



Б.Е. Меньшиков  
Е.В. Воробьева

# **ТЕХНОЛОГИЯ ЛЕСООБРАБАТЫВАЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВ**

Екатеринбург  
2012

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВПО «УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра технологии и оборудования лесопромышленного оборудования

Б.Е. Меньшиков  
Е.В. Воробьева

# **ТЕХНОЛОГИЯ ЛЕСООБРАБАТЫВАЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВ**

Методические указания  
к выполнению курсового и дипломного проектов  
для студентов очной и заочной форм обучения.  
Направление 656300 «Технология лесозаготовительных и  
деревообрабатывающих производств»,  
специальность 250401 «Лесоинженерное дело»

Екатеринбург  
2012

Печатается по рекомендации методической комиссии ЛИФ.  
Протокол № 89 от 26 сентября 2011 г.

Рецензент М.В. Газеев, канд. техн. наук, доцент каф. МОД

Редактор Р.В. Сайгина  
Оператор Е.В. Карпова

---

Подписано в печать		Поз. 2
Плоская печать	Формат 60x84 <sup>1</sup> / <sub>16</sub>	Тираж 50 экз.
Заказ №	Печ. л. 2,88	Цена 14 руб. 8 коп.

---

Редакционно-издательский отдел УГЛТУ  
Отдел оперативной полиграфии УГЛТУ

## Содержание

Введение.....	4
1. Сушка пиломатериалов.....	5
1.1. Общие сведения о сушке пиломатериалов .....	5
1.2. Атмосферная сушка пиломатериалов, расчет площади склада ...	6
1.3. Камерная сушка пиломатериалов. Выбор категории качества и режима сушки .....	8
1.4. Определение производительности сушильного цеха и потребного количества камер .....	13
1.5. Планировка и организация работы сушильного цеха .....	17
1.6. Потребность в оборудовании и рабочих .....	20
2. Технология деревообрабатывающего производства .....	22
2.1. Общие сведения .....	22
2.2. Характеристика сырья .....	23
2.3. Номенклатура и характеристика готовой продукции. Производственная программа выпуска изделий .....	25
2.4. Способы и схемы раскроя пиломатериалов .....	30
2.5. Этапы изготовления изделия и выбор технологического оборудования для их выполнения .....	31
2.6. Расчет производительности оборудования .....	33
2.7. Расчет эффективного фонда времени работы оборудования и норм времени на обработку деталей и сборочных единиц .....	34
2.8. Расчет расхода основных и вспомогательных материалов .....	35
2.9. Составление схемы технологического процесса, расчет необходимого количества оборудования и его загрузки .....	38
2.10. Расстановка оборудования и организация рабочих мест .....	41
Библиографический список и перечень нормативно-технических документов .....	44

## Введение

Методические указания предназначены для выполнения курсового и дипломного проектов по специальности 250401 «Лесоинженерное дело» для студентов очной и заочной форм обучения и являются продолжением учебно-методических указаний по курсовому и дипломному проектированию «Цехи первичной переработки круглых лесоматериалов». В указаниях рассмотрены основы проектирования технологии лесообрабатывающих производств: сушки пиломатериалов и их механической переработки.

Технологические процессы лесообрабатывающих производств разнообразны, и их проектирование должно проводиться с учетом основных природно-производственных условий работы того или иного лесопромышленного предприятия. Основными из них являются объем пиломатериалов, подлежащих сушке и переработке, породный состав и размерно-качественные характеристики сырья, климатические условия, степень обработки пиломатериалов в цехах, вид готовой продукции и т.д. Исходными при проектировании технологии сушки пиломатериалов и их переработки являются данные, приведенные в задании (прил. 1)<sup>\*</sup> и полученные в результате проектирования технологического процесса первичной переработки круглых лесоматериалов: годовой объем сушки и переработки, характеристика сырья и готовой продукции, режим работы цехов, головное технологическое оборудование.

В методических указаниях дано обоснование выбора категории качества сушки, режима сушильной камеры, типа сушильных камер, способа и схемы раскроя пиломатериалов, технологического оборудования для изготовления изделий, приведены методики определения производительности сушильного цеха и потребного количества камер, производительности оборудования деревообрабатывающего цеха, рассмотрены основные планировочные решения производственных участков.

Кроме данных методических указаний для выполнения курсового и дипломного проектирования необходимо пользоваться учебной литературой, материалами лекций, методическими указаниями по составу этих проектов [1-11], нормативно-техническими документами [12-20]. Также имеются приложения<sup>\*</sup> к данным учебно-методическим указаниям, в которых представлены параметры сушки пиломатериалов, технические характеристики сушильных камер и технологического оборудования для обработки пиломатериалов, нормы выхода заготовок, характеристики изделий, планировочные решения участков сушки пиломатериалов и их переработки.

---

<sup>\*</sup> Приложения 1-15. Находятся в методическом кабинете кафедры ТОЛП.

## 1. Сушка пиломатериалов

### 1.1. Общие сведения о сушке пиломатериалов

Сушка древесины относится к одному из важнейших процессов технологии лесобработывающего производства, направленных на повышение качества и долговечности изделий из нее.

Сушкой называется процесс удаления из древесины влаги путем ее испарения. Она преследует следующие основные цели: предупреждает размеро- и формоизменяемость деталей, исключает загнивание, окраску, увеличивает прочность изделий, повышает качество отделки и склеивания.

Содержание воды в древесине характеризуется величиной, называемой влажностью  $W$  (%).

По количеству содержащейся воды различают древесину:

- мокрую,  $W > 120\%$  (находящуюся в воде);
- свежесрубленную,  $30\% < W < 120\%$ ;
- воздушно-сухую,  $15\% < W < 20\%$  ( выдержанную на открытом воздухе);
- производственно-эксплуатационную,  $8\% < W < 12\%$ ;
- абсолютно сухую,  $W = 0\%$ .

Высушенная древесина должна по качеству сушки соответствовать своему назначению. В зависимости от назначения высушиваемых пиломатериалов установлены четыре категории качества сушки:

0-я категория – сушка до транспортной влажности пиломатериалов экспортных и внутрироссийского потребления (16...20%);

1-я категория – высококачественная сушка пиломатериалов до эксплуатационной влажности, обеспечивающей механическую обработку и сборку деталей в соответствии с ГОСТ 64491-82 для высокоточных составных частей изделий (производство деталей музыкальных инструментов, точное машиностроение и приборостроение, производство моделей, лыж и т.п.) (7...10%);

2-я категория – сушка пиломатериалов до эксплуатационной влажности, обеспечивающей механическую обработку для ответственных составных частей изделий (столярно-строительное, мебельное производство, пассажирское вагоностроение, автостроение и т.п.) (7...15%);

3-я категория – сушка для менее ответственных составных частей изделий (производство погонажных, столярно-строительных изделий, грузовое вагоностроение, пиломатериалы для производства тары и т.п.) (10...15%).

Основными способами сушки являются:

- камерная, проводимая в специальных помещениях – сушильных камерах;

- атмосферная сушка пиломатериалов на открытых складах или под навесом при размещении пиломатериалов в штабелях.

Технологический процесс по сушке пиломатериалов на нижнем лесопромышленном складе лесозаготовительного предприятия начинается с участка по сортировке сырых пиломатериалов в лесопильном цехе и заканчивается отгрузкой сухих пиломатериалов со склада готовой продукции потребителям или подачей в деревообрабатывающий цех.

При проектировании технологических процессов по сушке пиломатериалов следует учитывать основные требования правил охраны труда и техники безопасности при проведении всех видов работ в соответствии с действующими нормативными документами по противопожарным нормам, правилам техники безопасности и т.п. При расположении котельной, складов топлива и пиломатериалов, необходимо учитывать господствующие ветра, рельеф местности и противопожарное расстояние между отдельными объектами.

Проектирование технологического процесса сушки пиломатериалов предусматривает решение следующих основных задач:

- целесообразный выбор места для расположения склада атмосферной сушки и сушильного цеха на нижнем лесопромышленном складе в зависимости от расположения сортплощадки лесопильного цеха и склада пиломатериалов для деревообрабатывающих цехов;

- обоснованная программа объема сушки пиломатериалов или заготовок;

- применение совершенных лесосушильных камер, технологии и режимов сушки с целью обеспечения высокого качества сушки пиломатериалов;

- применение современных средств механизации по формированию, разборке и транспортированию сушильных штабелей и пакетов, разработка рациональных транспортных схем;

- разработка планировки сушильного цеха, т.е. размещение всех его помещений с учетом размеров, типа и количества камер, а также способа формирования штабелей.

### **1.2. Атмосферная сушка пиломатериалов, расчет площади склада**

Атмосферной сушкой называется способ сушки пиломатериалов в штабелях, размещенных на специальных открытых складах, омываемых атмосферным воздухом без его подогрева. Атмосферную сушку применяют, главным образом, для сушки пиломатериалов на лесопильных предприятиях до транспортной влажности и на некоторых деревообрабатывающих предприятиях для подсушки и выравнивания начальной влажности пиломатериалов перед камерной сушкой.

При атмосферной сушке влажность пиломатериалов снижается до 20-22% в зависимости от климата (температуры и влажности воздуха), породы и толщины материала. Конечная влажность пиломатериалов, высушенных при атмосферной сушке на среднем Урале, достигает 18-15%, а на юге Урала 15-12%.

Атмосферная сушка пиломатериалов требует устройства больших площадей складов и имеет длительные сроки просыхания пиломатериалов.

Ориентировочные сроки сушки хвойных пиломатериалов на открытых складах для различных климатических зон указаны в прил. 2.

Правила атмосферной сушки и хранения пиломатериалов на складах регламентированы государственными стандартами: для пиломатериалов хвойных пород – ГОСТ 3808.1-80; для пиломатериалов твердых лиственных пород (в том числе и березы) – ГОСТ 7319-80.

По правилам атмосферная сушка проводится в штабелях, укладываемых на специальных фундаментах. Штабель для атмосферной сушки формируется из пакетов пиломатериалов, уложенных на прокладках (сечением 19...25×40...50 мм). Длина пакета принимается равной максимальной длине досок. В штабель пакеты укладываются в несколько рядов по высоте. Горизонтальные ряды отделяются друг от друга межпакетными брусками толщиной не менее 75 мм. Между пакетами в каждом горизонтальном ряду оставляются разрывы. Штабеля покрывают крышами, предохраняющими пиломатериалы от солнечных лучей и осадков.

Для пиломатериалов хвойных пород применяются квадратные (в плане) штабеля, длина и ширина которых соответствует наибольшей длине укладываемых досок, а высота составляет 3,5-4 м.

Пиломатериалы лиственных пород укладывают в более длинные (8-11 м), но узкие (1,5-2 м) штабеля высотой до 3 м на прокладках. Тонкие заготовки (до 32 мм) допускается укладывать клеткой в штабеля небольшой длины (2,5-3,5 м).

В соответствии с ГОСТ 3808.1-80 формирование штабеля для атмосферной сушки может производиться двумя способами: штучное формирование единого штабеля и из сушильных пакетов (пакетный штабель). В зависимости от принятого способа укладки применяют соответствующие подъемно-транспортные механизмы.

При формировании рядовых штабелей пиломатериалы по складу развозят автолесовозами. Для подъема досок используют штабелеры. Доски по рядам штабеля раскладываются вручную. Пакетные штабеля из заранее подготовленных пакетов формируются с помощью автопогрузчиков, башенных или консольно-козловых кранов, кран-балок.

Примерные схемы складов пиломатериалов атмосферной сушки при укладке пакетов кран-балкой, консольно-козловым краном, автопогрузчиком, башенным краном приведены в прил. 3. При планировке складов штабеля объединяют в секции площадью не более 900 м<sup>2</sup>. Каждую группу



отделяют от соседних групп продольными и поперечными проездами. Ширина продольных проездов должна быть 9...10 м, поперечных – не менее 5 м.

Число штабелей пиломатериалов и размеры склада для атмосферной сушки пиломатериалов определяются в зависимости от объемов их дальнейшей переработки, а также с соблюдением необходимых противопожарных разрывов, дорог и т.п.

