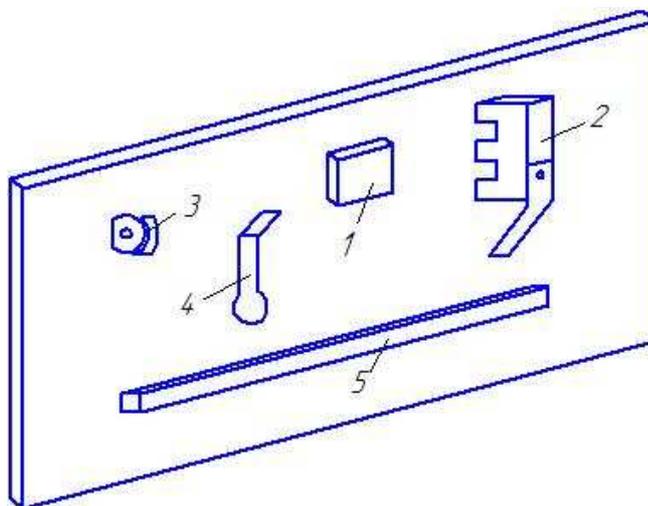
Для управления полуавтоматическими и автоматическими деревообрабатывающими станками и станочными линиями применяют системы, которые состоят из электрической, а часто электрической, гидравлической и пневматической аппаратуры. При разработке систем управления предусматривается автоматизация следующих процессов:

- поддержание или изменение режимов работы станка при обработке деталей;
- последовательного перемещения отдельных элементов станка;
- загрузки заготовок в станок;
- выполнение вспомогательных операций (сброс заготовок или деталей после обработки, управление прижимами и т.д.).

1.1. Контакторы и магнитные пускатели. Кнопочные станции.

Все электродвигатели имеют обмотки, которые при пуске электродвигателя подключают к силовым электрическим цепям, а при остановке отключают от них. Для подключения и отключения применяют контакторы и магнитные пускатели. С их помощью электродвигателями управляют на расстоянии (дистанционное управление).

Контактор имеет несколько подвижных контактных пластин, закрепленных на валу из диэлектрика, и соответствующее им число неподвижных контактных пластин, закрепленных на корпусе. Вал соединен с якорем магнитной системы, сердечник которой и катушка прикреплены к корпусу.



1 – катушка; 2 – якорь; 3 – неподвижная контактная пластина; 4 – подвижная контактная пластина; 5 – вал

При включении контактора ток проходит через катушку 1, сердечник притягивает якорь 2, который при этом поворачивает вал 5 с подвижными пластинами 4 до соприкосновения их с неподвижными пластинами 3. Так как подвижные пластины через клеммы соединены обмоткой электродвигателя, а неподвижная через клеммы с силовой сетью, то при срабатывании контактора

ток из сети через пластины поступает в обмотку электродвигателя, и он начинает работать. Надежность замыкания контактов обеспечивается смещением пружинами.

Магнитные пускатели отличаются от контакторов конструкцией подвижной части магнитной системы и наличием встроенного теплового реле, автоматически отключающим электродвигатель от сети при перегрузке его на 20 – 30 %. В магнитных пускателях для каждой фазы цепи установлено два неподвижных контакта. Один контакт каждой пары соединен с одной из фаз силовой цепи, другой – с обмоткой электродвигателя. Под неподвижными контактами на специальном траверсе, снабженной пружинами, установлены подвижные контактные пластины. Траверса соединена с якорем магнитной системой, сердечник и катушка которой неподвижно прикреплены к корпусу магнитного пускателя.

При прохождении через обмотку тока якорь сообщает траверсе прямолинейное перемещение, подвижные контактные пластины при этом прижимаются к неподвижным, замыкая цепь, и ток из сети поступает в обмотки электродвигателя. В схемах, предусматривающих изменение направления вращения электродвигателя, применяют реверсивные пускатели. Они представляют собой два обычных магнитных пускателя, смонтированных вместе и оборудованных механической блокировкой, исключающей возможность одновременного срабатывания пускателей. Один реверсивный пускатель включает электродвигатель для правого вращения, другой для левого.

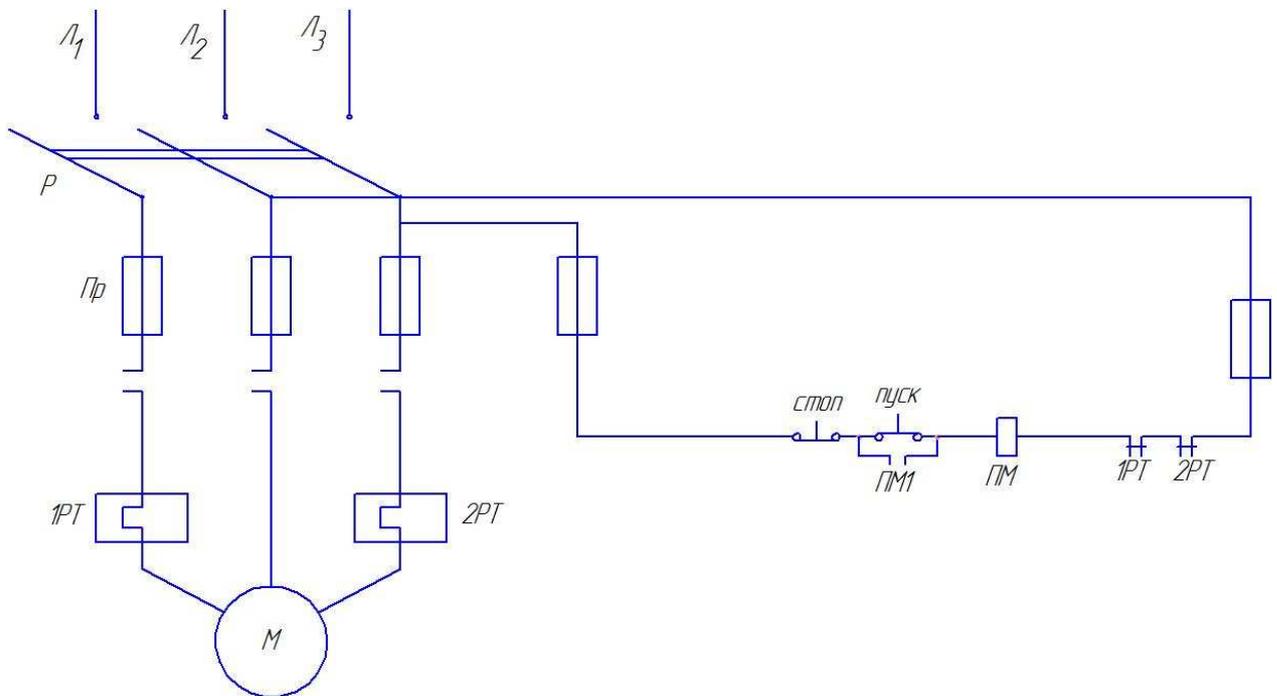
Магнитные усилители кроме основных силовых контактов обычно имеют вспомогательные, так называемые блок-контакты, которые подключают к цепям управления. Контактные и магнитные пускатели применяют как самостоятельные пусковые устройства в простых системах управления и как составные элементы в сложных.

Для ручного включения и выключения электродвигателей через магнитные пускатели или контакторы служат кнопочные станции. Каждая кнопочная станция имеет минимум две кнопки: «Пуск» и «Стоп».

В схемах управления реверсивными двигателями кнопочные станции оборудованы тремя кнопками «Вперед», «Стоп», «Назад».

2. Схема управления электродвигателем

Для подключения электродвигателя к сети предусмотрен рубильник Р. Цепь замыкания при включении магнитного пускателя ПМ. От короткого замыкания сеть защищают плавные предохранители Пр, для автоматического отключения двигателя при небольших, но длительных перегрузках в цепь питания включены тепловые реле 1РТ и 2РТ. В цепь управления введены контакты ПМ-1 (блок-контакты). В момент включения электродвигателя они замыкаются, образуя цепь, // кнопке «Пуск». Таким образом, включение контактов ПМ-1 магнитный пускатель самоблокируется (становится на «самопитание»), т.е. может работать при отпущенной кнопке «Пуск».



Пуск двигателя по данной схеме осуществляется в такой последовательности. При включении рубильника P к сети подключаются линейные контакты ПМ главной цепи и цепь управления; контакты ПМ и цепь управления будут находиться под напряжением, но при разомкнутых контактах ПМ и кнопки «Пуск» ток в цепи не поступает (цепи разомкнуты).

При нажатии кнопки «Пуск» обмотка ПМ магнитного пускателя, через размыкающие контакты кнопки «Стоп», замыкающие контакты кнопки «Пуск» и размыкающие контакты тепловых реле $1PT$ и $2PT$ подключаются к фазам L_2 и L_3 . Выключатель, магнитный пускатель замыкает линейные контакты ПМ, в результате чего электродвигатель подключается к сети (L_1 L_2 L_3). Одновременно замыкаются блок-контакты ПМ-1, через которые питание подается в обмотку магнитного пускателя при разомкнутых контактах кнопки «Пуск».

При нажатии кнопки «Стоп» размыкается цепь питания обмотки магнитного пускателя, линейными контактами ПМ двигатель отключается от сети, а контакты ПМ-1, размыкаясь, снимают цепь управления с самоблокировки.

2.1. Конечные выключатели

Важным элементом систем автоматического управления являются конечные выключатели. Их используют для ограничения и переключения хода отдельных узлов станка. В деревообрабатывающих станках наиболее распространены контактные выключатели ВК-411 и ВК-211. Они имеют контакты, которые замыкаются или размыкаются при нажатии на их приводной элемент движущимися деталями станка. Приводным элементом в выключателе ВК-411 служит ... стержень, а в выключателях ВК-211 – поворотный рычаг. В выключателях того и другого типа имеется по две пары контактов: одна пара размыкающих и другая пара замыкающих. При воздействии узлов или деталей станка на элементы выключателей размыкающие контакты размыкаются, а замыкающие контакты замыкаются, замыкая или размыкая цепи управления пусковыми устройствами.

Выключатель ВК-411 применяют при скорости перемещения узла станка, воздействующего на стержень выключателя, равной 0,4-0,5 м/с и выше, а при меньшей скорости – выключатели ВК-211 мгновенного действия, на работу которых скорость перемещения деталей станка оказывают влияния; даже при сильно медленном нажатии детали на рычаг конечного выключателя контакты его срабатывают мгновенно.

В некоторых станках контактные конечные выключатели в системе управления заменяют бесконтактными датчиками. Отсутствие электрических контактов в таких датчиках упрощает их обслуживание и повышает надежность работы системы управления.

В деревообрабатывающих станках применяют бесконтактные датчики БВК-24, корпус которых выполнен из эпоксидной смолы. В него герметично вмонтированы элементы датчика. От корпуса отходят только три провода. Достаточно алюминиевой пластины, установленной на движущемся элементе станка, занять определенное положение относительно датчика, как он посылает электрический сигнал в цепь управления на остановку элемента или на одновременное прекращение перемещения одного элемента и начало движения другого элемента станка. Бесконтактные датчики характеризуются мгновенным действием, точностью срабатывания и надежностью работы. В следствии герметичности и отсутствия контактов срок работы бесконтактных датчиков практически не ограничен.

2.2. Реле

Реле представляют собой аппараты с помощью которых замыкаются и размыкаются электрические цепи. В зависимости от назначения они подразделяются на реле управления и реле защиты. Реле управления предназначены для замыкания или размыкания цепей управления в целях обеспечения нужного режима работы. Роль реле защиты ограничивается лишь защитой электропривода от ненормальных режимов работы системы, в управлении работой станки оно не участвует.

Тепловое реле. Оно служит для защиты электродвигателей от перегрева при длительных, но относительно небольших перегрузках. Нагреватель включен последовательно в цепь питания электродвигателя, контакты включены в цепь катушки магнитного пускателя. В результате срабатывания биметаллической пластины разрывается цепь питания катушки магнитного пускателя и силовая цепь размыкается.

Тепловые реле устанавливают как отдельно, так и непосредственно в магнитных пускателях. Необходимо, чтобы две из трех фаз питания электродвигателя имели тепловое реле, контакты которых соединены между собой последовательно. Реле изготавливают со сменными нагревательными элементами, рассчитанными на номинальный ток от 0,64 до 150 А. Следует отметить, что тепловое реле недостаточно быстро реагирует на кратковременные перегрузки двигателя. В этом случае применяют предохранители с плавкими вставками.

Реле максимального тока. Его применяют в системах управления электродвигателями, перегрузка которых может привести к поломке элементов станка. Кроме того, реле тока используют и как датчики.

Реле времени. С их помощью осуществляются автоматическое замедления включения или отключения отдельных аппаратов и технологические паузы в работе механизмов. При включении катушки реле времени в цепи контактная группа срабатывает не сразу, а через определенный промежуток времени.

Устройство для замедления зависит от конструкции реле. При использовании реле постоянного тока с небольшой выдержкой времени (1 – 2 с) замедление осуществляется за счет медленного на расстояние магнитного потока в цепи магнитного реле; в электронных реле за счет медленного нарастания или снижения электрического заряда сетки.

Реле контроля скорости. Его обычно применяют в системах торможения против отключения асинхронных двигателей деревообрабатывающих станков. Назначение реле – отключение тормозных устройств при остановке двигателя или снижения скорости вращения электродвигателя до определенной величины.

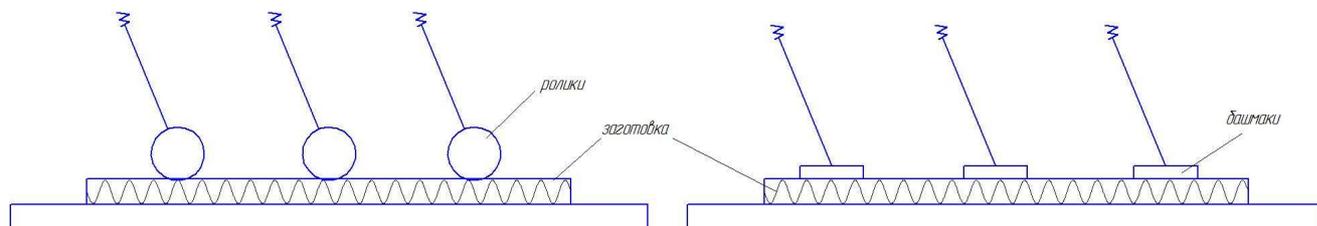
Фотореле. В таких случаях применяют фотореле, которые при изменении силы светового потока изменяют силу тока в цепи управления, чем подается сигнал на определенное чередование составляющего цикла работы оборудования.

Промежуточное реле. Их используют для усиления сигнала, создания блокировок, предупреждающих включение двигателе, если это может повлечь за собой поломку станка. С помощью промежуточных реле достаточно заданной последовательности работы элементов станка.

Лекция 9. «Прочие элементы станков и околостаночное оборудование»

1. Зажимы и прижимы

При обработке заготовки должны плотно прилегать к базирующим и соответствующим направляющим и опорным элементам станка. На станках с проходной обработкой обрабатываемые заготовки прижимают к базирующим опорным плоскостям роликовые прижимные устройство или башмаки.



Те и другие могут быть расположены горизонтально или вертикально. В боковых прижимах ролики вращаются в горизонтальной плоскости. Применяют также прижимы, выполненные в виде гибкой ленты, надетой на неприводные шкивы, закрепленные на суппорте. На станках с ручной подачей прижимным устройством служит пружинящая пластина, закрепленная на станине станка.

На станке с позиционной обработкой заготовки закрепляют винтовыми, эксцентриковыми, рычажными и наиболее совершенными пневматическими и гидравлическими зажимами.

1.1. Упоры (концевые ограничители)

Упоры обеспечивают правильное положение заготовок относительно режущего инструмента в станках с позиционной обработкой. В зависимости от характера выполняемой на станке операции применяют жесткие, откидные, пружинящие, утапливаемые и качающиеся упоры.

Жесткие упоры применяют, когда в заготовках одинаковой длины обрабатывают один конец. Если же детали обрабатывают с двух сторон, то жесткие упоры применяют в сочетании с откидными, пружинящими и утапливаемыми. При оторцовке одного конца заготовку устанавливают по жесткому упору, другого – по откидному.

Для многорезных работ жесткий упор применяют в сочетании с пружинящим или утапливаемым, по которому ориентируют заготовку уже образованными заплечиками шкива.

Откидные и утапливаемые упоры нужны на станках, где режущий инструмент надвигается на заготовку. При работе с откидными упорами заготовку устанавливают торцом по одному из упоров, а остальные откидывают. При работе с утапливаемыми упорами торец заготовки вручную доводят до нужного упора, а все другие упоры, находящиеся в зоне расположения заготовки, утопляют.

1.2. Питающие устройства (питатели)

Питатель ПА-3 предназначен для длительного питания брусковыми заготовками автоматических и поточных линий, а также отдельных станков. Он рассчитан на подачу длиной 400 – 2000, шириной 30 – 150 и толщиной 20 – 60 мм в среднем со скоростью 10 – 42 м/мин. Он

состоит из напольного цепного конвейера, наклонных направляющих, ременного конвейера, фотореле и стола.

Питатель ПА-5 предназначен для подачи щитовых заготовок. Он состоит из гидравлического подъемного стола, пневматического толкателя и роликового конвейера. Питатель ПА-5 рассчитан на подачу щитов длиной 500 – 2000, шириной 400 – 800 и толщиной 10 – 40 мм.

2. Устройства для заточки режущего инструмента

Для заточки и фугования ножей непосредственно на ножевом валу предусмотрены съемные, а иногда и встроенные заточные устройства. Эти устройства позволяют не только выверить радиусы вращения режущих кромок, но и значительно экономить время. Устройства применяют также для промежуточного фугования ножей в процессе работы, что позволяет значительно продлить время между заготовками.

2.1. Приемки для удаления отходов и ограждения

Для удаления опилок и мелких отходов служат приемники, устанавливаемые на станках. Приемники соединены трубами с эксцентричной системой. Конструкции их разнообразны и зависят от назначения и устройства станка. Например, приемники на продольно-фрезерных станках большей частью выполнены в виде чугунной или стальной отливки и являются одновременно ограждением ножей. Приемники на станках с перемещающимся суппортом соединены с отбрасывающей системой металлическими гибкими рукавами.

Движущиеся элементы станков имеют ограждения, которые предохраняют рабочих от травм, а также защищают станок от попадания в него предметов, способных вызывать поломку или нарушить его нормальную работу. Во многих моделях деревообрабатывающих станков подвижные элементы размещены или непосредственно в станине или запрещены ограждениями, блокированными с системой управления таким образом, что работа станка при снятом или отведенном ограждении невозможна. Конструкция ограждений разнообразны и даны при описании станка.

2.2. Устройства для смазки

Устройства для смазки различаются на две группы. К 1 – й группе относятся устройства для индивидуальной смазки, ко 2 – й – для зерновой смазки с непрерывной подачей масла на трущиеся поверхности.

Из устройств первой группы в деревообрабатывающих станках наибольшее применение получили колпачковые масленки и пресс-масленки.

Колпачковая масленка ввертывается в отверстие, например в корпус подшипника, а на нее навертывается предварительно наполненный густой (консистентной) смазкой колпачок. При дальнейшем наворачивании колпачка на штуцер масленки на трущиеся детали станка. В процессе работы колпачок периодически подвертывают вручную.

В пресс-масленке не имеется запаса масла, через нее лишь наполняют маслом из ручного шприца полости с размещенными в них трущимися поверхностями. Шарик закрывает отверстие от попадания пыли и грязи. Пресс-масленки применяют преимущественно для наполнения масла корпусов подшипников качения, а иногда для смазки поверхностей скольжения.

К устройствам для групповой смазки относятся масляные ванны и масляные насосы. Масляные ванны применяют для смазки механизмов, работающих в закрытых пространствах (редуктор, КПП), где опасность загрязнения масла пылью почти исключена.

Наибольшее распространение получила централизованная смазка деревообрабатывающих станков с помощью масляных насосов, связанных с местами смазки маслопроводами.

Конструкция масляных насосов разнообразна. Количество масла, подаваемого в каждую отдельную точку смазки, дозируется клапаном или для этих целей используют многоплунжерные насосы. В последнем случае в каждую отдельную точку смазки масло подается отдельным плунжером.

Лекция 10. «Круглопильные станки»

1. Общие сведения

Круглопильные станки применяют для распиловки пиломатериалов, заготовок, щитов древесных плит и фанеры. На данных станках выполняют следующие виды обработки: оторцовку, раскрой по длине, раскрой по ширине, опиловку кромок и т.д. Существуют и универсальные круглопильные станки, на которых выполняют продольную и поперечную распиловку, а также раскрой досок под углом. Для раскроя древесных плит и фанеры на щитовые заготовки, опиловки этих заготовок по контуру, обрезки кромок или выборки на кромках профиля созданы форматные станки.