Площадь участка лесного склада  $F_{скл}$  (м<sup>2</sup>), необходимая для складирования пиломатериалов, определяется по формуле

$$F_{скл} = \frac{E}{HK_{nl}K_n}, \quad (1)$$

где  $E$  – количество пиломатериалов для единовременного размещения на складе, м<sup>3</sup>;

$H$  – высота штабелей без подштабельных оснований, м (для крана ККС-10 – 7...7,5 м; для крана КБ-572 – 9...10 м; при укладке автопогрузчиком – не более 7 м);

$K_{nl}$  – коэффициент использования участка склада, занятого под атмосферную сушку, представляющего собой отношение площади, занятой штабелями, к площади участка (0,6...0,7);

$K_n$  – коэффициент полндревесности (0,3...0,35).

### 1.3. Камерная сушка пиломатериалов. Выбор категории качества и режима сушки

Камерная сушка является основным промышленным способом сушки пиломатериалов, осуществляемая в сушильных камерах, как правило, в конвективных.

Режим работы в сушильном цехе устанавливается из условия, что в году камера должна работать 300 суток, в 3 смены. Остальное время года отводится на ее ремонт и выходные дни.

Высушенная древесина должна по качеству сушки соответствовать своему назначению (0, 1, 2, 3 категории качества сушки). При переработке сухих пиломатериалов требования к качеству сушки устанавливаются стандартами на продукцию, вырабатываемую из этих пиломатериалов. Нормы показателей качества сушки пиломатериалов и требования к влажности древесины в изделиях приведены в прил. 4.

В зависимости от требований, предъявляемых к качеству древесины, пиломатериалы могут высушиваться низкотемпературными режимами различных по температурному уровню категорий: мягкие, нормальные и форсированные.

Мягкие режимы  $M$  (температура 52...70<sup>0</sup>С) обеспечивают бездефектную сушку пиломатериалов при полном сохранении естественных физико-

механических свойств древесины, прочности, цвета. Они рекомендуются для сушки экспортных пиломатериалов до транспортной влажности и, в отдельных случаях, для внутреннего потребления пиломатериалов высших сортов.

Нормальные режимы  $H$  (температура  $55...90^{\circ}\text{C}$ ) обеспечивают бездефектную сушку при полном сохранении прочностных показателей с незначительным изменением цвета – до любой конечной влажности. Рекомендуется для сушки пиломатериалов внутрироссийского потребления высших сортов.

Форсированные режимы  $\Phi$  (температура  $75...120^{\circ}\text{C}$ ) обеспечивают бездефектную сушку при некотором (до 20%) снижении прочности на скалывание с возможным потемнением древесины и рекомендуются для сушки пиломатериалов до эксплуатационной влажности, имеющих большой запас прочности.

Режимы сушки в камерах периодического действия выбираются в соответствии с ГОСТ 19773-84, непрерывного действия – ГОСТ 18867-84. Для сушки древесины твердолиственных пород, например березы, применяют более мягкие режимы.

При обеспечении требуемых качественных показателей предпочтение должно быть отдано категории режима, при которой обеспечивается большая интенсивность процесса (наименьшая продолжительность процесса сушки и его экономичность).

При выборе типа сушильной камеры необходимо учитывать целый ряд факторов, в том числе виды выпускаемой продукции, объемы производства, наличие тех или иных источников теплоснабжения и т.д. Существуют некоторые общие принципы выбора типа сушильных установок.

Основным видом оборудования для сушки пиломатериалов до эксплуатационной влажности являются конвективные камеры периодического действия.

На предприятиях, занимающихся первичной переработкой в небольших объемах и выпускающих изделия, не требующие точной механической обработки (III категории качества сушки), применяют, как правило, камеры периодического действия, в том числе с воздушным теплоносителем. К таким относится значительная часть лесозаготовительных предприятий.

При сушке пиломатериалов ответственного назначения, а также разнообразной их спецификации по I и II категориям качества и при необходимости снятия остаточных деформаций путем влаготеплообработки целесообразно применять камеры периодического действия с водяным теплоносителем.

На предприятиях с развитым лесопилением и значительными объемами переработки для массовой сушки товарных пиломатериалов до транспортной влажности наиболее целесообразно использовать камеры непре-

рывного действия, объединенные в сушильные блоки с необходимой производительностью, или камеры периодического действия фронтального типа с разовой загрузкой до 150 м<sup>3</sup>.

В тех случаях, когда планируется производство из сухих пиломатериалов высококачественной продукции, например клееных изделий, сушка проводится в два этапа. Сначала древесина подвергается атмосферной сушке до достижения влажности 22%, после чего пиломатериалы загружают в сушильные камеры для доведения влажности древесины до величины, необходимой для ее обработки.

При проектировании сушильных цехов рекомендуется применять: на малых предприятиях – лесосушильные камеры периодического действия одно- и двухштабельные с продольной загрузкой пиломатериалов и камеры с фронтальной загрузкой; на средних и крупных предприятиях – двух- и четырехштабельные камеры с реверсивной циркуляцией; на предприятиях малой производственной мощности – камеры непрерывного действия с поперечной загрузкой и прямолинейной противоточной циркуляцией (БСК-3; БСК-4,5ГВ; БСК-6,5); на средних предприятиях – камеры с зигзагообразной циркуляцией (ЦНИИМОД-32); на предприятиях большой производственной мощности – противоточные камеры с поперечной укладкой («Valmet», СП-5КМ-3).

При выборе типа сушильной камеры следует ориентироваться на камеры отечественного производства.

Основные технологические параметры и схемы ряда сушильных камер периодического и непрерывного действия, применяемых на предприятиях, приведены в пособиях [1, 2], Прил. 5.

*Камеры периодического действия* предназначены для сушки пиломатериалов до требуемой эксплуатационной влажности. В таких сушильных камерах пиломатериалы загружаются и разгружаются полностью, и весь объем просушивается в них одновременно.

В зависимости от направления подачи пиломатериалов камеры периодического действия делятся на две группы:

- с продольной загрузкой пиломатериалов;
- с фронтальной (поперечной) загрузкой пиломатериалов.

Сушильные камеры с продольной загрузкой пиломатериалов находят применение в производстве сухих пиломатериалов для собственной дальнейшей переработки на фрезерованные детали, столярно-строительные изделия, паркет, мебель и т. д.

По количеству нормальных штабелей (1,8 x 2,7-3 x 6-6,5 м), размещающихся в камере, сушильные камеры такого типа делятся:

- на одноштабельные – с объемами загрузки пиломатериалов от 14 м<sup>3</sup> (СКС-1, ИУ-1в);

- двухштабельные, где два штабеля пиломатериалов размещаются на одном рельсовом пути друг за другом (СКС-2) или на двух параллельных рельсовых путях (БСК1-2, ИУ-2п(в), ИУ-2пг);

- четырехштабельные – четыре штабеля пиломатериалов размещаются на двух рельсовых путях, по два штабеля на каждом (БСК1-4).

Для предприятий, ведущих сушку пиломатериалов в незначительных объемах (несколько сот кубометров в год), целесообразно применять малогабаритные сушильные камеры с продольной загрузкой пиломатериалов (ИУ-мэ, ИУ-мд).

В последнее время все более широкое применение находят сушильные камеры с фронтальной загрузкой пиломатериалов.

Объем разовой загрузки камер фронтального типа составляет от 15...20 до 240...250 м<sup>3</sup>. Размеры пакетов пиломатериалов по ширине и высоте обычно равны 1,2 x 1,2 м, а длина – длине пиломатериалов и может быть равна 3, 4, 6 м.

В зависимости от количества формируемых из пакетов сушильных штабелей камеры данного типа можно подразделять на одноштабельные (КОС-60, СК-60), двухштабельные для сушки пиломатериалов длиной 4 и 6 м.

Из многочисленных моделей сушильных камер применение находят камеры типа ИУ («ИнтерУрал») различной мощности: с разовой загрузкой 30 м<sup>3</sup> – ИУ-30в, ИУ-2жтк, ИУ-2в; 60 м<sup>3</sup> – ИУ-60; 80 м<sup>3</sup> – ИУ-80в.

На небольших предприятиях с годовой потребностью в сухих пиломатериалах несколько сот кубометров предпочтительно применять малогабаритные лесосушильные камеры фронтального типа, рассчитанные на загрузку нескольких (1,5-3) кубометров пиломатериалов. К камерам такого типа относится ИУ-5к.

Сушильные камеры в зависимости от требуемого объема сушки пиломатериалов объединяются в сушильные блоки из необходимого числа камер.

*Камеры непрерывного действия* в основном применяют при массовой сушке товарных пиломатериалов до транспортной влажности. Они могут также использоваться для сушки пиломатериалов, идущих на столярно-строительные изделия, тару, сельхоз- и вагоностроение и т. п.

В камерах непрерывного действия, загруженных постоянно, материал перемещается по мере высушивания от загрузочного к разгрузочному концу. Процесс сушки в них протекает непрерывно.

По принципу работы и характеру циркуляции сушильного агента камеры непрерывного действия условно можно разделить на три группы:

- камеры с противоточной циркуляцией сушильного агента;
- камеры с позонно-поперечной циркуляцией;
- камеры со схемой циркуляции сушильного агента, содержащего элементы схем первой и второй групп.

Наиболее широкое применение нашли сушильные камеры с противоточной циркуляцией сушильного агента. Основное назначение таких камер – сушка до транспортной влажности (нулевая категория качества) пиломатериалов хвойных пород до 75 мм. Допускается сушка до эксплуатационной влажности хвойных пород (кроме лиственницы) такой же толщины и мягких лиственных пород (береза, осина) толщиной до 60 мм по III категории качества, а в отдельных случаях в камерах с отсеками для конечной влаготеплопереработки, по II категории качества.

Из камер с противоточной системой наиболее распространенными являются камеры с вертикальным кольцом циркуляции и поперечной транспортировкой штабелей, одной из которых является марка финской фирмы «Valmet». Камера предназначена для сушки мягкими режимами хвойных пиломатериалов, главным образом экспортных, до транспортной влажности. В камере размещают 10 штабелей с габаритными размерами (длина х ширина х высота) 7×1,8×3 м, перемещающихся на шинах по роликам. Выпускают камеры блоками по 5, 10 или 15 камер. Годовая производительность одной камеры составляет 8400 м<sup>3</sup> условных пиломатериалов.

Для улучшения качества сушки и увеличения производительности камер непрерывного действия разработаны новые двухзонные лесосушильные камеры СП-5КМ-3 с поперечным перемещением штабелей и противоточной циркуляцией сушильного агента с отсеками для влаготеплообработки, которые объединяются в блок из 5 камер. Они предназначены для сушки пиломатериалов мягкими и нормальными режимами до транспортной влажности и мягкими, нормальными и форсированными режимами по II категории качества до влажности 10-12%.

Сушильная камера ЦНИИМОД-32 (типовой блок из 5 камер) с продольно-зигзагообразной реверсивной циркуляцией предназначена для предприятий с объемом переработки пиломатериалов до 30 тыс.м<sup>3</sup> в год по III категории качества сушки.

Кроме мощных высокопроизводительных сушильных камер непрерывного действия, применяемых для массовой сушки товарных пиломатериалов, на лесозаготовительных предприятиях для сушки пиломатериалов и черновых заготовок применяются сушильные камеры непрерывного действия с объемами разовой загрузки в несколько десятков кубометров. К камерам такого типа относятся однопутные камеры с поперечной загрузкой и прямолинейной противоточной циркуляцией агента сушки БСК-3; БСК-4,5ГВ; БСК-6,5 производственной мощностью 3000, 4500 и 6500 м<sup>3</sup> пиломатериалов в год соответственно. Сушильные камеры данного типа также объединяются в блоки от 2 до 5 камер в зависимости от требуемых объемов сушки пиломатериалов. Они предназначены для сушки пиломатериалов по III категориям качества в объеме от 3 до 25 тыс.м<sup>3</sup> в год.

#### 1.4. Определение производительности сушильного цеха и потребного количества камер

Определение производительности сушильного цеха и потребного количества камер выполняется в следующей порядке:

- пересчет объема фактического материала, подлежащего сушке, в объем условного;
- определение производительности камер в условном материале;
- определение потребного количества камер.