Главный элемент КПС – пильный вал. Его закрепляют на станине или суппорте в одних моделях станков ниже стола, а в других над столом. В некоторых конструкциях предусмотрены два или три пильных вала. На одном пильном валу устанавливают одну или несколько круглых пил. В универсальных и круглопильных станках некоторых других моделей вал расположен на суппорте с поворотным устройством, что позволяет устанавливать его под требуемым углом к горизонтальной плоскости рабочего стола.

Пильные валы обычно вращаются со скоростью до 3000 об/мин, поэтому они связаны с электродвигателями одноступенчатой передачей, или вал электродвигателя служит и пильным валом. КПС с механической подачей оснащены вальцовыми, дисковыми, цепными или гусеничными подающими устройствами. В одних конструкциях станков заготовки подают на режущий инструмент, а в других пила подается на заготовки (торцовочные станки).

1.1. Круглые пилы

На КПС применяют круглые пилы диаметром до 800 мм и толщиной до 2,5 мм. В зависимости от профиля круглые пилы разделяют на плоские, у которых толщина диска одинакова по всему сечению, и на пилы «с поднутрением», т.е. с утолщением периферийной части диска. Такие пилы называют строгальными. Применяют также пилы, на кончике зубьев которых напаяны пластинки из твердого сплава. Пилы с пластинками из твердого сплава широко применяют в деревообрабатывающей промышленности для обработки заготовок мебели, раскроя и опиловки плит, фанеры, для распиловки цельной и клееной древесины. Стойкость зубьев таких пил в 30 – 40 раз выше стойкости зубьев из легированных сталей. Диаметр пил от переточки уменьшается незначительно.

Внешним диаметром D круглых пил называют диаметр окружности, проведенной по вершинам зубьев. Каждая круглая пила имеет внутреннее отверстие для установки ее на пильном валу. Диаметр этого отверстия является внутренним диаметром d пильного диска.

Диаметр можно рассчитать по следующим формулам:

- для станков с нижним расположением пильного вала

$$D_{\min} = 2(H + C + 10)$$

- с верхним расположением пильного вала

$$D_{\min} = 2(H + r + 5),$$

где: Н – толщина распиливаемого материала, мм;

С – минимальное расстояние от рабочей поверхности стола до оси пильного вала, мм;

г – радиус шайб для крепления пилы, мм;

10; 5 – величины выступающих частей пилы, мм.

1.2. Требования, предъявляемые у круглым пилам

Эти требования следующие:

1. Полотно пилы должно быть проковано, т.е. его центральная часть несколько ослаблена путем ударов молотком с обеих сторон диска, уложенного на наковальню. Проковывать нужно плоские пилы, имеющие диаметр 250 мм и больше.

Необходимость проковки пил объясняется условием из работы. В процессе пиления зубья нагреваются и, если середина пилы не ослаблена проковкой, пильный диск искривляется. Если искривление значительное (переходит границы упругих деформаций), то форма диска не восстанавливается даже при его охлаждении.

2. Зубья плоской пилы необходимо разводять, т.е. их кончики должны быть поочередно отогнуты, одного зуба в правую сторону, соседнего – в левую. Величина развода на одну сторону составляет 0,3 – 0,5 мм. Меньший развод имеют пилы, предназначенные для продольной распиловки сухой древесины и древесины твердых лиственных пород, больший – пилы для распиловки свежеспиленной древесины хвойных и мягколиственных пород.

3. Зубья пил должны быть остро заточены. Крупные заусенцы и завороты кончиков не допускаются. Зубья пил для поперечной распиловки должны иметь косую заточку под угол 40° для мягкой древесины, 60° - для твердых, а их вершины должны отстоять одна от другой и от центра диска на одинаковом расстоянии.

4. Пилы, имеющие хотя бы один сломанный зуб или трещины на периферийной части диска, считаются бракованными, устанавливать их на станке запрещается.

2. Станки для продольной распиловки

Для продольной распиловки досок, брусков и щитов применяют однопильные продольные станки с гусеничной подачей ЦДК-4; ЦДК-4-2, многопильные с гусеничной подачей ЦДК-5 и ЦДК-2 и прирезной станок с вальцово-дисковой подачей ЦА-2.

Прирезной станок ЦДК-4-2 предназначен для точной продольной распиловки пиломатериалов и заготовок. На нем раскряжевывают также щиты.

Прирезной станок ЦА-2 позволяет распиливать материал с отклонениями по толщине или имеющий неодинаковую толщину по длине (горбыль, рейки).

Прирезной станок пятипильный ЦДК-5 с гусеничной подачей предназначен для чистого, точного распиливания одновременно на несколько частей досок, брусков и реек. Многопильный станок ЦМР-2 оборудован механизмом подачи, выполненным в виде «ныряющей гусеницы». Он рассчитан на распиловку материалов одновременно несколькими пилами, число которых может достигать десяти.

2.1. Выбор режима работы

При выборе режима работы вычисляют две величины скорости подачи: первую – исходя из установленного класса обработки поверхности и вторую – по мощности двигателя. Настаивать станок по меньшей из полученных величин, чтобы избежать перегрузки электродвигателя или ухудшения шероховатости обработанной поверхности.

$$\text{Скорость подачи } u = \frac{u_z \cdot z \cdot n}{1000}, \quad (1)$$

где u_z - подача на один зуб, мм

z – число зубьев пилы,

n – частота вращения пильного вала об/мин.

Мощность основного двигателя станка, кВт

$$N = \frac{Kbh n}{60 \cdot 102 \eta} \quad (2)$$

Скорость подачи по мощности двигателя, м/мин

$$u = \frac{N \cdot 60 \cdot 102 \eta}{Kbh}, \quad (3)$$

где K – удельная работа резания, $K = K_T a_{п1} a_3$, кгсм/см³ с учетом конкретных условий;

K_T – удельная работа резания; $a_{п1}$; a_3 – поправочные коэффициенты.

b – ширина пропила, мм; h – высота пропила, мм

η – КПД = 0,85 – 0,9.

При расчете скорости подачи многопильных станков в уравнении (3) коэффициент, соответствующий числу пил

$$u = \frac{N \cdot 60 \cdot 102 \eta}{nKbh},$$

где n – число пил многопильного станка

В станках для продольной распиловки скорость подачи выбирают в расчете загрузки электродвигателя не выше, чем на 100%, т.е. он должен работать без перегрузки.

По мере загрузки пил скорость подачи нужно уменьшать, в противном случае двигатель будет перегреваться.

2.2. Расчет производительности круглопильных станков

Производительность станков для продольной распиловки рассчитывается по формулам

$$P_{см} = T_{см} \cdot u \cdot \eta_m \cdot \eta_p \text{ или}$$

$$P_{шт} = \frac{P_{см}}{L(m_3 + m_d)}, \text{ а станков для поперечной распиловки}$$

$$P_{шт} = \frac{T_{см} \cdot \eta_m \cdot \eta_p \cdot n}{m_3 + m_d}, \text{ где}$$

$P_{см}$ – производительность станков в смену в метрах пропила;

$P_{шт}$ – производительность в смену в штуках;

u – скорость подачи, м/мин;

L – длина заготовки, м;

$T_{см}$ – производительность смены, мин;

m_3 – среднее число резцов при раскрое одной заготовки;

m_d – дополнительное число, связанное с вырезкой дефектов в одной заготовке;

$m_3 + m_d$ – зависит от качества и размеров досок и может изменяться при продольной распиловки от 1,2 (ширине доски I и II сорта) до 2 узкие доски (III и IV сортов); для необрезных досок ($m_3 + m_d$) увеличивается на 0,2 – 0,5; при поперечной распиловки ($m_3 + m_d$) может изменяться в процессе от 1 до 2; большие значения применяются при распиловке коротких досок или заготовок;

n – число резов в минуту (применяется равными 7 – 12 в зависимости от ширины и толщины заготовок);

η_p – коэффициент использования рабочего времени, 0,9;

η_m – коэффициент использования машинного времени, 0,35 – 0,9.

Лекция 11. «Оборудование для обработки ДСП и плит МДФ»

Для раскроя щитов, плит и фанеры применяют форматные (ЦФ2М), форматно-обрезные (ЦТ4Ф) станки и станки для раскроя плит с программным управлением (ЦТМФ).

На рисунке 1 показана схема *форматного станка с кареткой и верхним расположением двух пил (ЦФ2М)*. Каретка 1 со щитом 4 перемещается на роликах 3 по направляющим 2.

Пильные суппорты 5 закреплены на поперечной направляющей 6, на которой пилы могут смещаться для изменения расстояния между ними. Подача каретки механизирована с помощью гидропривода. Плиты или щиты опиливаются со всех сторон за два прохода, так как в станке установлено два пильных суппорта.

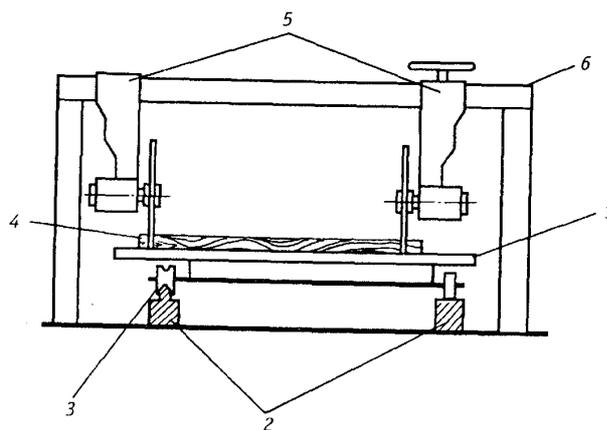


Рис. 1. Схема форматно-концерavnительного станка с кареткой:

1 – каретка; 2 – направляющие; 3 – ролики; 4 – раскраиваемый щит или плита; 5 – пильный суппорт; 6 – поперечная направляющая

Форматно-обрезной станок ЦТ4Ф имеет четыре пилы, а *станок ЦТМФ* — один продольный и десять поперечных пильных суппортов. Кроме того, станок ЦТМФ имеет программное управление. Количество одновременно задаваемых программ раскроя семь, что способствует повышению производительности на операции раскроя и выхода заготовок. На базе станка ЦТМФ создана автоматическая линия МРП для раскроя листовых и плитных материалов на щитовые заготовки.

Форматно-раскroечные станки применяются при изготовлении мебели. Форматно-раскroечные станки предназначены для распиловки древесностружечных материалов. Они производят продольную, поперечную распиловку, а также деление пиломатериалов под углом.

Форматно-раскroечные станки состоят из:

- станины, на которой монтируется основное оборудование станка;
- рабочего стола;
- двигателя;
- пилы;

- программируемого блока управления;
- линейки;
- направляющих;
- дополнительного оборудования.

Форматно-раскроечные станки оборудованы основной пилой и подрезной с попутным направлением вращения.

Данный факт обеспечивает высокое качество пропила. Глубина пропила регулируется перемещением пильного узла по высоте, а угол наклона пилы — путем поворота узла.

В зависимости от размещения заготовки на рабочем столе станки делятся на *горизонтальные* (SC, CA) и *вертикальные* (GSV). Горизонтальные и вертикальные форматно-раскроечные станки различаются не только по способу размещения обрабатываемого материала, но и по направлению подачи обрабатываемого материала.

При работе горизонтального раскроечного станка заготовка движется относительно пилы, а при работе вертикального раскроечного станка движение придается режущему инструменту.

Основными преимуществами вертикальных и горизонтальных форматно-раскроечных станков являются: простота работы с большими листами материала, малая стоимость автоматизации раскроя плит, небольшая площадь, занятая оборудованием.

Сверлильно-присадочные станки предназначены для высокоточного сверления сквозных и глухих отверстий в торцах и плоскостях заготовок. Станки имеют поворотную многошпиндельную головку, в которой в одной плоскости установлены сверлильные шпинделя с фиксированным стандартным шагом 32 мм.

При высверливании отверстий в кромке заготовок сверлильная головка располагается горизонтально. При высверливании отверстий в пласти заготовок головка с помощью пневмопривода устанавливается вертикально, и направление движения сверлильной головки в вертикальном направлении снизу вверх. Закрепление обрабатываемой детали осуществляется при помощи вертикальных пневмоцилиндров с управлением от напольной педали.

Преимуществами сверлильно-присадочных станков являются:

- возможность обрабатывать длинные детали;
- конструкцией предусмотрена обработка деталей шириной более 640 мм;
- возможность регулировки пневматических прижимов по длине заготовки;
- применение пневматики для осуществления процесса резания и подачи.

Клеенаносящие станки предназначены для однородного двухстороннего или одностороннего нанесения клея на плоские поверхности деревянных заготовок различной ширины. Станки относятся к проходному типу.

Нанесение клея на плоские поверхности деревянных заготовок основано на вращении обрезиненного вала со специальными продольными бороздками. Станки имеют от 2 до 4

клеенаносящих валов. С увеличением числа валов клей наносится более равномерно, и расход его становится меньше.

Принцип работы станков основан на том, что верхняя (или нижняя) часть вала вращается в клеевой ванне. По мере движения заготовки около вала и соприкосновения с ним клей наносится на деталь. Толщина клеевого слоя регулируется специальной пластиной, приближая или удаляя ее от вала.

Кромкооблицовочные станки предназначены для наклеивания кромочного материала на торцы панелей и продольного снятия свесов кромочного материала на прямолинейных кромках деталей в мебельном производстве. Они делятся на две группы:

- универсальные (для прямой и фигурной кромки с ручной подачей заготовки);
- для прямой кромки (с автоматической подачей заготовки).

Станки проходного типа. В конструкцию станка входят:

- подающий конвейер;
- обрезающие подающие вальцы;
- клеящий узел, который состоит из магазина для кромок в рулонах; бака для приготовления клея; клеенаносящего ролика; гильотинной режущей головки; прижимного устройства, состоящего из прижимных роликов;
- торцовочный обрезной узел с двумя независимыми электродвигателями для удаления лишней кромки на передней и задней сторонах панели;
- узел чистового снятия свесов кромочного материала, формирующего плоскую или радиусную фаску;
- узел циклевки, который обеспечивает выравнивание кромочного материала на торцевой поверхности детали после снятия свесов и удаляет излишки клея с поверхности заготовки;
- узел циклевки для окончательной обработки кромки, который оснащен управляемыми ориентационными роликами. Предназначен для удаления белых полос, образующихся после обработки детали в узле циклевки, и удаляет излишки клея;
- полировочный узел для очистки кромки. В его состав входят два независимых электродвигателя и щетки диаметром 155 мм.

Станки работают следующим образом. Деталь помещается на подающий конвейер, а сверху захватывается обрезающими подающими вальцами. После этого деталь подается на рабочие узлы. Происходит последовательное выполнение следующих операций: наклейка кромки, снятие свесов кромочного материала по длине и по пластям детали, циклевка и полировка приклеенной кромки.

Лекция 12. «Производство технологической щепы»

Производство технологической щепы возможно при одновременном получении пилопродукции на фрезерно-пильных и фрезерно-брусующих агрегатах и при переработке кусковых отходов (горбылей, реек, концов досок) путем их измельчения.

В настоящее время наиболее распространена технология пиломатериалов на базе лесопильных рам. Объем кусковых отходов в этом случае составляет 20—25% от объема распиливаемого сырья.

Процесс переработки кусковых отходов на щепу состоит из следующих операций:

- транспортирование отходов к измельчающему оборудованию;
- попутное удаление металлических включений и крупных минеральных примесей;
- измельчение отходов;
- транспортирование щепы на сортировку;
- сортирование щепы по фракциям; возвращение крупных фракций для повторного измельчения и сортирования;
- отбор проб технологической щепы для лабораторного анализа и оценка ее качества;
- транспортирование кондиционной щепы и отсева от сортировки к отдельным местам складирования в бункерах, в бункерных галереях или на открытых складах.

Для перемещения кусковых отходов и щепы в пределах лесопильного цеха применяются ленточные конвейеры. Из лесопильного цеха в бункерные галереи и на склад щепы транспортируется ленточными или скребковыми конвейерами, пневмотранспортом или автотранспортом.

Металлические включения в кусковых отходах перед их измельчением находят с помощью электронного металлоискателя ЭМИ -65П. Принцип обнаружения металла основан на изменении амплитуды генерируемых колебаний при попадании металла в поле датчика.

Датчик устанавливают над или под рабочей ветвью неметаллического ленточного конвейера для кусковых отходов. В радиусе не менее 1,5 м от датчика не должно быть подвижных металлических конструкций.

Для измельчения кусковых отходов применяют многоножевые рубительные машины, которые по форме ротора делятся на *барабанные* и *дисковые*.

Режущие кромки ножей в барабанных рубительных машинах (дробилках) описывают поверхность вращения. Угол перерезания волокон древесины (угол среза на щепе) непрерывно изменяется, что приводит к образованию неоднородной по фракционному составу щепы и к повреждению волокон на ее торцовых срезах.

Барабанные рубительные машины при переработке отходов дают щепу низкого качества, пригодную для гидролизного производства или на топливо.

В дисковых рубительных машинах режущие кромки ножей движутся в плоскости, расположенной под постоянным углом к направлению подачи перерабатываемой древесины. Угол среза щепы при этом постоянный.

Поверхность диска между ножами плоская или геликоидальная (винтовая). В соответствии с этим различают рубительные машины с *плоским* и *геликоидальным* диском. Постоянную по длине щепу получают в машинах с геликоидальным диском.

Эти машины получили наибольшее распространение на лесопильных предприятиях, вырабатывающих щепу для целлюлозно-бумажного производства. Рубительные машины различаются также расположением загрузочного патрона. Оно бывает *наклонное* и *горизонтальное*.

Машины с наклонным расположением загрузочного патрона обеспечивают более высокий выход кондиционной щепы нормальной фракции (до 95%), менее чувствительны к затуплению режущего инструмента, пригодны для переработки всех видов отходов.

Но наклонное расположение загрузочного патрона усложняет установку машины, так как требуется более высокое помещение и необходима особой формы приемная воронка перед патроном. Машины с наклонным загрузочным патроном типа МРНП-30-1, МРНП-10, МРН-25 имеют производительность соответственно 30, 10 и 25 пл. м³/ч щепы.

Рубительные машины с горизонтальным расположением загрузочного патрона (МРГ-20Н, МРГ-18, МРГ-40) обеспечивают выход кондиционной щепы до 90%, имеют более простую загрузку отходов, могут устанавливаться на различных этажах цеха. Но на этих машинах затруднена переработка короткомерных отходов (длиной менее 1,5 м).

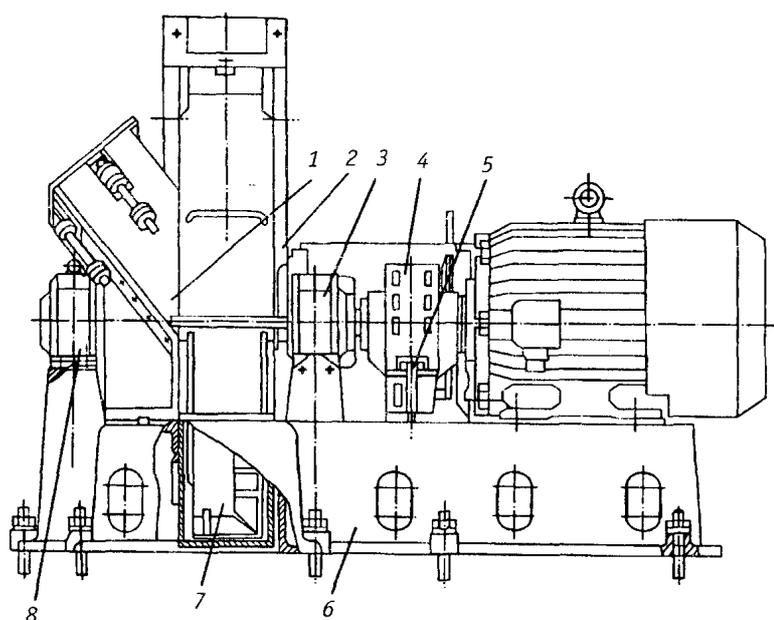


Рис. 1. Рубительная машина МРНП-30-1:

1 – загрузочный патрон; 2 – кожух ножевого диска; 3, 8 – радиальные подшипники; 4 – муфта; 5 – тормоз; 6 – рама; 7 – ножевой диск

Рубительная машина МРНП-30-1 (рис. 1) состоит из: рамы 6, ножевого диска 7 с валом, загрузочного патрона 1, кожуха ножевого диска 2 и электродвигателя привода машины.

Вал ножевого диска 1 установлен в двух радиальных сферических роликовых подшипниках 3, 8. Электродвигатель передает вращательное движение валу ножевого диска 7 через втулочно-пальцевую муфту 4, одна из полумуфт, которой служит тормозным шкивом. На машине применен ленточный тормоз 5 с управлением от рычага.