Продолжительность сушки пиломатериалов, а также производительность сушильных камер зависит от многих факторов: сечения пиломатериалов и породы древесины, начальной и конечной требуемой влажности, применяемого режима, требований к качеству сушки, типа камер и т. д.

Расчет продолжительности сушки производится по методике проф. И.В. Кречетова и заключается в следующем.

В соответствии с нормативными документами (РТМ) все расчёты, связанные с продолжительностью сушки и производительностью сушильных установок, проводятся в единой расчетной единице – условном материале. В качестве этого материала принято считать сосновые обрезные доски сечением 40×150мм, длиной более 1 м, с начальной влажностью 60% и конечной 12%. Этот материал, уложенный на типовые прокладки толщиной 25 мм, должен просыхать соответственно требованиям II категории качества сушки в камерах с поперечной реверсивной циркуляцией воздуха, нормальным режимом, при скорости движения по материалу 1,5 м/с за 3,5 сут., т.е. за 84 ч.

##### *Пересчет объема фактического материала в объем условного*

Объем высушенного или подлежащего сушке пиломатериала заданной спецификации  $\Phi$  пересчитывается в объем условного материала  $У$  (в м<sup>3</sup> усл.) по формуле

$$У = \Phi \frac{\tau_{об.ф} \beta_{усл}}{\tau_{об.усл} \beta_{ф}}, \quad (2)$$

где  $\Phi$  – объем фактически высушиваемого материала, м<sup>3</sup>;

$\beta_{ф}, \beta_{усл}$  - коэффициенты объемного заполнения штабеля фактическим или условным материалом (прил. 6, табл. 6.5 при толщине прокладок 25 мм и среднем коэффициенте заполнения штабеля по длине – 0,85);

$\tau_{об.ф}, \tau_{об.усл}$  - продолжительность одного оборота камеры при сушке фактического или условного материала, сут.

Условный пиломатериал должен высушиваться за 3,5 сут ( $\tau_{об.усл}$ ), т.е. за 84 часа. Учитывая время, необходимое на выгрузку и загрузку материала

ла ( $\tau_{загр} = 0,1$  сут) для камер периодического действия фактическое время сушки  $\tau_{об.ф}$  определяется по следующему выражению:

$$\tau_{об.ф} = \tau_{ф} + \tau_{загр}, \quad (3)$$

где  $\tau_{ф}$  - продолжительность сушки фактического материала, сут.

В соответствии с исходными данными по характеристике пиломатериала и сушильной камеры, условиями сушки, по прил. 6, табл. 6.1, 6.2 и 6.3 вычисляется сумма коэффициентов  $C$ . По этому суммарному значению из прил. 6, табл. 6.4 устанавливается продолжительность сушки  $\tau$ , ч. Проверку расчета можно выполнить по диаграмме (прил. 6, рис. 6.1). Для низкотемпературной сушки ( $t_m=50^0C$  для экспортных пиломатериалов) к сумме  $C$  добавляют 30, а для форсированной сушки из  $C$  отнимают 4 единицы.

Определив значения продолжительности сушки всей номенклатуры специфицированных пиломатериалов, подлежащих сушке в конкретном сушильном блоке, необходимо их фактические объемы ( $\Phi$ ) перевести в объем условных пиломатериалов ( $У$ ). Полученные данные заносятся в табл. 1.1.

Таблица 1.1

Планирование производительности сушильного цеха

Материал	Порода	Размеры (толщина, мм x ширина, мм x длина, м)	Начальная влажность $W_n$ , %	Конечная влажность $W_k$ , %	Категория качества сушки, назначение материала	Заданное количество материалов для сушки $\Phi$ , м <sup>3</sup>	Продолжительность сушки $\tau_{об}$ , ч		Коэффициент объемного заполнения штабеля $\beta$		Объем в условном материале $У$ , м <sup>3</sup>
							$\tau_{об.усл}$	$\tau_{об.ф}$	$\beta_{усл}$	$\beta_{ф}$	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>Итого задано</b>						$\Sigma \Phi$					$\Sigma У$

Примечание. Пиломатериалы, подлежащие сушке, необходимо разделять на обрезные и необрезные, по породам и их размерам.

**Пример 1**

Допустим, сушке подвергаются хвойные обрезные пиломатериалы (сосна) сечением 50x150 мм с начальной влажностью 60% в объеме 2000 м<sup>3</sup>/год. Пиломатериал должен удовлетворять требованиям II категории качества, W<sub>кон</sub> = 12%. Отношение влажности W<sub>нач</sub>/W<sub>кон</sub> = 60/12 = 5. Сушка пиломатериалов осуществляется в установках периодического действия типа ИУ-1в.

*Решение.* Продолжительность сушки ( $\tau$ ) определяется по сумме коэффициентов  $C = \sum K$ . По прил. 6, табл. 6.1, 6.2, 6.3 находятся коэффициенты соответственно  $K_1 = 78$ ;  $K_2 = 34$ ;  $K_3 = 60$ . Сумма коэффициентов  $C = K_1 + K_2 + K_3 = 78+34+60 = 172$ . Для данного значения продолжительность сушки составляет  $\tau = 118 \text{ ч} \approx 4,9 \text{ сут.}$  (прил. 6, табл. 6.4).

Проверим полученное аналитическим путем значение продолжительности сушки графически по диаграмме (Прил. 6, рис. 6.1).

Порядок определения начинаем с абсциссы с обозначением «толщина досок», наше значение равно 50 мм. Далее следуем против часовой стрелки параллельно пунктирным линиям оставшихся квадрантов. Камеры ИУ-1в относятся к типовым реверсивным установкам со скоростью циркуляции сушильного агента 2,3 м/с. На абсциссе «продолжительность сушки» получаем искомое значение, равное 5,0 сут., которое отличается от значения продолжительности сушки, приведенного выше, на 0,1 сут или составляет 2,0%, что вполне допустимо.

Переведем объем пиломатериалов, подлежащих сушке, из фактического значения в условный:

$$U = 2000 \frac{5 \cdot 0,448}{3,5 \cdot 0,484} = 2645 \text{ м}^3 \text{ усл./год.}$$

**Определение производительности камер в условном материале**

Производительность камеры определяется количеством пиломатериалов, которое может быть высушено в ней в течение года. Плановая продолжительность работы камер в течение календарного года с учетом необходимости их периодического ремонта и выходных дней принимается равной 300 суток.

Годовая производительность камеры в условном материале определяется по формуле, м<sup>3</sup> усл.,

$$U_{\text{кам}} = En, \tag{4}$$

где  $E$  – вместимость камеры, м<sup>3</sup>;

$n$  – число оборотов камеры в год (число загрузок).

Вместимость камеры находят по формуле

$$E = \Gamma \beta_{\text{усл}}, \tag{5}$$

где  $\Gamma$  – габаритный объем штабелей в камере, м<sup>3</sup>;



$\beta_{усл.}$  – коэффициент объемного заполнения штабеля условным материалом.

Габаритный объем штабеля вычисляют по формуле

$$G = lbhm, \quad (6)$$

где  $l, b, h$  – соответственно габаритная длина, ширина, высота штабеля, м;  
 $m$  – число штабелей в камере.

Габаритные размеры и число штабелей в камере принимают по паспортным данным.

Число оборотов камеры в год (число загрузок) определяют по формуле

$$n = \frac{300}{\tau_{об.усл}}, \quad (7)$$

где  $\tau_{об.усл}$  – продолжительность одного оборота камеры при сушке условного материала, сут.

Следовательно, годовая производительность сушильной камеры составляет,  $м^3$  усл.

$$Y_{кам} = G\beta_{усл} \cdot \frac{300}{\tau_{об.усл}}, \quad (8)$$

При определении годовой производительности сушильной камеры в условном материале можно пользоваться паспортными данными камеры (прил. 5).

В производственной практике для ориентировочного определения производительности камер периодического действия в условном пиломатериале можно воспользоваться проверенным правилом: при сушке мягким режимом с одного штабель-места нормальных габаритов можно высушить  $1000 м^3$  условных пиломатериалов; при сушке нормальным режимом –  $1500 м^3$  условных пиломатериалов.

### **Пример 2**

Необходимо определить годовую производительность камеры типа ИУ-1в, выраженную в условном пиломатериале по исходным данным примера 1. Имеем:  $l = 6,6$  м;  $b = 1,8$  м;  $h = 2,6$  м – габаритные длина, ширина, высота штабеля,  $m = 1$  – число штабелей в камере.

*Решение.* По формуле (6) определяем габаритный объем всех штабелей в камере

$$G = 6,6 \cdot 1,8 \cdot 2,6 \cdot 1 = 30,89 м^3,$$

Вместимость камеры по формуле (5) составляет

$$E = 30,89 \cdot 0,448 = 14 м^3 \text{ усл.}$$

Коэффициент  $\beta_{усл} = 0,448$  найден по прил. 6, табл. 6.5 для условного материала толщиной 40 мм.

Число оборотов камеры в год (количество проведенных сушек по полному технологическому циклу) находим по формуле (7).

$$n = \frac{300}{3,5} = 86 \text{ кам. обор.}$$

Годовая производительность камеры СПЛК-1 составляет

$$Y_{\text{кам}} = 30,89 \cdot 0,448 \cdot \frac{300}{3,5} = 1186 \text{ м}^3 \text{ усл./год}$$

### **Определение потребного количества камер**

Потребное количество камер определяется по формуле

$$N_{\text{кам}} = \frac{\sum Y}{Y_{\text{кам}}}, \quad (9)$$

где  $\sum Y$  – общий объем условного материала, подлежащего сушке (табл. 1.1),  $\text{м}^3 \text{ усл./год}$ .

Потребное количество камер рекомендуется округлять до целого числа в большую сторону.

### **Пример 3**

Определим потребное количество камер ИУ-1в для сушки пиломатериалов (по исходным данным примеров 1, 2) в объеме условного материала  $2645 \text{ м}^3$ .

$$N_{\text{кам}} = \frac{2645}{1186} = 2,2.$$

Для сушки заданного объема пиломатериалов в цехе необходимо установить три одноштабельные камеры типа ИУ-1в.

## **1.5. Планировка и организация работы сушильного цеха**

Сушильные цеха лесопильных предприятий включают в себя ряд технологических и транспортных участков, устройств и механизмов, расположенных в смежных помещениях различного назначения. Кроме лесосушильных камер к этим участкам относятся площадки для формирования и разборки штабелей, склады сырых и сухих пиломатериалов, транспортные пути (траверсный коридор и т.п.), коридор управления и лаборатория сушильного цеха, служебно-бытовые помещения.

К основным операциям, выполняемым при камерной сушке пиломатериалов, относятся: подача пиломатериалов, подлежащих сушке, на место формирования штабелей; их формирование; загрузка штабелей в камеры и выкатка из них; разборка сушильных штабелей и формирование плотных пакетов; подача сухих пиломатериалов в деревообрабатывающий цех для последующей обработки или на склад готовой продукции. При этом в случае производства на предприятии сухих товарных экспортных пилома-

териалов в технологическом потоке выполняются операции по окончательной торцовке, оценке качества, сортировке и формированию транспортных пакетов, их хранению и последующей отгрузке.

Варианты планировок сушильных участков могут быть различными в зависимости от объемов сушки, типов применяемых камер, способов формирования сушильных штабелей и средств механизации.

В камерах периодического действия с продольной загрузкой пиломатериалов используются штабеля двух типов:

- пакетный (прил. 7, рис. 7.1, а1; а2), формируемый из двух или четырех пакетов, предварительно уложенных вручную или пакетоформирующими машинами;

- единый штабель (прил. 7, рис. 7.1, а3), формируемый целиком вручную или на штабелеформирующей машине.

Размеры сушильных штабелей в таких камерах составляют по ширине обычно 1,8 м, по высоте 2,7-3 м, а по длине 6-6,5 м. Штабель пиломатериалов таких размеров принято называть нормальным. В характеристиках сушильных камер с продольной загрузкой пиломатериалов обычно указывается, сколько нормальных штабелей размещается в камере.

При сушке пиломатериалов в камерах периодического действия фронтального типа штабель пиломатериалов формируется из пакетов с размерами поперечного сечения 1,2×1,2 м и длиной, как правило, равной длине пиломатериалов. Количество пакетов в камере зависит от размеров камеры и длины пиломатериалов.

В камеры непрерывного действия подаются как пакетные штабеля, состоящие из двух пакетов сечением 1,8×1,5 м, так и единые сушильные штабеля сечением 1,8×3 м, а в некоторые камеры и высотой до 5 м.

Размеры пакетов и штабелей должны соответствовать типам сушильных камер. В один штабель укладывают доски только одной породы и одной толщины. По влажности пиломатериалы сортируют на сырые и воздушно-сухие, не смешивая их в одном штабеле. Необрезные доски укладывают комлевыми концами в разные стороны.

Пакетный способ формирования штабелей более производителен и экономичен по сравнению со способом укладки единых штабелей. При пакетном способе предварительно формируют часть штабеля – сушильный пакет. Пиломатериалы в сушильные пакеты укладывают вручную или на специальных пакетоформирующих машинах. Подготовка сушильных пакетов требуемых размеров при ручной укладке может производиться в различных местах, наиболее целесообразно производить ее на сортировочной площадке лесопильного цеха. Сборка сушильного штабеля осуществляется электроталями, автопогрузчиками, кран-балками и т.п.

В камерах периодического действия с фронтальной загрузкой наиболее часто формирование сушильного штабеля из пакетов производится непосредственно в сушильной камере фронтальными погрузчиками путем

последовательной укладки пакетов пиломатериалов, начиная с дальнего конца камеры (прил. 7, рис. 7.2, б). Разборка сушильного штабеля после сушки производится ими же в обратной последовательности.

Формирование единых сушильных штабелей в зависимости от объемов сушки пиломатериалов осуществляется различными способами и оборудованием. При незначительных объемах формирование сушильных штабелей осуществляется вручную. При ручной укладке пиломатериалов в штабель высотой до 3 м для укладки верхней половины штабеля устанавливают эстакады высотой около 1,5 м над уровнем земли (прил. 7, рис. 7.2, в). Плотные пакеты пиломатериалов подают на эстакаду различным грузоподъемным оборудованием – электроталями, автопогрузчиками и т.п.

Основным устройством для формирования и разборки единых сушильных штабелей являются штабельные лифты (прил. 7, рис. 7.2, г). Их применение становится экономически целесообразным в сушильных цехах с годовым объемом от 5 тыс.м<sup>3</sup> и более. Подъемник используется и для разборки штабеля.

На крупных лесопильно-деревообрабатывающих предприятиях формирование единых штабелей, в том числе и высотой до 5 м, производится на специальных автоматизированных линиях непрерывного действия, сушильные штабеля формируются на автоматизированной штабелеформирующей машине ШФМ.

При планировке сушильного цеха должны быть отражены технологические решения механизации не только погрузочно-разгрузочных, но и всех транспортных работ. Для сформированных сушильных штабелей чаще всего используется рельсовый транспорт. В качестве подвижного состава используются трековые вагонетки или вагонетки специального изготовления.

Подача штабелей пиломатериалов в сушильные камеры периодического действия с продольной загрузкой пиломатериалов производится в основном тележками, расположенными на рельсовых путях шириной колеи 1000 мм, но применяются и другие способы подачи штабелей пиломатериалов. Кроме того, сушильные камеры данного типа можно делать проходными, т.е. производить загрузку с одного конца камеры, а выгрузку с противоположного, что в ряде случаев может быть необходимым.

Траверсные тележки, помимо перемещения штабелей вдоль фронта камер, служат для загрузки штабелей и выгрузки их из камер, перемещения внутри камер, передачи на склад сухих пиломатериалов и на разборку. Траверсная тележка движется вдоль фронта сушильных штабелей по трех- или четырехниточному рельсовому пути, уложенному в углублении. Штабель на траверсную тележку закатывают по рельсовому пути, находящемуся на ее платформе. Уровень рельсов этого пути должен соответствовать уровню рельсов камерных путей.

Для разборки пакетных штабелей сухих пиломатериалов, передачи пакетов на склад и размещения на складе чаще всего используются мостовые краны грузоподъемностью не менее 5 т. Со склада сухих пиломатериалов сушильные пакеты передаются в деревообрабатывающие цехи, потребителям или на участки обработки сухих пиломатериалов.

Также для выполнения комплекса транспортно-переместительных операций в сушильном цехе используют кран-балку. Кран-балкой сушильные пакеты укладываются в сушильные штабеля на тележки, предназначенные для подачи пиломатериалов в сушильные камеры или в межоперационный запас сырых пиломатериалов. Также ей производится разборка сушильных штабелей после сушки, укладка высушенных пиломатериалов на склад для остывания и на тележку для подачи в деревообрабатывающий цех.

Размеры участка или цеха камерной сушки определяются исходя из принятого числа сушильных камер и площадей, необходимых для создания межоперационных запасов сырых и высушенных пиломатериалов, размещения рельсовых путей, мест разборки и формирования пакетов пиломатериалов, служебных помещений и т.п.

Сушильные камеры, производящие сухие пиломатериалы для дальнейшей собственной переработки, целесообразно размещать рядом или непосредственно в производственном здании деревообрабатывающего цеха с тем, чтобы исключить резкое охлаждение пиломатериалов после сушки и возможность их увлажнения атмосферными осадками во время перевозки.

Для составления схемы технологического потока по сушке пиломатериалов используют типовые проекты и другие планировочные решения [1, 2], прил. 7, рис. 7.3, 7.4, при этом рекомендуется пользоваться условными обозначениями основных элементов, приведенных в пособии [2].

### **1.6. Потребность в оборудовании и рабочих**

Количество рабочих в сушильном цехе зависит от объемов производства, способа формирования штабелей, а также от характера погрузочно-разгрузочных и транспортных операций.

Количество дежурных сушильщиков (лаборантов, операторов) может устанавливаться из расчета один человек на 10-12 камер.

Количество рабочих, занятых на подаче сушильных пакетов или штабелей в цех, формировании и разборке сушильных штабелей, загрузке и выгрузке материала из камер и на транспортировке сухих пиломатериалов из цеха определяется в зависимости от объема работ и степени их механизации. При определении количества рабочих, занятых на формировании

штабелей, следует руководствоваться данными прил. 7, табл. 7.1. При укладке заготовок потребность в рабочей силе возрастает в 2-2,5 раза.

Число рабочих на погрузочно-разгрузочных и транспортных операциях  $P$  ориентировочно подсчитывается по формуле, чел.:

$$P = \Phi \frac{T_p}{T}, \quad (10)$$

где  $\Phi$  – производительность сушильного цеха в тыс.м<sup>3</sup>/год фактического материала;

$T_p$  – затраты труда в чел.-ч на 1 м<sup>3</sup> пиломатериалов, подлежащих сушке (прил. 7, табл. 7.1);

$T$  – годовой фонд рабочего времени одного человека, принимается равным 2000 ч/год.

Все расчеты по определению потребности в оборудовании и рабочих на каждой операции заносятся в табл. 1.2.

Таблица 1.2

Потребность в оборудовании и рабочих

№ п/п	Наименование операций	Марка оборудования	Сменный объем, м <sup>3</sup>	Число единиц оборудования	Количество человек, обслуживающих рабочее место	Число рабочих, чел.	
						в смену	в сутки
	<b>Итого:</b>						

## 2. Технология деревообрабатывающего производства

### 2.1. Общие сведения

На предприятиях лесного комплекса кроме цехов по первичной переработке круглого леса (лесопильных, шпалорезных, тарных и т.п.) в последнее время в силу целого ряда объективных факторов (переход к рыночным отношениям, высокие железнодорожные тарифы, необходимость создания новых рабочих мест и др.) внедряются отдельные виды деревообрабатывающих производств, в которых в качестве сырья используются главным образом пиломатериалы, являющиеся продукцией собственных цехов по переработке круглого леса.

Для большинства предприятий лесного комплекса, имеющих деревообрабатывающие производства, характерны следующие специфические особенности:

- сравнительно ограниченные по объему и номенклатуре ресурсы сырья для организации деревообрабатывающих производств. Главным образом, это различного вида пиломатериалы, выпускаемые непосредственно на предприятии;

- отсутствие необходимости в специализированных и автоматизированных линиях и потоках для массового производства продукции узкой номенклатуры, а ориентация на использование универсального технологического оборудования общего назначения, позволяющего выпускать широкий ассортимент изделий;

- необходимость ориентации на максимально возможную независимость деревообрабатывающего производства от покупных материалов, комплектующих и т.п.

Обычно в связи с вышеперечисленными факторами в деревообрабатывающих цехах на этих предприятиях преобладают механические виды обработки древесины такие, как раскрой пиломатериалов на заготовки, получение фрезерованных деталей для строительства, изготовление различных столярно-строительных изделий, простой мебели. Иногда применяют и более сложные виды: прессование, склеивание, нанесение лакокрасочных покрытий.

Производственные процессы в большинстве случаев относятся к мелкосерийному типу с использованием универсального технологического оборудования, на котором выполняются различные комплексные операции по механической обработке древесины.

Технологический процесс изготовления изделия делится на ряд этапов или стадий: сушка пиломатериалов, раскрой пиломатериалов на черновые заготовки, механическая обработка черновых заготовок (получение чистовых заготовок), механическая обработка чистовых заготовок (получение деталей), сборка деталей в сборочные единицы, механическая обработка

сборочных единиц, сборка сборочных единиц в изделие, отделка деталей и сборочных единиц или собранного изделия.

В зависимости от вида изделий, объема производства возможны различные варианты организации технологического процесса. Изделия могут выпускаться неполной заводской готовности, без отделки, упаковки, окончательной сборки. Количество и состав выполняемых технологических операций определяются видом и сложностью изделий, организацией технологического процесса на предприятии.

При разработке технологических процессов в качестве исходных используются следующие данные:

- рабочие чертежи изделий, сборочных единиц, деталей;
- спецификация деталей и сборочных единиц;
- требования к сборочным единицам и деталям по точности и качеству обработки;
- техническое описание изделий;
- производственная программа выпуска изделий;
- техническая характеристика оборудования и режущего инструмента;
- характеристика исходных материалов;
- типовые режимы обработки, склеивания, сборки и т.д.;
- различные справочные и нормативные материалы по точности обработки, нормированию расхода сырья и материалов, технические условия, стандарты и т.п.:
- режим работы предприятия;
- планировка существующих производственных площадей для размещения технологического оборудования;
- направление грузопотоков по территории предприятия (расположение складов сырья, сушильного хозяйства, складов готовой продукции и т.п.).

### **2.2. Характеристика сырья**

Пиломатериалы, предназначенные для раскроя на заготовки, подразделяются:

- по степени обработки – на обрезные, необрезные и с одной обрезной кромкой;
- по сечению – сечение совпадает с сечением вырабатываемых заготовок; сечения – кратные по толщине или ширине соответствующему размеру заготовок, сечение, не совпадающее с сечением заготовок;
- по качеству древесины – качество древесины пиломатериалов совпадает с качеством древесины заготовок, качество пиломатериалов ниже качества заготовок;



- по влажности древесины – пиломатериалы сырые, сухие (влажность древесины пиломатериалов и заготовок совпадает).

Для изготовления *профильных деталей* используется древесина хвойных и некоторых лиственных пород (береза, осина, дуб, бук). Для изготовления длинных и широких заготовок и профильных деталей используют, как правило, обрезные пиломатериалы.

В древесине деталей не допускаются пороки и дефекты, превышающие нормы, указанные в технических требованиях.

Влажность древесины деталей должна быть, %:

- эксплуатируемых внутри помещений  $12 \pm 3$ ;
- эксплуатируемых снаружи помещений  $15 \pm 3$ .

По согласованию с организациями влажность древесины деталей, поставляемых в розничную торговлю, допускается устанавливать до 20%. Влажность древесины заделок должна быть на 3% ниже влажности древесины деталей.

Исходным сырьем для производства фрезерованных деталей служат пиломатериалы, отвечающие требованиям соответствующих ГОСТ.

Пиломатериалы, поступающие на обработку, имеют согласно ГОСТ 8486-86 допускаемые отклонения по толщине и ширине в следующих пределах, мм:

- толщина и ширина досок: от 13 до 22, от 40 до 100 свыше 100
- допускаемые отклонения:  $\pm 1$ ,  $\pm 2$ ,  $\pm 3$ .