Технология переработки отходов древесины в рубительной машине следующая. Горбыли и рейки конвейером подаются в загрузочный патрон 1. При соприкосновении с вращающимся диском, в котором установлено 16 режущих ножей, происходит последовательное срезание каждым ножом слоя древесины определенной толщины. Образующиеся частицы щепы выбрасываются из кожуха машины через проем в раме на расположенный внизу ленточный или скребковый конвейер.

В процессе измельчения кусковых отходов наряду с частицами щепы нормального размера образуются крупные куски древесины и мелочь, а также опилки.

Из рубительных машин щепу направляют в сортировочные устройства, которые служат для разделения ее на фракции. Щепы, получаемая при переработке бревен на фрезерно-пильных и фрезерно-брусующих станках, также должна пройти операцию сортировки.

Для сортировки щепы применяют плоские горизонтально-гирационные (с круговым колебанием) сортировочные машины типа ОЦ-1М, СЦ-60М, СЦ-120 производительностью соответственно 40, 60 и 120 нас. м³/ч щепы.

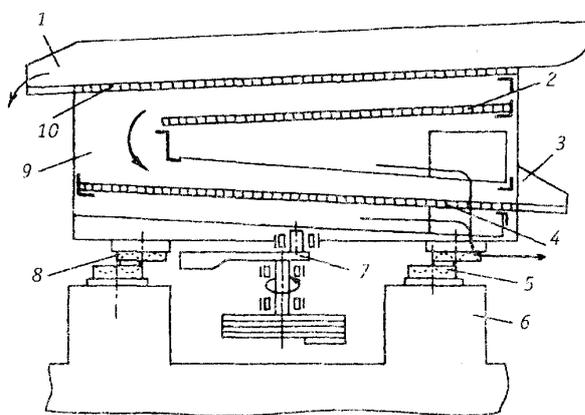


Рис. 2. Схема щепосортировочной машины СЦ-1М:

1, 3 – лотки; 2, 4 – среднее и нижнее сита; 5, 8 – шаровые опоры; 6 – фундамент; 7 – привод;
9 – сортировочный короб; 10 – верхнее сито

Сортировочная машина СЦ-1М (рис. 2) монтируется на специальном фундаменте 6. Она состоит из подвижного сортировочного короба 9, эксцентрикового привода 7 и лотков 1, 3 для схода фракций щепы.

Подвижный короб опирается на четыре шаровые опоры 5, 8, конструкция которых обеспечивает круговое движение короба в горизонтальной плоскости.

В коробе размещены последовательно по вертикали три плоских сита 2, 4, 10 с ячейками определенных размеров. Размер ячеек верхнего сита 30 x 30, среднего — 10 x 10 и нижнего 6 x 6 мм.

На верхнем сите остаются крупные куски древесины, на среднем и нижнем — кондиционная щепа двух размерных фракций. Опилки и мелочь проскакивают через все сита и собираются в поддоне под нижним ситом.

Крупная щепа направляется на повторное измельчение; кондиционная щепа — в бункерную галерею; мелочь и опилки — в бункер для опилок. Повторное измельчение крупной щепы можно проводить в рубительных машинах типа МРН и в специальных машинах дезинтеграторах.

Лекция 13. «Современные и перспективные технологии обработки древесины»

Одним из способов обработки древесных материалов является деление древесины *лазерным лучом*. При обработке древесины лазерный луч оказывает на древесину 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 (углеродная среда).

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.

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.

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 3D 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 преобразования 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, 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_2 . 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 непрямоугольной 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.

В ближайшее время 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/сек 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. По удельному расходу воды, а также по производительности наиболее эффективными являются удельные давления гидравлических струй от 80 МПа и выше.

Диаметр струи 1,2 мм является оптимальным как по производительности, так и по энергоемкости. Наблюдения за характером разрушения и степенью измельчения древесины показали, что на минимальных расстояниях от насадки происходит процесс резания древесины.

Лекция 14. «Классификация деревообрабатывающих производств. Технологические операции и оборудование лесопильного цеха»

1. Классификация деревообрабатывающих производств

Основным сырьем для деревообрабатывающих производств является древесина различных пород, получаемая в виде круглых сортиментов (хлыстов, бревен и кряжей).

В дальнейшем бревна и кряжи идут в раскрой и обработку на полуфабрикаты: пиленые, строганные материалы, древесные клееные слоистые материалы и древесные плиты (стружечные и волокнистые). На основе этих полуфабрикатов создаются различные изделия.

Пиленые и строганные материалы получают на различных лесопильно-строгальных производствах:

- 1) лесопильно-строгальных;
- 2) клееной слоистой древесины;
- 3) столярно-механические;
- 4) по использованию вторичного сырья и неделовой древесины.

Данные группы различаются: по виду продукции — полуфабрикаты или готовые фабрикат; по видам обработки — резание различных видов, термическая, склеивание, отделка.

В каждую группу входят различные производства.

1-я группа. В лесопильном производстве изготавливаются различные пиленые материалы, в основном брусья и доски. Шпалопиление дает продукцию в виде шпал для железнодорожных путей. Строгаными материалами являются пиленые материалы, обработанные строганием.

Деревянные сборные дома заводского изготовления представляют собой продукцию производства стандартных домов. Цель ящичного производства — изготовление деревянной тары в виде комплектов дощечек для ящиков или в виде готовых ящиков.

Продукцией паркетного производства являются паркетные дощечки и щиты, идущие на покрытие полов. Стружечное производство выпускает древесную стружку в виде тонких узких длинных лент древесины, идущую в качестве упаковочных и набивочных материалов. В бондарном производстве изготавливаются деревянные бочки.

Заготовки для столярно-механических производств представляют собой бруски определенного качества; по размерам они соответствуют различным деталям с припусками на обработку.

2-я группа. Предприятия группы фанерных производств изготавливают однослойный материал (шпон, строганую и пиленую фанеру) и различные виды клееной слоистой древесины.

Однослойный материал используется на самих фанерных предприятиях для изготовления различных видов клееной слоистой древесины, а также направляется на столярно-механические предприятия, где применяется в качестве облицовочного материала.

Главными видами клееной слоистой древесины, изготавливаемой этими предприятиями, являются клееная фанера и различного рода плиты, используемые в качестве полуфабрикатов в столярно-механическом производстве.

Изготавливаются древесные слоистые пластики, представляющие собой прессованный при высоком давлении и температуре многослойный материал из пропитанного смолой шпона.

Они применяются в качестве конструкционного материала для изготовления силовых деталей, вкладышей подшипников, фрикционных дисков, зубчатых колес.

Ко 2-й группе производств относят спичечное производство, в котором при изготовлении спичечной соломки и коробков применяют лущение шпона.

3-я группа. В производстве строительных деталей конечной продукцией являются дверные полотна и оконные переплеты, требующиеся в большом количестве для гражданского и промышленного строительства.

Мебельным производством выпускаются различные виды мебели. Музыкальные инструменты, имеющие части из древесины (рояли, пианино, щипковые инструменты и др.), относятся к продукции музыкального производства.

Вагоны, автомобили, различные суда содержат большое количество деталей из древесины, производством которых заняты специальные деревообрабатывающие цехи соответствующих предприятий.

4-я группа. Деревообрабатывающие производства, относящиеся к производствам по вторичной обработке древесины. В качестве сырья здесь используют пиломатериалы, древесностружечные и древесноволокнистые плиты, фанеру, шпон, которые являются продукцией производства по первичной обработке древесины.

Несмотря на разнообразие видов и назначения изделий из древесины, их конструкции и технологические процессы организуются на основе одинаковых принципов.

Все современные производства, включая деревообрабатывающие, по характеру производственных процессов делятся на три основных типа: индивидуальное, серийное и массовое.

Индивидуальным (единичным) называется производство, характеризующееся единичным изготовлением продукции разнообразной непостоянной номенклатуры. Такое производство располагает универсальным оборудованием, позволяющим выполнять различные операции и виды обработки, требует рабочих высокой квалификации.

К предприятиям такого типа относятся заводы и фабрики по производству высокохудожественной мебели и других строительных изделий, изготавливаемых по специальным заказам.

Серийным называется производство, характеризующееся периодической повторяемостью изготовления серий (партий) однотипных изделий.

Применяемое оборудование является универсально-специализированным. Особенности серийного производства являются поточность, конвейеризация и автоматизация отдельных участков, взаимозаменяемость и широкая механизация обработки, сборки и отделки деталей.

Количество ручных работ в серийном производстве резко сокращается, увеличивается производительность труда по сравнению с индивидуальным производством.

К этому виду предприятий относится значительная часть фабрик и заводов, выпускающих мебель и другие столярные изделия разного назначения.

Массовое производство характеризуется узкой номенклатурой и большим объемом выпускаемых изделий, непрерывно изготавливаемых в течение продолжительного времени.

Особенностями массового производства является: специализация на выпуск определенного изделия; специализация оборудования, приспособлений и инструмента; механизация, конвейеризация, автоматизация процессов обработки, сборки, отделки, транспортирования деталей и готовых изделий; широкая взаимозаменяемость деталей.

Массовое производство эффективнее серийного, несмотря на большие первоначальные капитальные затраты при строительстве. Себестоимость одинаковых видов изделий при массовом производстве ниже, изготовление изделий быстрее, выпуск продукции больше, а расходы на транспорт меньше.

В деревообрабатывающей промышленности массовое производство имеют крупные предприятия (комбинаты): мебельно-сборочные, по выпуску заготовок, столярно-строительных изделий (окна, двери, доски пола).

2. Технологические операции и оборудование лесопильного цеха

Пилопродукция, вырабатываемая лесопильными цехами, отличается по породам, размерам, качеству и степени обработки. Для выработки пилопродукции используют различное оборудование и способы распиловки сырья. Наибольшее распространение получили следующие технологические процессы:

- раскрой хвойного пиловочного сырья с брусковкой на обрезные пиломатериалы;
- раскрой тонкомерного хвойного пиловочного сырья вразвал на обрезные пиломатериалы;
- раскрой сырья хвойных и лиственных пород вразвал на необрезные пиломатериалы.

Существуют различные процессы раскроя пиловочного сырья, связанные с размерными и качественными особенностями сырья и продукции. Это процессы производства резонансных пиломатериалов, шпал, лыжных брусков, раскрой толстомерного сырья и т.п.

Технологические операции и оборудование. В технологических процессах переработки сырья на пиломатериалы независимо от их различия выделяют такие операции: продольный раскрой бревен и брусьев на доски; продольный раскрой и обрезка досок по ширине; поперечный раскрой досок по длине (торцовка досок), измельчение кусковых отходов в технологическую щепу.