Для производства *столярно-строительных изделий* используются преимущественно хвойные пиломатериалы. В качестве основного конструкционного материала при изготовлении окон и дверей должна применяться древесина сосны, ели, пихты, лиственницы. Кроме этого, используются древесные плиты, фанера, клеевые и лакокрасочные материалы, стекло, дверные приборы, крепежные элементы и другие материалы и изделия. На изготовление столярно-строительных изделий по объему расходуется около 75 % толстых и высококачественных пиломатериалов 1-го – 2-го сортов.

Влажность древесины должна быть  $12 \pm 3\%$  для коробок наружных дверей и окон и  $9 \pm 3\%$  для оконных створок, форточек, коробок внутренних дверей, дверных полотен.

При изготовлении *мебели из массивной древесины* используются пиломатериалы хвойные обрезные или необрезные влажностью  $8 \pm 2\%$ .

На лесных складах предприятий лесного комплекса при наличии в эксплуатируемых лесонасаждениях лиственных и низкокачественных хвойных древостоев организуются лесообрабатывающие цехи, перерабатывающие это сырье. К таким видам обработки относится *паркетное производство*, а также выпуск различного вида *товаров народного потребления и промышленного назначения*.

В качестве сырья для переработки используются не находящая сбыта низкокачественная и тонкомерная древесина, кусковые отходы лесопильно-шпалорезных и других цехов. Наибольший удельный вес имеет переработка древесины мягколиственных пород. В ряде случаев на производство товаров народного потребления используют древесину твердолиственных пород.

В соответствии со стандартом *паркетные щиты* можно изготавливать из березы, осины и древесины хвойных пород. Влажность древесины щитов должна быть не более  $8 \pm 2\%$ . Сырьем для цеха по производству паркетных изделий являются заготовки длиной 1,3 м, полученные из необрезных лиственных пиломатериалов, высушенных до влажности ( $8 \pm 2\%$ ). Размеры заготовок  $65 \times 33$  мм для щитов толщиной 27 мм и  $65 \times 22$  мм для щитов толщиной 16 мм.

### **2.3. Номенклатура и характеристика готовой продукции. Производственная программа выпуска изделий**

В лесообрабатывающих цехах в зависимости от конкретных природных, организационных, производственных и других факторов (характеристика эксплуатируемого лесосечного фонда, спроса на рынке, наличие потребителей и заказчиков продукции и т.п.) выполняются все или только какая-то часть необходимых технологических операций и выпускается различного вида готовая продукция:

- в результате раскроя сухих пиломатериалов – черновые заготовки по спецификациям заказчиков;
- чистовые заготовки и готовые фрезерованные профильные детали (доски пола, обшивка, плинтусы и т.п.);
- столярно-строительные изделия неполной заводской готовности без их окончательной отделки (лакирование, покраска и т.п.) и сборки;
- готовые сборные столярно-строительные изделия с окончательной отделкой.

*Заготовками* называют отрезки древесных материалов определенных размеров и форм, из которых в дальнейшем при механической обработке получают детали. При раскрое материалов получают черновые заготовки, которые могут быть одинарными или кратными. Одинарная заготовка имеет размеры, позволяющие получить из нее только одну деталь. Из кратной заготовки можно получить несколько деталей по ширине или длине и реже по толщине. Кратные заготовки бывают для деталей длиной менее 500 мм и шириной менее 50 мм. Размеры заготовки и требования, предъявляемые к ним, регламентируются ГОСТ 9685-61 и ГОСТ 7897-83.

Заготовки из пиломатериалов подразделяются на брусковые и досковые. В брусковой заготовке ширина не больше двойной толщины, а в

досковой – ширина больше двойной толщины. Заготовки из плит и фанеры называют щитовыми заготовками.

Размеры черновой заготовки всегда больше размеров детали. Разность между размерами заготовки и размерами получаемой из нее детали называется припуском на обработку. Заготовки из пиломатериалов должны иметь припуски по толщине, ширине и длине, потому что при изготовлении деталей они обрабатываются со всех сторон. Операционные припуски на механическую обработку пиломатериалов и заготовок регламентированы ГОСТ 7307-75. Обычная величина припусков по толщине и ширине зависит от породы древесины, вида и размеров детали, требуемой чистоты поверхности и колеблется от 2 до 8 мм, по длине припуск дается 15...25 мм.

Из пиломатериалов, обработанных на продольно-фрезерных станках, получают *фрезерованные детали*. По степени обработки в зависимости от числа обработанных сторон материала различают детали:

- фрезерованные с четырех сторон, у которых обе пласти будут лицевые, а обе кромки обеспечивают плотное смыкание по всей длине;
- фрезерованные с трех сторон, у которых обработана только одна лицевая пласт, а обе кромки обеспечивают плотное смыкание по всей длине;
- фрезерование с двух сторон, у которых обработаны обе пласти или обе кромки;
- фрезерованные с одной стороны, у которых обработана только одна пласт.

Основными потребителями фрезерованных деталей являются строительная промышленность, вагоностроение, автостроение, сельскохозяйственное машиностроение, тарная и другие отрасли. Фрезерованные детали могут быть разнообразных размеров, профилей и сортов (прил. 8, рис. 8.1).

Наибольший объем фрезерованных деталей используется в строительстве зданий, где применяют различные детали из древесины: наличники, плинтусы, раскладки, доски для полов, поручни для металлических перил, обшивки и т.п. В прил. 8, рис 8.1 показаны основные виды выпускаемых профильных деталей для строительства и размеры их поперечного сечения.

Размерами фрезерованных деталей считают те стандартные размеры, которые они имели до фрезерования. Это размеры номинальные в отличие от фактических размеров фрезерованных деталей. Разница между номинальными и фактическими значениями по сечению материала зависит от величины снимаемого слоя при фрезеровании и называется припуском на фрезерование. Величина этих припусков установлена ГОСТ 7307-75 «Детали из древесины и древесных материалов. Припуски на механическую обработку» и колеблется от 1,5 до 10 мм в зависимости от породы, размеров пиломатериалов по толщине и ширине и требуемого качества фрезерования.

Размеры и качество деталей должны соответствовать требованиям ГОСТ 8242-88 «Детали профильные из древесины и древесных материалов для строительства».

Доски для покрытия полов изготавливают толщиной 21 и 27 мм для полов жилых зданий и толщиной 34 мм для устройства полов промышленных зданий, физкультурных помещений. Ширина досок 68, 78, 88, 118 и 138 мм. Кроме досок для покрытия полов применяют бруски толщиной 27 мм, шириной 35, 45 и 55 мм.

Поручни для перил по форме и размерам изготавливают двух типов: шириной 54 и 74 мм, толщиной 26 и 44 мм.

Наличники имеют толщину 13 мм. Ширина наличников 1-го типа 34, 44, 54 и 74 мм, 2-го типа 34, 44 и 54 мм.

Плинтусы в зависимости от профиля выпускаются четырех типов: 1-го типа шириной 44 и 54 мм и толщиной 16 мм; 2-го типа толщиной 44, 54 и 19 мм; 3-го типа размером 25 на 25 мм; 4-го типа размером 36 на 36 мм. Возможны другие размеры и сечения.

Раскладки для оформления кромок рамок могут быть двух типов: с трапецеидальным и закругленным профилями. Размеры сечения раскладок 1-го типа 19×13 мм, 2-го типа 24×19 мм. Профиль определяется применяемым инструментом.

Обшивка для наружной и внутренней облицовки стен, перегородок, потолков и других строительных конструкций имеет толщину 13 и 16 мм, ширину 45...120 мм. Декоративный профиль на лицевой поверхности может быть любым в зависимости от профиля фрезы.

К профильным деталям относятся и подоконные доски толщиной 34 и 42 мм, шириной 144...450 мм, склеенные из брусков по кромке.

В связи с широким развитием индивидуального строительства при выполнении частных заказов, а также при реконструкции и ремонте возможно изготовление профильных деталей других размеров, профилей и сечений.

Длины деталей устанавливают по спецификации по согласованию изготовителя с потребителем с прирезкой по длине под углом 90° или 45°.

При отсутствии спецификации детали изготавливают следующих длин, мм:

подоконные доски ... 700, 850, 1000, 1300, 1450, 1600, 1900, 2200,  
2500, 2800 (размеры рекомендуемые);

остальные детали ... от 2100 и более.

Шероховатость фрезерованных поверхностей деталей регламентируется ГОСТ 7016-82. Детали из древесины изготавливают цельными или клееными по длине и сечению.

Детали поставляют без отделочного покрытия, с прозрачной и непрозрачной отделкой лицевых поверхностей лакокрасочными и защитно-декоративными материалами. Доски для покрытия полов со стороны

нижней пласти и подоконные доски в местах примыкания к стенам должны быть антисептированы.

К *столярным* относятся изделия, изготовленные из древесины и древесных материалов путем обработки основных деталей резанием с последующим их соединением в сборочные единицы. Основными видами столярных изделий являются изделия строительного назначения (оконные и дверные блоки, перегородки, доски пола, паркетные изделия и т.п.), а также мебель.

Все столярные изделия состоят из отдельных различных деталей. Основные сборочные единицы показаны в прил. 8, рис 8.3. При сборке изделий применяются различные соединения. Столярные соединения выполняются согласно ГОСТ 9330-76, их описание и типы даются в технической литературе. Наибольшее распространение получили шиповые соединения (прил. 8, рис 8.4).

Столярно-строительные изделия производятся в соответствии с техническими требованиями (шероховатость поверхности, требуемая влажность, допуски и посадки и др.), которые регламентируются специальными ГОСТами и техническими условиями. Размеры и конструкции оконных и дверных блоков определяются размерами строительных проемов, требованиями тепло- и звукоизоляции, архитектурными, технологическими и др.

*Оконные и дверные блоки* имеют различную конструкцию и классифицируются по следующим основным признакам: назначению, конструкции, количеству полотен и створок, направлениям и способам открывания, наличию остекления, виду отделки. Типы, размеры и конструкции дверей и окон, а также области их применения устанавливаются ГОСТ.

Нелицевые поверхности коробок окон и дверей должны быть антисептированы или окрашены. Отделочные покрытия окон и дверей должны быть антисептированы или окрашены. Отделочные покрытия окон и дверей могут быть прозрачными или непрозрачными по согласованию с заказчиком.

Основными конструктивными элементами оконных блоков являются коробки, обычно состоящие из двух частей, наружной и внутренней, которые соединяются гвоздями, и створки, форточки, фрамуги, которые могут открываться как вправо, так и влево относительно вертикальной оси и вверх или вниз – относительно горизонтальной. Для повышения тепло- и звукоизоляции окон вместо стекол используются одно- или двухкамерные стеклопакеты.

Дверные блоки состоят из коробки и дверного полотна. Коробки внутренних дверей могут быть без порога. Дверные полотна изготавливают щитовой и филенчатой конструкции. Вместо филенок могут устанавливаться различные стекла или зеркала.

Из всех видов изделий, изготавливаемых из древесины и древесных материалов, *мебель* имеет наиболее широкую номенклатуру: мебель для сидения, лежания, отдыха (стулья, кресла, диваны, кровати, банкетки, скамейки), работы и приема пищи (столы, тумбы), для хранения вещей (шкафы, тумбы и т.п.) и т.д. Мебель может выпускаться наборами и в виде отдельных изделий для жилых и административно-общественных помещений. По конструкции мебель может быть брусковой (столы, табуретки, стулья, скамейки, каркасы мягкой мебели и т.д.) и корпусной или щитовой (всевозможные шкафы). Основными конструктивными элементами мебели являются рамки, коробки и щиты, а также отдельные брусковые детали.

Для устройства *паркетных полов* в жилых и общественных зданиях выпускаются паркетные изделия. Их размеры, типы и конструкции устанавливаются ГОСТ.

Основные виды столярно-строительных изделий показаны в прил. 8.

*Товары народного потребления* из древесины подразделяются на изделия хозяйственного, культурно-бытового и спортивного назначения. Принадлежности для кухни, столовой, ванной, туалета, садово-огородный инвентарь, ручки для инструментов, емкости для хранения провианта, пчелиные ульи, парниковые рамы и столярные инструменты образуют наиболее широкую группу товаров массового спроса для хозяйственного обихода. К изделиям культурно-бытового назначения относят сувениры, игрушки, школьно-письменные принадлежности, мебель малых форм. Группу изделий из древесины спортивного назначения образуют гимнастические снаряды и принадлежности для различных видов спорта.

Объем производственной программы в случае проектирования нового цеха задается исходя из объемов имеющегося сырья и спроса на рынке на ту или иную продукцию.

Уточнение производственной программы производится обычно после расчета загрузки оборудования и возможности размещения его в цехе. Если основное ведущее оборудование оказывается загруженным не полностью, следует увеличить программу. Количество остального оборудования при этом соответствующим образом корректируется.

Производственная программа цеха представляется в табл. 2.1.

Таблица 2.1

Производственная программа цеха

Вид изделия	Норма расхода пиломатериалов, м <sup>3</sup>	Выпуск изделий,		
		в год	в месяц	в смену

## 2.4. Способы и схемы раскроя пиломатериалов

Существует несколько способов и схем раскроя древесных материалов на заготовки. Раскрой материалов может быть *групповым* и *индивидуальным*. При групповом способе все пиломатериалы раскраивают по одной и той же схеме. Он применяется тогда, когда качество распиливаемого материала совпадает с качеством вырабатываемых заготовок или их размеры небольшие. При индивидуальном раскрое для каждой доски выбирают наиболее выгодную схему в зависимости от качества древесины и расположения пороков. Такой способ раскроя затрудняет механизацию работ, повышает трудозатраты, но при невысоком качестве раскраиваемого материала он повышает выход качественных заготовок по сравнению с групповым на 5...7%.

Выход заготовок во многом зависит от применяемой схемы раскроя. Различают три принципиальные схемы раскроя пиломатериалов на прямолинейные заготовки.

1) Продольно-поперечный раскрой. По этой схеме доску сначала распиливают вдоль на ширину брусков, равную ширине заготовок, затем их торцуют на отрезки заданной длины, равной длине заготовок, удаляя при этом недопустимые пороки древесины. Эта схема дает хорошие показатели по выходу заготовок, особенно длинных. Однако для размещения оборудования по этой схеме требуются значительные площади, так как на обеих операциях работают с длинными досками.

2) Поперечно-продольный раскрой. Сначала распиливают доску поперек на отрезки, равные по длине той или иной заготовки, вырезая при этом по всей ширине доски пороки, недопустимые в заготовках. Затем отрезки распиливают вдоль на заготовки нужной ширины. Эта схема пока имеет наибольшее распространение в промышленности, хотя выход заготовок, особенно длинных, будет несколько меньше, чем в первой, за счет больших отходов здоровой древесины вместе с удаляемыми пороками.

3) Комбинированный раскрой. При раскрое по этой схеме доску сначала распиливают поперек без вырезки пороков. При этом стремятся получить наиболее длинные отрезки. Затем отрезки распиливают вдоль на заготовки нужной ширины. Имеющиеся недопустимые пороки в некоторых заготовках вырезают при дополнительной торцовке или продольной распиловке заготовок. При правильном применении третья схема позволяет получить высокий выход заготовок.

Нормативный процент выхода заготовок из пиломатериалов приведен в прил. 9, табл. 9.1. Он зависит от ряда факторов: породы древесины, вида пиломатериалов (обрезные, необрезные), сорта пиломатериалов, схем раскроя и назначения самих заготовок. Ориентировочный баланс раскроя пиломатериалов на заготовки приведен в прил. 9, табл. 9.2.

Основная масса вырабатываемых пиломатериалов (50-65%) поступает на производство столярно-строительных изделий. Выход заготовок для этих изделий из обрезных хвойных пиломатериалов, а также укрупненный состав и размерно-качественная характеристика заготовок для столярно-строительных изделий приведены в прил. 9, табл. 9.3, 9.4.

При определении схемы раскроя пиломатериалов необходимо составить баланс древесины (табл. 2.2).

Таблица 2.2

Баланс древесины при раскрое пиломатериалов на заготовки

Характеристика пиломатериалов и способы раскроя	Распределение выхода и потерь, %				
	заготовки	опилки	дефектные места	несоотв. длины	несоотв. ширины
<u>Обрезные доски:</u> - поперечно-продольный раскрой; - продольно-поперечный раскрой <u>Необрезные доски:</u> - поперечно-продольный раскрой; - продольно-поперечный раскрой					

## 2.5. Этапы изготовления изделия и выбор технологического оборудования для их выполнения

Технологический процесс изготовления изделия делится на ряд этапов или стадий: сушка пиломатериалов, раскрой пиломатериалов на черновые заготовки, механическая заготовка черновых заготовок (получение чистовых заготовок), механическая обработка чистовых заготовок (получение деталей), сборка деталей в сборочные единицы, механическая обработка сборочных единиц, сборка сборочных единиц в изделие, отделка деталей и сборочных единиц или собранного изделия.

Последовательность и состав стадий может изменяться в зависимости от вида и конструкции изделия, применяемых материалов.

Например, технологический процесс изготовления фрезерованных деталей из сухих пиломатериалов состоит из следующих этапов:

1) раскрой пиломатериалов на черновые заготовки (продольный и поперечный раскрой);



- 2) механическая обработка черновых заготовок с целью получения чистовых заготовок (профильное фрезерование по сечению);
- 3) механическая обработка чистовых заготовок;
- 4) склеивание заготовок;
- 5) повторная обработка;
- 6) упаковка.

Технологический процесс изготовления столярно-строительных изделий состоит из следующих этапов:

- 1) раскрой пиломатериалов на заготовки;
- 2) первичная механическая обработка черновых заготовок по сечению и длине и получение чистовых заготовок;
- 3) вторичная обработка брусков коробок, створок и т.д;
- 4) склеивание щитов для филенок дверей, стенок и полок шкафа и их обработка;
- 5) сборка створок, форточек, полотен дверей и коробок, рамок дверей шкафа;
- 6) повторная обработка рамочных элементов шкафа, дверей, щитов и коробок;
- 7) нанесение защитно-декоративного покрытия;
- 8) установка фурнитуры и окончательная сборка окон, дверей, мебели;
- 9) упаковка.

Оборудование для выполнения технологических операций выбирается с таким расчетом, чтобы необходимая обработка деталей была выполнена при наименьших трудозатратах, экономном использовании материалов и обеспечении требуемой точности и необходимого качества обработки. Определяющим фактором является производственная программа, характер и ассортимент выпускаемой продукции.

В условиях изготовления широкого ассортимента изделий в небольшом объеме требуется многократная перенастройка оборудования. Поэтому более целесообразно использовать универсальное оборудование, которое хотя и не отличается высокой производительностью, но может быть легко перенастроено для выполнения многих технологических операций для различных изделий. Обработка в таких случаях ведется партиями однотипных деталей и сборочных единиц по упорам, направляющим, шаблонам и другим приспособлениям.

На лесообрабатывающих предприятиях применяется широкий парк оборудования для обработки древесины. В пособии [1], прил. 10 приведены характеристики основного технологического оборудования для обработки древесных материалов.

## 2.6. Расчет производительности оборудования

Технологическая производительность выбранного оборудования определяется расчетом исходя из конструктивных характеристик оборудования и оптимальных технологических режимов механической обработки, склеивания, сборки и т.п. Условия работы оборудования в располагаемом фонде времени, например в течение 8 часов, учитываются при расчете производительности соответствующими коэффициентами использования рабочего ( $K_{\partial}$ ) и машинного ( $K_{м}$ ) времени. Значения этих коэффициентов принимаются по справочным данным.

Ведущим оборудованием в цехах по изготовлению профильных фрезерованных деталей являются четырехсторонние продольно-фрезерные станки, скорость подачи на которых может регулироваться бесступенчато от 8 до 60 м/мин.

Скорости подачи на других станках должны быть согласованы со скоростью подачи четырехстороннего станка, чтобы обеспечить его равномерную загрузку, избежать простоев отдельных станков или завалов полуфабрикатов, а также снижения межоперационных запасов.

В цехах по изготовлению оконных и дверных блоков производственную программу рассчитывают по производительности сборочных вайм или прессов для склеивания филенок из массивной древесины для дверей. Определяющим параметром производительности вайм и прессов является продолжительность цикла сборки или склеивания, марки клея, применяемого оборудования и т.д. Производительность других станков подстраивается под производительность ваймы или пресса, чтобы обеспечить равномерность загрузки всего оборудования. Высокопроизводительные станки на участках раскроя, профильного фрезерования и других часто дозагружают обработкой других видов изделий. В процессе производственной деятельности предприятия могут осуществлять корректировку ассортимента изделий и объема их выпуска.

В пособии [1], прил. 11 приведены формулы и основные параметры для расчета производительности некоторых деревообрабатывающих станков, а также даны примеры расчета для условной детали.

При разработке технологического процесса рассчитывается производительность всех станков, занятых в процессе обработки деталей и сборочных единиц, начиная с раскроя материалов и заканчивая сборкой и отделкой.

## 2.7. Расчет эффективного фонда времени работы оборудования и норм времени на обработку деталей и сборочных единиц

**Эффективный годовой фонд времени ( $T_{эф}$ ) работы оборудования** определяется по формуле:

$$T_{эф} = T_{ном} - T_{рем},$$

где  $T_{ном}$  – номинальный годовой фонд, ч;

$T_{рем}$  – время простоев оборудования в связи с его капитальным ремонтом, ч.

Номинальный годовой фонд времени определяется по формуле, ч:

$$T_{ном} = (Г - В - П) m p,$$

где  $Г$  – количество календарных дней в году;

$В$  – количество воскресных и субботних дней в году;

$П$  – количество праздничных дней в году;

$m$  – количество смен работы оборудования в сутки;

$p$  – продолжительность рабочей смены, ч.

Время на капитальный ремонт станка определяется в зависимости от его ремонтной сложности по формуле:

$$T_{рем} = \frac{KH}{a_{cp}},$$

где  $K$  – категория ремонтной сложности станка (прил. 12);

$H$  – норма простоя на одну ремонтную единицу при работе бригады в 3 человека в две смены, 13 ч;

$a_{cp}$  – средний период капитального ремонта станка, 5 лет.

Эффективный фонд времени технологического оборудования при работе в одну смену составляет около 2000 ч, при двухсменной работе – 4000 ч.

### **Норма времени на обработку деталей и сборочных единиц**

Норма времени – это затраты времени, установленные для производства одной детали, сборочные единицы или изделия на конкретном станке. Техническая производительность станка и норма времени на обработку деталей находятся в обратно пропорциональной зависимости.

Норма времени на деталь определяется по формуле:

$$t_{он} = \frac{T_{см}}{П_{см}},$$

где  $t_{он}$  – норма времени на изготовление одной детали, мин/дет;

$T_{см}$  – продолжительность смены,  $T_{см} = 480$  мин;

$П_{см}$  – производительность станка в смену, шт.

Норма времени на изделие ( $T_{он}$ ) определяется по формуле:

$$T_{он} = t_{он}n,$$

где  $T_{on}$  – время на изготовление одинаковых деталей изделия на данном станке, мин/изд;

$n$  – количество одинаковых деталей в изделии, шт.

Затраты времени на изготовление 1000 изделий рассчитываются в станко-часах и вносятся в схему технологического процесса изготовления соответствующего изделия:

$$T_{1000} = \frac{T_{on} 1000}{60}.$$

По результатам расчета  $T_{1000}$  определяются суммарные затраты времени на изготовление всех деталей и сборочных единиц тысячи изделий на данном станке и по всему технологическому процессу.

Трудоемкость обработки изделия на данном станке определяется умножением нормы времени на изделие ( $T_{on}$ ) на количество рабочих, обслуживающих этот станок. Суммируя затраты времени в человеко-часах по всем станкам, участвующим в технологическом процессе изготовления изделия, получают общую трудоемкость.