Для продольного раскроя бревен и брусьев на доски используют:

- лесопильные рамы, круглопильные, фрезерно-пильные и ленточнопильные станки;
- для продольного раскроя и обрезки досок по ширине — двухпильные и многопильные обрезные и фрезерно-обрезные станки;
- для поперечного раскроя досок по длине — одно- и многопильные торцовочные круглопильные станки;
- для измельчения кусковых отходов (горбылей, реек, торцовых срезков) рубительные машины.

Выбор станков для выполнения отдельных операций обуславливается размерами и качеством сырья, способом распиловки и экономической выгодой применения тех или других станков.

Для повышения эффективности использования оборудования целесообразно специализировать его по сырью. Выбор оборудования для распиловки бревен определяется размерами распиливаемого сырья. Наиболее рациональным оборудованием для распиловки сырья считаются:

- тонкомерного (14—22 см) — вертикальные узкопросветные лесопильные рамы, многопильные круглопильные, фрезерно-пильные и фрезерно-брусующие станки;
- средних размеров (24—48 см) — вертикальные среднепросветные лесопильные рамы, однопильные круглопильные и фрезерно-пильные станки;
- крупномерного (50 см и выше) — вертикальные широкопросветные лесопильные рамы, ленточнопильные станки;
- среднего и крупномерного — комбинированное сочетание ленточнопильного станка и вертикальной лесопильной рамы.

На ленточнопильном станке осуществляется индивидуальный способ распиловки одной пилой, что позволяет из крупномерного бревна выпиливать пиломатериалы однородного качества древесины. Низкокачественные фаутные бревна диаметром 28 см и более целесообразно раскраивать на ленточнопильных станках.

В России основным типом лесопильных предприятий являются механизированные заводы, оборудованные вертикальными лесопильными рамами. Кроме основного технологического оборудования в лесопильном цехе имеется разнообразное околостаночное и транспортное оборудование (тележки для бревен, роликовые, цепные продольные и поперечные, ленточные конвейеры и т.д.), на котором выполняют операции по перемещению лесоматериалов к станкам.

Лекция 15. «Технология деревообрабатывающего производства. Структура деревообрабатывающего предприятия»

1. Технология деревообрабатывающего производства

Технология деревообрабатывающего производства является обоснованной системой методов и приемов обработки древесных материалов для изготовления из них столярных изделий.

Часть производственного процесса, связанная с изменением формы, размеров, качества и свойства перерабатываемого материала, называется, *технологическим процессом*.

В деревообрабатывающих производствах технологический процесс изготовления изделий характеризуется изменением размеров, качества и геометрической формы заготовок и деталей, составляющих изделие.

Технологический процесс изготовления столярных изделий неоднороден. Он включает в себя такие различные виды обработки древесины, как: механическая обработка резанием, прессованием, гнутьем, механическая сборка деталей с помощью столярных соединений, винтов, гидротермическая обработка (сушка, пропаривание), склеивание и отделка.

В процессах отделки древесины наряду с физическими большую роль играют химические явления, которые заметно отличаются от процессов механической обработки древесины и являются предметом самостоятельной учебной дисциплины.

Технологический процесс изготовления изделия делится на ряд этапов или стадий: сушка или досушка древесных материалов перед запуском в обработку, раскрой древесных материалов на заготовки (получение черновых заготовок): механическая обработка черновых заготовок (получение чистовых заготовок); склеивание и облицовывание составных (клееных) заготовок; механическая обработка чистовых заготовок (получение деталей); сборка деталей в сборочные единицы, механическая обработка сборочных единиц; сборка сборочных единиц и деталей в изделие; отделка деталей и сборочных единиц или собранного изделия.

Последовательность первых двух стадий технологического процесса (сушки и раскроя) может быть различной: вначале сушка, потом раскрой, и наоборот.

Последняя и предпоследняя стадии также могут меняться местами. Возможна сначала сборка элементов в изделие, а затем отделка собранного изделия, и наоборот, сначала отделка элементов и деталей, а затем уже сборка их в изделие.

Если материалом для изготовления цельных деталей служат черновые заготовки одинарных размеров, вторая и четвертая стадии в технологическом процессе будут отсутствовать.

Каждая стадия технологического процесса состоит из ряда технологических операций:

- *операция* — это элементарная составная часть технологического процесса, выполняемая на одном станке или на одном рабочем месте. Операции могут быть проходными и позиционными;
- *проходная операция* выполняется при непрерывном движении заготовки относительно режущего инструмента, например обработка заготовок на продольно-фрезерных и круглопильных

станках для продольной распиловки. Проходные операции более производительны, но они не всегда осуществимы.

■ в ряде случаев, например при высверливании в заготовке гнезд и отверстий, производится *позиционная операция*, при которой заготовка закрепляется неподвижно в определенном положении (позиции) на рабочем столе, в станке или приспособлении, и на заготовку надвигается режущий инструмент.

Каждая операция разделяется на части, число которых изменяется в зависимости от характера и объема операции. В составе операции различают: переход, проход, установку и позицию.

Часть операции, заключающаяся в обработке какой-либо одной поверхности заготовки одним и тем же инструментом, называется *переходом*. Например, при обработке заготовки с трех сторон на одностороннем фуговальном станке операция состоит из трех переходов.

Переход может состоять из одного или нескольких проходов. *Проход* — часть операции, которая выполняется за одно перемещение заготовки относительно инструмента или инструмента относительно заготовки. Например, для выравнивания пласти заготовки на фуговальном станке требуется пропустить заготовку через станок дважды; следовательно, необходимо в одном переходе (выравнивание пласти) осуществить два прохода.

Позиционная операция в зависимости от сложности ее может состоять из одной или нескольких установок. *Установка* — часть операции, выполняемая при одном закреплении заготовки в станке или приспособлении. Например, сверление нескольких отверстий в заготовке на одношпиндельном сверлильном станке потребует столько закреплений (установок) заготовки, сколько в ней будет сверлиться отверстий.

Эта же операция при выполнении ее на многошпиндельном сверлильном станке выполняется за одну установку, т.е. при одном закреплении заготовки на столе станка.

Сокращение числа установок в операции имеет большое значение для лучшего использования станка и повышения производительности труда, так как при механической обработке древесины время, затрачиваемое на резание, значительно меньше времени, затрачиваемого на закрепление, раскрепление и перемещение заготовки.

Сократить число установок можно применением многопозиционных приспособлений, которые позволяют менять положение заготовки относительно режущего инструмента без ее раскрепления в приспособлении.

2. Структура деревообрабатывающего предприятия

Деревообрабатывающие предприятия, как отмечалось выше, специализируются на выпуске определенного вида продукции и изделий из древесины, поэтому они носят соответствующие наименования: лесопильно-деревообрабатывающий или мебельно-сборочный комбинат,

мебельная фабрика, домостроительный комбинат или завод, лыжная фабрика, фабрика музыкальных инструментов.

В состав деревообрабатывающего предприятия входит ряд цехов и подразделений. Цехи делятся на: *основные* и *вспомогательные*,

К *основным* относятся цехи, в которых вырабатывают полуфабрикаты (пиломатериалы, заготовки, плиты) или основную готовую продукцию (столярные изделия, мебель).

На деревообрабатывающем предприятии основными цехами являются: лесопильный; сушильный; раскройный, или заготовительный; станочный, или машинной обработки заготовок и деталей; сборочный и отделочный.

Количество основных цехов или отделений на предприятии зависит от объема производства, номенклатуры и конструкции выпускаемых изделий и местных условий.

К *вспомогательным* цехам относятся такие, которые не выпускают основной продукции, но обслуживают основное производство, обеспечивая его нормальную бесперебойную работу: склады сырья, пиломатериалов и готовой продукции, пилоправная и ножеточильная мастерские, ремонтно-механическая, шорная и электромеханическая мастерские или цехи, цехи использования отходов.

В состав деревообрабатывающего предприятия могут входить: котельная, электростанция, трансформаторные подстанции, водонапорная башня, материальный склад, гараж, склад горючих и смазочных материалов, медицинский пункт, бытовые помещения (столовая, красный уголок), пожарное депо, помещение для сторожевой охраны, водопровод и канализация, электросеть, телефонная сеть, административные здания (контора и др.), поселок. Размещение цехов, зданий и сооружений на промышленной площадке определяется последовательностью этапов технологического процесса.

Склады сырья, пиломатериалов и готовой продукции располагаются на обособленных площадках, у путей, по которым вывозится готовая продукция. Склад готовой продукции чаще всего устраивают в отдельном здании, реже в одном здании с цехом, выпускающим готовую продукцию. Он должен быть рассчитан на хранение десятидневного запаса готовой продукции.

3. Технологические схемы и состав оборудования на складах сырья

Для складов сырья создано такое оборудование, как: сортировочные линии БС-60, козловые краны ККЛ-8, ККЛ-12,5, ККЛ-32, колесные погрузчики ЛТ-142-12,5 и ЛТ-142-25, разборщики пучков бревен ЛТ-80, устройство для разворота бревен ЛТ-90. Созданы различные типы окорочных станков ОК-40-1, ОК63-1, ОК80-1 и ОКЮО-1. В качестве грузоподъемного оборудования применяются мостовые и башенные краны.

При разработке технологического процесса, выборе оборудования и его планировке обращают внимание на вид и состав доставляемого сырья, способ его доставки, объем производства, территориальные и климатические условия. На рисунке 1 приведена планировка

оборудования для склада сырья с годовым объемом распиловки сырья до 160 тыс. м³ в год при доставке его железнодорожным транспортом.

Вагоны с пиловочным сырьем подаются на железнодорожный тупиковый путь 11. Выгруженные башенным краном КБ-572 бревна укладываются в штабеля 9, в которых создается двух-, трехнедельный запас несортированного сырья.