## 2.8. Расчет расхода основных и вспомогательных материалов

В производстве изделий из пиломатериалов в зависимости от вида выпускаемой продукции используется широкая номенклатура основных и вспомогательных материалов. К основным относят материалы, входящие в том или ином виде в состав изделия (лесоматериалы, клей, краски, комплектующие изделия и т.п.). К вспомогательным относятся те материалы, которые хотя и являются необходимыми в процессе изготовления изделия, но в состав последних не входят (шлифовальные шкурки, обтирочные материалы и т.п.).

Расчет материалов ведется отдельно по каждому виду.

### *Расчет расхода пиломатериалов*

При раскросе и механической обработке древесных материалов различают:

- выход черновых заготовок при раскросе – отношение объема полученных заготовок к объему раскросенных пиломатериалов, который зависит от качества пиломатериалов и требований к качеству заготовок и может составлять 60...80%, а в среднем принимается 67%;

- окончательный (полезный) выход – отношение объема деталей в изделии к объему затраченных древесных материалов, определяется в процентах.

В табл. 2.3 приведены средние полезные выходы фрезерованных деталей из обрезных хвойных пиломатериалов. Данные приведены с учетом сращивания по длине короткомерных отрезков.

Таблица 2.3

Полезный выход фрезерованных профильных деталей

Детали	Выход деталей, %, из пиломатериалов сортов			
	1	2	3	4
Наличник	63,0	62,5	61,0	52,0
Плинтус	63,0	62,5	61,0	52,0
Обшивка	66,5	66,0	64,5	55,0
Доски пола	77,0	77,0	68,0	58,0
Поручень	64,9	61,4	58,5	54,6

Средний полезный выход в производстве оконных блоков составляет 42...46%, филенчатых дверей – 27...32% при использовании необрезных хвойных пиломатериалов.

Исходными данными для расчета расхода древесных материалов являются:

- чистовые размеры детали: длина, ширина, толщина;
- кратность заготовки по длине, ширине, толщине;
- припуски на усушку и механическую обработку заготовки;
- количество деталей в изделии;
- коэффициент (процент), учитывающий технологические отходы заготовок, который для окон, дверей, фрезерованных деталей составляет 3...5%;
- коэффициент (процент), учитывающий полезный выход заготовок (прил. 9, табл. 9.4). При использовании необрезных пиломатериалов выход увеличивается до 3% за счет использования сбеговой зоны для мелких деталей;
- годовая программа выпуска изделий.

Расчет потребности в материале ведут в обратной последовательности – от детали к сырью:

- определяют по габаритным размерам конкретной детали содержание в ней материала, т.е. определяют объем детали в м<sup>3</sup>;
- устанавливают величину припусков. Она должна учитывать все операции, отражающиеся на габаритных размерах заготовки в процессе превращения ее в чистовую деталь, включая и усушку древесины, если она будет иметь место в процессе производства. С учетом припусков по длине, ширине и толщине определяют размеры заготовок (пиломатериалов);
- устанавливают нормативный процент запаса на технологические потери, с его учетом определяют объем заготовок на изделие;
- определяют, задаваясь процентом полезного выхода заготовок при раскрое, необходимое количество пиломатериалов для изготовления данного вида деталей.

Ответственным этапом такого расчета является установление припусков на обработку. Назначение недостаточных припусков может повлечь за собой большой отпад заготовок за счет непригодности их для изготовления кондиционных деталей. Излишне большие припуски ведут к перерасходу древесины за счет превращения значительной части их в стружку и другие отходы. Необходимая величина припусков на обработку по толщине, ширине и длине заготовки зависит от размеров детали, свойств материала, точности оборудования, технологического процесса и т.д. и определяется по ГОСТ 7307-75 «Детали из древесины и древесных материалов. Припуски на механическую обработку». В прил. 13, табл. 13.1 указаны припуски на фрезерование с двух сторон деталей из древесины хвойных и лиственных пород без предварительного фугования при влажности древесины ( $9 \pm 3\%$ ) со значением параметров шероховатости поверхностей в соответствии с ГОСТ 7016-82: начальной – от 800 до 1200 мкм, конечной – от 60 до 200 мкм. В прил. 13, табл. 13.2 даны припуски на торцевание при изготовлении прирезных заготовок.

Суммируя размеры детали и соответствующие им припуски, получают размеры заготовок.

Для повышения полезного выхода при раскрое необходимо использовать качественные пиломатериалы, применять индивидуальный раскрой и продольно-поперечную схему раскроя. Это позволит увеличить выход заготовок из пиломатериалов первого сорта на 0,4%, второго – на 4%, третьего – на 8%, четвертого – на 5,2%.

Расчет расхода комплектующих (клеевых и лакокрасочных материалов, стекла, фурнитуры и метизов, шлифовальной ленты) представлен в пособии [1].

По итогам расчета количества материалов и комплектующих, необходимых для изготовления столярно-строительных изделий, составляется спецификация, которая может служить заявкой для отдела снабжения предприятия на исходные материалы (табл. 2.4).

Таблица 2.4

Спецификация материалов

№ п/п	Наименование материалов	Единица измерения	Количество
1	2	3	4
1	Пиломатериалы необрезные ГОСТ 8486-86 сорт 1, 2, 3-й	м <sup>3</sup>	
2	Пиломатериалы обрезные ГОСТ 8486-86 сорт 1, 2, 3-й	м <sup>3</sup>	
3	Карбамидоформальдегидная смола, ГОСТ 14231-88	кг	

Окончание табл. 2.4

1	2	3	4
4	Щавелевая кислота	кг	
5	Поливинилацетатная дисперсия	кг	
6	Олифа «Оксоль»	кг	
7	Стекло ГОСТ 111-78	м <sup>2</sup>	
8	Шлифовальная лента № 25-16	м <sup>2</sup>	
9	ГОСТ 5009-82 № 12-10	м <sup>2</sup>	
10	Шурупы 3-4×25, ГОСТ 1145-80	кг	

### 2.9. Составление схемы технологического процесса, расчет необходимого количества оборудования и его загрузки

Для наглядного представления о всем технологическом процессе изготовления деталей и сборочных единиц и расчета количества оборудования составляется схема технологического процесса (табл. 2.5), которая показывает последовательность выполнения технологических операций над исходными материалами с целью получения готовых изделий. Схема показывает также порядок расстановки оборудования для обеспечения прямооточности технологических потоков.

В каждой строке схемы вписывается наименование той или иной детали или узла. В заголовках граф указываются наименования операций и оборудования для их выполнения.

Против наименования деталей вдоль строки в местах пересечения с колонками, где указаны операции, выполняемые над этими деталями, ставятся кружки. Это обозначает, что над деталью или сборочной единицей, наименование которой написано в данной строке, выполняется технологическая операция на станке, название которого указано в этой колонке. В кружке проставляется время на изготовление 1000 деталей в станко-часах ( $T_{1000}$ ), определенное исходя из производительности данного станка при обработке конкретной детали или сборочной единицы. Кружки в той же последовательности, что и выполняемые операции, соединяются между собой прямыми линиями, указывающими на перемещение деталей и сборочных единиц от одного станка к другому. К операциям, обозначающим сборку (склеивание щитов, рамок, коробок), подводят несколько линий: от каждой, входящей в сборочную единицу детали, по одной линии. От собранного элемента затем ведут одну линию. Необходимое количество станко-часов на изготовление 1000 изделий для выполнения каждой технологической операции для всех элементов изделия определяется суммированием времени в каждой колонке. Затем определяется время на изготовление годовой программы выпуска каждого изделия и всего объема производства ( $T_{год}$ ) по каждому станку.

Схема технологического процесса изготовления изделий

№ п/п	Наименование изделия	Технологические операции									
		Раскрой поперечный	Раскрой продольный	Фугование пласти, кромки	Фрезерование по сечению	Торцевание чистовое	Заделка сучков, дефектов	Шпатлевание дефектов	Фрезерование шипов и проушин	Фрезерование шипов и проушин	Фрезерование гнезд под импост
		Оборудование									
		ЦМЭ-3Б ЦПА-40М ЦКБ-40-01	ЦДК5-3 ЦДК4-3	СФ4-1Б С2Ф4-1	С25-5А С25-4-2М	ЦМЭ-3Б Ц6-2 ЦПА-40М	СВА-3	Рабочее место	ШД10-8 ШД16-8	ФСШ-1А ШО16-4	СВПА-2 СВПГ-2А
	<b><i>Дверной блок ДГ21-9</i></b>										
1.	Коробка	○*	○	○	○	○	○	○	○	○	
2.	Дверное полотно	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	Потребное количество станко-часов на 1000 изделий	$T_{1000}^1$	$T_{1000}^2$	$T_{1000}^3$	$T_{1000}^4$	$T_{1000}^5$	$T_{1000}^6$	$T_{1000}^7$	$T_{1000}^8$	$T_{1000}^9$	$T_{1000}^{10}$
	Потребное количество станко-часов на годовую программу	$T_1$	$T_2$	$T_3$	$T_4$	$T_5$	$T_6$	$T_7$	$T_8$	$T_9$	$T_{10}$
	Эффективный фонд времени работы оборудования, станко-часов	$T_{эф.1}$	$T_{эф.2}$	$T_{эф.3}$	$T_{эф.4}$	$T_{эф.5}$	$T_{эф.6}$	$T_{эф.7}$	$T_{эф.8}$	$T_{эф.9}$	$T_{эф.10}$
	Расчетное количество станков	$n_{расч}^1$	$n_{расч}^2$	$n_{расч}^3$	$n_{расч}^4$	$n_{расч}^5$	$n_{расч}^6$	$n_{расч}^7$	$n_{расч}^8$	$n_{расч}^9$	$n_{расч}^{10}$
	Принятое количество станков	$n_1$	$n_2$	$n_3$	$n_4$	$n_5$	$n_6$	$n_7$	$n_8$	$n_9$	$n_{10}$
	Процент загрузки	$P_1$	$P_2$	$P_3$	$P_4$	$P_5$	$P_6$	$P_7$	$P_8$	$P_9$	$P_{10}$

\* - наличие данной операции для изготовления изделия



Исходными данными для определения расчетного количества станков являются необходимое количество станко-часов на годовую программу ( $T_{год}$ ) и эффективный фонд времени работы оборудования.

Расчетное количество станков определяется делением необходимого количества станко-часов для выполнения годовой программы на эффективный фонд времени работы станка или рабочего:

$$n_{расч} = \frac{T_{год}}{T_{эф}}$$

При получении дробных значений расчетное количество оборудования округляется в сторону увеличения до целого принятого количества единиц оборудования –  $n$ .

Загрузка станка определяется делением расчетного количества оборудования на принятое и выражается в процентах:

$$P = \frac{n_{расч}}{n} 100.$$

В деревообрабатывающих цехах на лесных складах предприятий лесного комплекса чаще всего используется универсальное деревообрабатывающее оборудование, пригодное для производства практически любых изделий из древесины и представленное, как правило, отдельно стоящими станками. В прил. 14 приведена примерная схема технологического процесса изготовления различных изделий из древесины на универсальном деревообрабатывающем оборудовании, в котором указаны необходимые при изготовлении того или иного изделия технологические операции и станки, на которых эти операции можно выполнять. Пользуясь данными этой схемы, при заданном ассортименте продукции цеха можно выбрать требуемое оборудование или, уже имея в цехе определенный набор станков, можно оценить возможность выпуска того или иного изделия и при необходимости принять решение о приобретении недостающего оборудования.

На основании проведенных расчетов составляется табл. 2.6.

Таблица 2.6

Потребность в оборудовании и рабочих

№ п/п	Наименование операции	Марка оборудования	Сменный объем, м <sup>3</sup>	Число единиц оборудования	Количество человек, обслуживающих рабочее место	Число рабочих, чел.	
						в смену	в сутки
1.							
2.							
	<b>Итого:</b>						

## 2.10. Расстановка оборудования и организация рабочих мест

При разработке плана цеха с расстановкой оборудования и организацией рабочих мест необходимо учитывать определенные правила и требования к технологическим процессам.

При расстановке оборудования необходимо руководствоваться схемой технологического процесса (табл. 2.5), которая определяет движение деталей в процессе обработки от станка к станку, от одного рабочего места к другому, последовательность сборки и комплектования изделий.