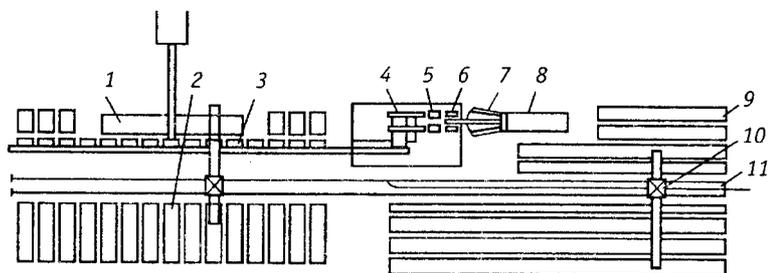


Рис. 1. Технологическая схема склада с объемом сухопутной поставки сырья до 160 тыс. м³ в год:

1, 8 – разборщики пучков бревен; 2 – штабель операционного запаса бревен; 3 – сортировочный лесотранспортер; 4 – поперечный конвейер с механизмом загрузки; 5 – окорочный станок; 6 – устройство для групповой подсортировки бревен; 7 – разворотное устройство; 9 – штабель несортированных бревен; 10 – башенный кран; 11 – железнодорожный тупиковый путь

Из этих штабелей бревна подаются в линию для подготовки сырья к распиловке, которая включает разборщик пучков бревен 8, разворотное устройство 7 (ЛТ-90), устройство 6 для подсортировки бревен перед окоркой, два окорочных станка 5, поперечный конвейер 4 и сортировочный лесотранспортер 3 (БС-60).

Окоренные и сортированные бревна вторым башенным краном укладываются в штабеля операционного запаса 2, а после накопления объема, равного полусменной производительности лесопильного потока, через разборщик 1 подаются в распиловку.

В этой схеме предусматривается установка для антисептирования (химической защитной обработки) окоренных бревен малоходовых размеров, которые накапливаются в нужном объеме медленно (более 7 сут.). Эта установка сооружается в конце сортировочного лесотранспортера 3 перед последним его накопителем. Проходящие через установку бревна опрыскиваются раствором антисептика, который предохраняет их от повреждений на период хранения в окоренном виде (до распиловки).

Схема склада с водной поставкой пиловочного сырья мощностью до 400 тыс. м³ в год показана на рисунке 2. Выгрузка сырья производится двумя мостовыми кранами грузоподъемностью 30 т. В летний период пучки бревен мостовыми кранами 1 подаются на участок тепловой обработки 2, а затем на разборщики пучков бревен 3 и далее с помощью продольных лесотранспортеров направляются в окорочные станки 6.

После окорки бревна поступают на сортировочный лесотранспортер 8 (БС60-2) с двусторонним сбросом, управление которым осуществляется из операторской 7. Колесные челюстные погрузчики 9 (ЛТ-163) укладывают сортированные бревна в штабеля 10 межнавигационного запаса или на разборщик пачек бревен 11, с которого бревна поступают на разворотное устройство 12 (ЛТ-90) и вершинным торцом вперед подаются в лесопильный цех 13.

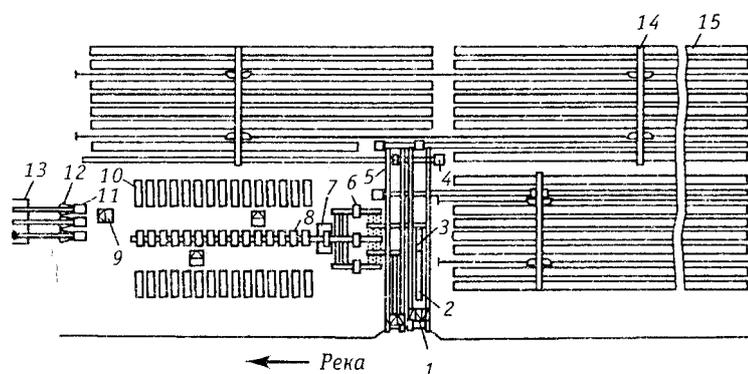


Рис. 2. Технологическая схема склада сырья с водной поставкой пиловочника объемом до 400 тыс. м³ в год:

1 – мостовой кран; 2 – участок тепловой обработки бревен; 3, 11 – разборщики пучков бревен; 4 – приводная станция; 5 – транспортная тележка; 6 – окорочный станок; 7 – операторская; 8 – лесотранспортер; 9 – погрузчик; 10 – штабель операционного запаса; 12 – разворотное устройство; 13 – лесопильный цех; 14 – козловой кран; 15 – штабель межнавигационного запаса

В штабеля 15 межнавигационного запаса бревна укладываются тремя козловыми кранами 14 (ККЛ-8). Для этого мостовые краны подают сплавные пучки на транспортные тележки 5 с приводной станцией 4, которые транспортируют их к соответствующим козловым кранам, а последние с помощью грейферов разгружают тележки и укладывают бревна в штабеля.

При разборке этих штабелей в зимнее время бревна пачками грузят на транспортные тележки, доставляющие их к участку выгрузки мостовыми кранами. Мостовые краны подают бревна на участок тепловой обработки, откуда после оттаивания бревна поступают в линию окорки и сортировки.

В дальнейшем бревна подготавливаются к распиловке, как и летом, и подаются в цех на распиловку.

Лекция 16. «Переработка отходов деревообработки»

Одним из способов переработки отходов деревообработки является производство топливных брикетов и гранул, а также производство композиционных древесных материалов. Сырьем для производства прессованных и композиционных материалов являются любые древесные отходы.

На выбор технологического процесса прессования древесных отходов влияют влажность и крупность материала. Прессованию поддается сырье влажностью 6—12%. При изготовлении брикетов и гранул необходимо соблюдать не только определенную влажность прессуемых частиц, но и их крупность.

Например, при прессовании опилок получаем высокое качество брикетов или гранул. При измельчении кусковых отходов в брикетирующую массу крупность ее частиц должна быть не более 1,0 мм (объем частиц крупностью 1—5 мм — не более 25%).

Брикеты по своей форме бывают *шашечные* и *брусковые*. Шашечные брикеты имеют сплошное сечение определенной формы (по форме матрицы) размером от 20 x 20 до 100 x 100 мм. Толщина их бывает от 20—30 мм до 100 мм. Плотность этих брикетов находится в пределах 650—1000 кг/м³. Изготавливают шашечные брикеты на штемпельных (матричных) прессах периодического действия.

Брусковые брикеты имеют продольное сквозное отверстие диаметром 13—22 мм. Форма сечения может быть круглая, квадратная, шестигранная. Размеры сечения — от 30 x 30 мм до 90 x 90 мм, длина бруска — от 30 до 1000 мм. Изготавливают эти брикеты на шнековых прессах (экструдерах).

Плотность брикетов находится в пределах 1000- 1400 кг/м³. В шнековых прессах наименьшее давление — 100 МПа, оптимальное — 150-200 МПа при влажности прессуемого материала 6—12%.

Калорийность брикетов определяется их плотностью и влажностью. С повышением влажности калорийность снижается. Например, при влажности 30-40% калорийность составляет 2500—2700 ккал/кг, а при влажности 6—12% она равна 4500—4 700 ккал/кг.

Технологии подготовки древесного сырья для изготовления топливных брикетов. Подготовка древесного сырья для производства топливных брикетов включает в себя следующие технологические операции: измельчение древесного сырья; сортировка измельченной древесной массы; сушка измельченной древесной массы.

Измельчение древесного сырья. Для использования разноразмерных кусковых древесных отходов в производстве брикетов их необходимо измельчить.

В зависимости от объемов кусковых отходов, их соотношения к опилкам, образующимся на предприятии, и планируемого задания по выпуску брикетов технология измельчения бывает:

1) *одностадийная* — измельчение кусковых отходов в мелкую древесную массу (опилки), пригодную для прессования;

2) *двухстадийная* — на начальном этапе кусковые отходы измельчают в щепу или дробленку, а затем их доизмельчают в опилки.

Одностадийная технология может быть применена на предприятиях с годовым выпуском до 3 тыс. тонн брикетов, где имеются опилки и небольшие объемы кусковых отходов, так как известные измельчители кусковых отходов в мелкую древесную массу имеют небольшую производительность.

Двухстадийная технология позволяет организовывать производство брикетов в более крупных масштабах. В данном случае кусковые отходы измельчают на щепу (дробленку), а затем доизмельчают в опилки. Для этих целей используются высокопроизводительные рубильные машины и измельчители.

Для измельчения кусковых древесных отходов на щепу используются рубильные машины барабанного и дискового типа. Для измельчения короткомерных древесных отходов используются рубильные машины с наклонной загрузкой. Длинномерные отходы измельчают в машинах с горизонтальной загрузкой (подачей).

Сортировка измельченной древесной массы. Измельченная древесная масса и опилки от различного деревообрабатывающего оборудования имеют неоднородный состав по крупности (в опилках находятся разные кусковые отходы и пр.). В связи с этим требуется произвести их разделение — сортировку по фракциям (очистить от крупных включений).

Сортирующие машины можно разделить на четыре группы: *механические, пневматические (воздушные), гидравлические и магнитные.*

Машины для *механической* сортировки снабжены ситами, решетками, колосниками. Их используют для разделения сыпучего материала на две или несколько фракций, различающихся по крупности. Число фракций зависит от количества сит, через которые был пропущен материал.

Машины для *пневматической* сортировки основаны на принципе отделения в воздушном потоке: частицы выпадают под влиянием сил тяжести, центробежных сил или совместного действия тех и других.

Машины *гидравлической* сортировки материалов по крупности основаны на различных скоростях падения частиц неодинаковой величины и удельного веса, находящихся во взвешенном состоянии в водной среде. *Магнитные* сортировки служат для отделения от материала металлических примесей.

Для сортирования измельченной древесины применяются *механические* сортировки, которые разделяются на следующие типы: *плоские, вибрационные, гирационные и барабанные.*

Наиболее широко распространены *гирационные* сортировки. Принцип работы сортировочных установок основан на механическом колебании каскада сит, причем колебания происходят с определенной частотой и амплитудой в горизонтальной плоскости. К таким

сортировкам относятся *напольные* или *подвесные гирационные* установки, так как доступ к узлу привода и опорам ограничен.

Сушка измельченной древесной массы. Установки для сушки измельченной древесины непрерывного действия работают при атмосферном давлении (*конвективные*). В зависимости от способа перемещения материала, сушилки бывают *механические, пневмомеханические и пневматические*.

Сушилки с *механическим* перемещением (*тарельчатые, ленточные*) уже не используются. В сушилках с *пневмомеханическим* перемещением опилки находятся в полу- взвешенном состоянии, скорость агента сушки меньше скорости витания частиц.

В сушилках с *пневматическим* перемещением материал находится во взвешенном состоянии, скорость агента сушки выше скорости витания частиц. По виду агента сушки сушилки бывают *газовые* и *воздушные* (с паровым обогревом). *Воздушные сушилки* мало применяются в промышленности из-за низкой производительности.

Наиболее широко распространены *конвективные сушилки с пневмомеханическим* перемещением опилок. Это сушилки в виде барабанов (вращающихся или неподвижных) горизонтального или вертикального исполнения. Более подробно работа сушильных камер рассмотрена в главе 6 данного учебного пособия.