При вычерчивании плана расстановки оборудования нужно пользоваться общепринятыми условными изображениями (каждому типу станка соответствует свое условное изображение) с учетом габаритов станка или линии в принятом масштабе. Условные обозначения основных станков и схемы организации рабочих мест приведены в прил. 15. Обычно для вычерчивания планировок пользуются масштабом 1:100, а для крупных цехов – 1:200.

При размещении станков в цехе необходимо обеспечить прямолинейность производства, обеспечивая кратчайшие пути движения деталей в процессе обработки и не допуская обратных, кольцевых и петлеобразных движений, создающих встречные потоки и затрудняющих транспортировку деталей и сборочных единиц. Для расстановки оборудования могут использоваться цепной (последовательный) и групповой методы расстановки оборудования. Последний используется чаще всего при небольших объемах производства.

Рациональная организация рабочего места предусматривает создание необходимых условий удобства и безопасности работы: удобство положения работающего, правильное расположение обработанных и подлежащих обработке материалов, возможность беспрепятственного подвоза заготовок для обработки и вывоза обработанных деталей, удобство наладки станка и смены инструмента, возможность удаления отходов и т.д. Рабочие места следует располагать так, чтобы материал для обработки, как правило, поступал справа налево по отношению к работающему, и обеспечивались наиболее благоприятные условия естественного освещения рабочего места. Высота штабелей у станков должна быть не более 1,7 м от уровня пола.

При обработке деталей париями, а также для обеспечения требуемых технологических выдержек после операций склеивания, облицовывания, сборки и т.п. необходимо предусматривать места для размещения этих деталей. Площадь этих мест зависит от производительности оборудования и режимного времени выдержки.

Место рабочего располагается перед станком на площадке шириной 750...1000 мм и обозначается кружком диаметром 500 мм (с учетом выбранного масштаба чертежа). Кружок для обозначения основного

рабочего (станочника) делится диаметром пополам. Одна половина заштриховывается так, чтобы светлая часть кружка, обозначающая лицо рабочего, была обращена к станку. Кружок, обозначающий подсобного рабочего, не заштриховывается.

Расстояние между оборудованием и элементами зданий должны быть не менее:

- от тыльной или боковой стороны (наиболее выступающей движущейся части станка) до стены – 0,6 м;
- от продольной стороны складочного места до стены – 1 м;
- между тыльной стороной станка и продольной стороной складочного места соседнего станка – 1 м;
- между тыльными сторонами станков (наиболее выступающих частей) – 0,7 м;
- между торцовыми сторонами складочных мест при транспортировке деталей безрельсовыми тележками: для деталей длиной до 2 м – 1 м, для деталей длиной более 2 м – 1,5 м, при одностороннем движении тележек с подъемной платформой (для материалов любой длины) – 2 м.

Если на станках обрабатываются детали длиной более 2 м, то впереди и позади станка должны быть предусмотрены дополнительные опоры в виде приставных столов с гладкой или роликовой поверхностью.

Удаление опилок, щепы, стружек, пыли и кусковых отходов должно быть механизировано. Опилки и стружки должны удаляться при помощи пневмотранспортных установок. Оборудование, работа на котором сопровождается вредными выделениями (шлифовальные станки, оборудование для отделки), нужно устанавливать в изолированных и оборудованных усиленной вентиляцией помещениях.

Ширина главного продольного прохода, предназначенного для транспортировки продукции и движения людей, определяется габаритами транспортных средств с учетом наибольших размеров перевозимых деталей, выступающих за пределы платформы. При движении самоходного транспорта в одном направлении рабочая ширина главного прохода принимается равной 1200 мм плюс необходимая ширина рабочих зон у станков, расположенных около главного прохода. Общая ширина (расстояние между двумя разделенными главным проходом станками) в этом случае должна составлять от 2000 до 2800 мм в зависимости от положения станков относительно прохода. При двухстороннем движении транспорта общая ширина прохода должна быть 3600...4400 мм соответственно.

Второстепенные проходы, образуемые между станками, служат в основном для прохода людей к станкам. Их число зависит от числа рядов станков внутри пролета. При расположении станков в два ряда посередине пролета оставляют продольный проход для транспорта. При любом способе расположения станков рабочие места должны находиться со стороны

прохода, что облегчает их обслуживание, а также снабжение заготовками и деталями.

Площадь, занимаемая рабочим местом, включает площади под оборудование, основные и вспомогательные устройства, площади зоны обслуживания оборудования (в том числе складочные места и места хранения межоперационных запасов заготовок и деталей), площади, предназначенные для технологических выдержек деталей, количество которых обычно принимают равным полусменному заданию. Совокупная площадь рабочих мест, включая площадь проходов и проездов, составляет производственную площадь цеха, предприятия.

В производственную площадь не входят площади, занятые под лестничные клетки, бытовые и конторские помещения; отдельно расположенные склады полуфабрикатов и готовых изделий; помещения инструментальных мастерских, клееварок, компрессорных, вентиляционных камер, кладовых, лако- и краскоприготовительных; площади, занятые сушилками для древесины, ремонтно-механическими мастерскими и другими вспомогательными помещениями.

Площадь, занятая рабочими местами, составляет в среднем около 60% всей производственной площади, а на проходы и проезды приходится около 40%. Для расчета производственной площади под оборудование можно использовать примерные нормы площадей на единицу оборудования (прил. 15, табл. 15.1).

Площади, занимаемые конвейерами, полуавтоматическими и автоматическими линиями, определяются прямым обмером и фактическим размером оборудования, включая зоны обслуживания.

Расчет производственных площадей сводится к определению площадей под оборудование, межоперационных складов, к суммированию площадей обоих видов и делению суммы на коэффициент 0,6. Производственные участки и вспомогательные отделения цеха располагают на плане в направлении, диктуемом общим производственным потоком. Склад материалов и заготовок иногда бывает целесообразно объединять с отделением раскроя, разместив их в начале здания. При значительной длине цеха через каждые 50 м устраивают поперечные проезды шириной от 3 до 4 м.

На плане цеха должны быть изображены все элементы рабочего места: оборудование, местоположение рабочего во время работы, верстаки и столы с учетом их размеров в выбранном масштабе, подступные места для подлежащих обработке и обработанных деталей, транспортные устройства, относящиеся к данному рабочему месту, площадки для контроля временного хранения деталей и др., а также показаны некоторые грузоподъемные и транспортные устройства (мостовые и другие краны, кран-балки, тельферы, рольганги, лифты, конвейеры и др.). Штрих – пунктирными линиями обозначаются проходы и проезды, а штриховыми линиями – туннели и

ямы. Места хранения межоперационных запасов заготовок и деталей, промежуточные склады и места технологических выдержек очерчиваются по габаритам (в масштабе) тонкой сплошной линией в виде прямоугольника с проведенными диагоналями.

На план должны быть нанесены колонны с осями и обозначением номера, наружные, внутренние стены и перегородки, окна, ворота, двери и тамбуры. Должны быть приведены все необходимые размеры: ширина пролетов, шаг колонн, общая длина пролетов и всего цеха, общая ширина цеха, название и площадь каждого вспомогательного отделения или участка, расстояния от станков до колонн и между станками.

Станки, ковейеры, линии, складские площади, грузоподъемные и транспортные устройства, нанесенные на план, обозначаются порядковыми номерами и вносятся под этими номерами в спецификацию.

Дверные проемы в производственных и вспомогательных помещениях следует проектировать без порогов с открыванием в сторону ближайших общих выходов. Выходные двери и ворота должны открываться наружу. Ширина дверного проема должна быть не менее 1 м. У наружных входов в цех должны предусматриваться тамбуры.

Для составления плана деревообрабатывающего цеха используют тепловые проекты и другие планировочные решения производственных участков [3]. При составлении плана деревообрабатывающего цеха используются условными обозначениями основных элементов, приведенными в пособии [3].

### **Библиографический список и перечень нормативно-технических документов**

1. Азаренок В.А. Лесопильно-деревообрабатывающие производства лесозаготовительных предприятий: учеб. пособие / В.А. Азаренок, Н.А. Кошелева, Б.Е. Меньшиков. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2009. 606 с.
2. Меньшиков Б.Е. Технологические основы организации сушки пиломатериалов на лесозаготовительных предприятиях: учеб. пособие / Б.Е. Меньшиков, В.В. Сергеев. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2011. 103 с.
3. Меньшиков Б.Е. Деревообрабатывающие цехи лесозаготовительных предприятий: учеб. пособие для студентов вузов / Б. Е. Меньшиков, Н.А. Кошелева, В.В. Обвинцев, В.В. Чамеев. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2008. 94 с.
4. Акишенков С.И. Проектирование лесосушильных камер и цехов: учеб. пособие / С.И. Акишенков, В.И. Корнеев; 3-е изд., перераб. и доп. СПб: ЛТА, 1992. 88с.

5. Болдырев П.В. Сушка древесины / П.В. Болдырев; 3-е изд. перераб. и доп. СПб: ПРОФИ-ИНФОРМ, 2005. 168 с.
6. Гончаров Н.А. Технология изделий из древесины / Н.А. Гончаров, В.Ю. Башинский, Б.М. Буглай. М: Лесн. пром-сть, 1990. 526 с.
7. Кислый В.В. Справочное пособие по деревообработке / В.В. Кислый. Екатеринбург, 1995. 555 с.
8. Насобин В.В. Лесосушильные камеры и технология сушки пиломатериалов: учеб. пособие / В.В. Насобин, В.В. Сергеев, Ю.И. Тракало. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2001. 127 с.
9. Сергеев В.В. Лесосушильные камеры малой мощности: учеб. пособие / В.В. Сергеев, Ю.И. Тракало. Уральская государственная лесотехническая академия. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 1999. 127 с.
10. Шубин Г.С. Проектирование лесосушильных камер: учеб. пособие по курс. и дипл. проектир. по спец. 260200 «Технология деревообработки» / Г.С. Шубин, И.М. Меркушев. М.: МГУЛ, 2002. 100 с.
11. Шумега С.С. Иллюстрированное пособие по производству столярно-строительных изделий / С.С. Шумега. М: Экология, 1991. 317 с.
12. ГОСТ 3808.1-80. Пиломатериалы хвойных пород. Атмосферная сушка и хранение. Взамен ГОСТ 3808.1-75; введ. 1981-01-01. М.: Межгосстандарт: Изд-во стандартов, 1980. 12 с.
13. ГОСТ 7319-80. Пиломатериалы и заготовки лиственных пород. Атмосферная сушка и хранение. Взамен ГОСТ 7319-74; введ. 1981-01-01. М.: Межгосстандарт: Изд-во стандартов, 1980. 14 с.
14. ГОСТ 6782.1-75. Пилопродукция из древесины хвойных пород. Величина усушки. Взамен ГОСТ 6782-67; введ. 1976-07-01. М.: Межгосстандарт: Изд-во стандартов, 1975. 11 с.
15. ГОСТ 6782.2-75. Пилопродукция из древесины лиственных пород. Величина усушки. Взамен ГОСТ 4369-72; введ. 1976-07-01. М.: Межгосстандарт: Изд-во стандартов, 1975. 14 с.
16. ГОСТ 7307-75. Детали из древесины и древесных материалов. Припуски на механическую обработку. Взамен ГОСТ 7307-66; введ. 1977-01-01. М.: Межгосстандарт: Изд-во стандартов, 1975. 13 с.
17. ГОСТ 9685-61. Заготовки из древесины хвойных пород. Технические условия. Взамен ГОСТ 6546-53; введ. 1963-07-01. М.: Межгосстандарт: Изд-во стандартов, 1961. 14 с.
18. ГОСТ 7897-83. Заготовки лиственных пород. Технические условия. Взамен ГОСТ 7897-71; введ. 1984-01-01. М.: Межгосстандарт: Изд-во стандартов, 1983. 11 с.
19. ГОСТ 8242-88. Детали профильные из древесины и древесных материалов для строительства. Технические условия. Взамен ГОСТ 8242-75, ГОСТ 17280-79; введ. 1989-01-01. М.: Межгосстандарт: Изд-во стандартов, 1988. 11 с.

20. ГОСТ 23166-99. Блоки оконные. Общие технические условия. Взамен ГОСТ 23166-78; введ. 2001-01-01. М.: Межгосстандарт: Изд-во стандартов, 1999. 35 с.