Средства для получения топливных брикетов. Основными средствами для получения топливных брикетов являются *брикетировочные* прессы.

По способу формирования брикета *брикетировочные* прессы можно разделить на следующие группы: матричные, поршневые или штемпельные (циклического действия), винтовые (шнековые), вальцовые (непрерывного действия).

К первой группе (*матричные прессы*) относится пресс марки Б-8320. Он широко распространен в торфодобывающей промышленности. Ранее такие прессы использовались и в лесной промышленности для брикетирования древесной коры.

В прессах первой группы брикет формируется в сплошной матрице возвратно-поступательным движением поршня — брикет приобретает форму матрицы. Производительность в данном случае зависит от продолжительности цикла прессования.

Ко второй группе относятся прессы с матрицей и пуансоном (поршнем), прессы штемпельного типа. Прессы этой группы изготавливают брикеты в виде цельного цилиндра диаметром 30—80 мм и длиной 20-200 мм. Внутреннего отверстия в этих брикетах нет, поэтому брикеты плохо горят (нет доступа кислорода во внутренние его части). Сами брикеты непрочные, плотность их находится в пределах 650—900 кг/м.

В прессах второй группы брикет формируется *враземной матрице* в результате создаваемого давления и возникающего трения. Процесс прессования происходит скачкообразно в камере,

имеющей *цилиндрическую* форму, *переходящую в конусную*. Производительность пресса зависит от диаметра поршня и числа ходов.

Такой способ брикетирования позволяет прессовать измельченные деревянные ящики, поддоны, опалубку. Металлические и минеральные примеси отделяются в специальных устройствах.

К третьей группе относятся прессы непрерывного действия с винтовым (шнековым) рабочим органом и многопрофильным подогреваемым каналом матрицы. Такие прессы выпускаются как за рубежом, так и в нашей стране.

В прессах третьей группы брикет формируется способом непрерывного прессования *винтовым* рабочим органом (*коническим шнеком*) в обогреваемой матрице (температура нагрева — 200-350 °С). Производительность определяется диаметром матрицы, числом оборотов и шагом витков шнека.

К четвертой группе относятся прессы, где древесное сырье уплотняется между вращающимися *вальцами* со специальным углублением, придающим форму брикету.

Наиболее широко применяются *поршневые (штемпельные)* и *винтовые (шнековые)* прессы. На рисунках 1 и 2 показаны схемы таких прессов.

В *штемпельных прессах* (рис. 1) материал поступает камеру 1 и при движении поршня 2 проталкивается в матрицу 4, затем поршень возвращается назад и проталкивает следующую порцию материала и так далее, пока пространство в матрице полностью не заполнится.

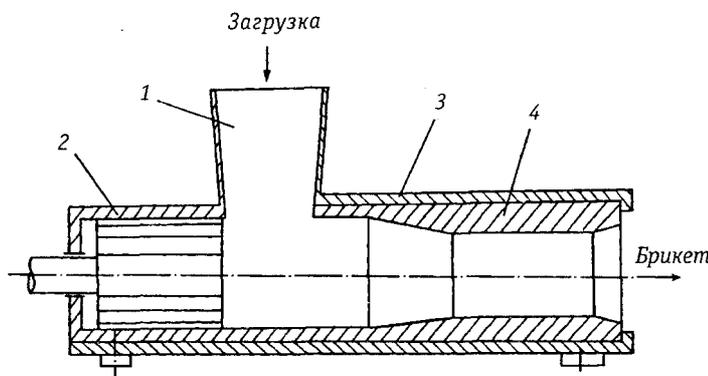


Рис. 1. Пресс штемпельный:

1 – камера загрузочная; 2 – пуансон; 3 – корпус; 4 – матрица

После этого начинается процесс прессования. Давление от поршня передается на исходную массу, и происходит выталкивание брикета. Толщина брикета в данном случае зависит от объема камеры. По длине матричный канал сужается, и за счет этого происходит поперечное уплотнение брикетов. Давление прессования зависит от сил сопротивления трения в матричном канале, поэтому оно не является постоянным.

Удельное усилие прессования достигает величины 1000—1 300 кг/см, число ходов поршня — 60-90 в минуту. Поверхность брикетов под влиянием температуры покрывается блестящей глянцевой коркой.

Вследствие разности температуры по сечению брикета в брикете на выходе из пресса появляются внутренние напряжения, а так как ограничений пространства, в котором находился брикет, больше нет, то происходит быстрое упругое расширение горячего брикета, что приводит к появлению глубоких трещин.

Для получения прочного брикета штемпельные прессы, кроме водяного охлаждения, оснащаются специальными охлаждающими желобами. Охлаждение брикетов при продвижении по желобу приводит к снятию внутренних напряжений, а механическая прочность брикета при этом увеличивается.

В шнековых *прессах* (рис. 2) исходная смесь проходит в *загрузочном* окне 1 через ворошитель 2 и сыпается в камеру 3. В камере 3 расположен вращающийся подающий *шнек* 4 цилиндрической формы.

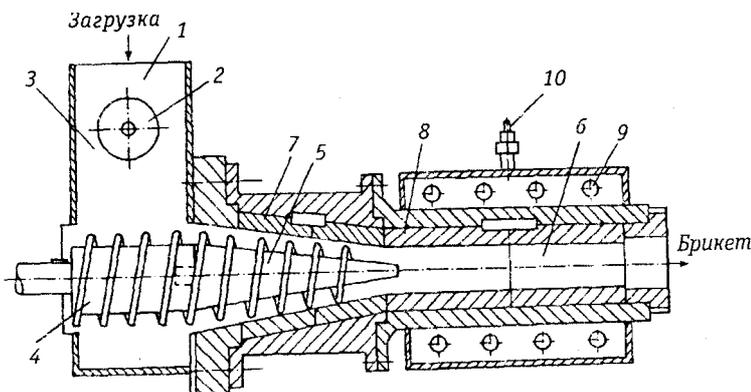


Рис. 1. Пресс шнековый:

1 – загрузочное окно; 2 – ворошитель; 3 – камера; 4 – шнек цилиндрический; 5 – шнек конической; 6 – канал матрицы; 7 – коническая втулка; 8 – втулка; 9 – нагревательные элементы; 10 – термопара

К этому шнеку примыкает конический прессующий шнек. 5, свободный конец которого входит в канал матрицы. Рабочий канал матрицы 6 состоит из конической части (втулки) 7 (на входе), переходящей в цилиндрическую или квадратную (две втулки) часть 8 (на выходе).

По мере заполнения камеры 3 шнек 4 подает исходную сухую смесь в коническую часть канала матрицы, где происходит ее прессование, и выдавливание в цилиндрическую часть канала. Усилия от прессующего 5 шнека действуют в осевом направлении (горизонтальная плоскость) и в вертикальной плоскости.

Эти усилия уплотняют смесь по всему сечению. Коническое исполнение хвостовика прессующего шнека также способствует повышению плотности брикета. В некоторых моделях прессов хвостовик цилиндрического исполнения, что приводит к снижению качества брикетов.

Величину конусности шнека и втулки выбирают с учетом коэффициента трения древесины по металлу. Оптимальный угол конуса находится в пределах 6-12°.

В конической части канала матрицы происходит формирование плотности брикета. Давление достигает 1500— 2100 кг/см². На коническую поверхность втулки 7 канала матрицы действуют большие усилия, вследствие чего возникают силы сопротивления в виде сил трения.

Для уменьшения сил трения канал матрицы находится в постоянно нагретом состоянии. Образование брикета и перемещение его по матричному каналу связано со значительными тепловыделениями. Брикет на выходе из матрицы имеет температуру 80-90 С.

Температура нагрева матрицы устанавливается для каждого режима прессования, который зависит от породы древесины, крупности и влажности частиц, наличия коры и пр. Величина этой температуры находится в пределах 200—350 °С. Поэтому наружная поверхность брикета приобретает блестящий коричневый цвет.

На поверхности образуется защитный гидрофобный слой (поверхность обуглена). Науглероженный (обугленный) слой является своего рода смазкой и способствует более легкому проталкиванию брикета внутри матрицы.

Под действием высокого давления и температуры в камере прессования выделяются газы (испаряется часть влаги, происходит выделение лигнина и пр.). Выделяемые газы удаляют с помощью вытяжки.

Из матрицы брикет выходит непрерывной лентой и поступает на делительное устройство, где формируется длина брикета. Если в технологии предусмотрена распиловка и обрезка торцов брикетов, то лента может иметь длину до 1 200 мм.

Полученные брикеты или ленты складывают для остывания «ряд через ряд» на 2 часа. Затем брикеты расфасовывают в отдельные пакеты весом 6—8 кг и отправляют на склад (ленты предварительно подаются к торцовочному станку, где их распиливают на мерные отрезки).

Композиционные древесные материалы. Современные технологии позволили создать из древесных отходов такой композиционный материал, как *экологически чистая древеснонаполненная пластмасса (ЭДНП), или древопласт.*

Исходным материалом для получения ЭДНП служат древесные опилки и другие отходы древесно-растительного происхождения. В качестве полимерного связующего применяются термопласты (полиэтилен, полипропилен) и их отходы. Производство изделий из ЭДНП осуществляется методом прессования или экструзии.

Механические свойства материала с высоким содержанием древесины аналогичны плитам МДФ или ДВП, а с малым ее содержанием аналогичны свойствам пластмассы.

Древопласты обладают стойкостью к неблагоприятным воздействиям внешней среды (ультрафиолетовому излучению, влаге, воде, минеральным растворам), устойчивы к воздействию микроорганизмов и насекомых.

Материал обрабатывается так же, как и древесина. Некоторые древесно-полимерные композиты можно сваривать подобно пластмассе. Профили из этих материалов могут комбинироваться с металлическими или стеклопластиковыми профилями (полосами, трубами, уголками, таврами и т.п.) для создания прочных конструкций.

Технологический процесс производства древесно-полимерных композитов состоит из следующих операций:

- 1) измельчение древесины;
- 2) при необходимости сушка измельченной древесины;
- 3) дозирование компонентов;
- 4) смешивание компонентов, грануляция;
- 5) экструзия;
- 6) торцовка по длине и деление по ширине;
- 7) укладка.

Производство древопластов отличается низкой себестоимостью. Используемое оборудование компактно, и для его размещения не нужны большие площади. Линия по производству древопластов является автоматической, и ее обслуживает один человек.

Комплектация производства осуществляется на базе оборудования по переработке пластмасс экструзией или прессованием при незначительном объеме нестандартного оборудования.