

674.047

Н. Н. Пейч, Б. С. Царев

П-24

СУШКА ДРЕВЕСИНЫ

ИЗДАНИЕ 3-е,
ПЕРЕРАБОТАННОЕ И ДОПОЛНЕННОЕ

Одобрено Ученым советом Государственного комитета
Совета Министров СССР
по профессионально-техническому образованию
в качестве учебника для профессионально-технических училищ
и подготовки рабочих на производстве

14.3883

~~1981~~

~~1981~~

БУДИТЕЛЬНИЙ ТЕХН.КУМ
СИБИРЬСКОГО



В настоящее время в СССР ежегодно просушиваются десятки миллионов кубометров древесины, технология сушки и сушильная техника совершенствуются.

Интересы народного хозяйства требуют, чтобы сушке подверглось подавляющее большинство вырабатываемых пиломатериалов. Для этого должны быть использованы все способы и камерной, и атмосферной сушки.

В области камерной сушки необходимо расширить имеющиеся мощности сушильных устройств за счет строительства новых и усовершенствования (модернизации) действующих, добиться бездефектной работы сушилок.

Целесообразно проводить двухпериодную сушку пиломатериалов общего назначения — первичную сушку до транспортной влажности на лесопильных заводах и вторичную сушку от транспортной влажности до эксплуатационной, которую должна иметь древесина в готовых изделиях, на деревообрабатывающих предприятиях.

На лесопильно-деревообрабатывающих предприятиях необходимые для изделий пиломатериалы следует сушить до требуемой влажности в один период.

Директивы XXIV съезда КПСС по пятилетнему плану развития народного хозяйства СССР на 1971—1975 гг. предусматривают коренное изменение структуры производства изделий из древесины, увеличение в 2,8—2,9 раза производства древесностружечных и древесноволокнистых плит и не менее чем в 1,6 раза увеличение производства мебели.

Намечено увеличение объемов и повышение качества сушки древесины. Будет продолжено внедрение низкотемпературной сушки экспортных пиломатериалов, а также увеличение объемов высокотемпературной сушки.

Сушильщик должен хорошо знать свойства древесины, конструкцию сушильных устройств, уметь правильно вести технологический процесс сушки древесины.

В настоящем учебнике рассматриваются способы сушки древесины в виде пиломатериалов, клепки, шпона, фанеры, измельченной древесины (щепы и стружки). Вопросы сушки пиломатериалов специального назначения в программу курса не входят и здесь не излагаются.

Глава I

СПОСОБЫ СУШКИ ДРЕВЕСИНЫ

В деревообрабатывающей промышленности применяют различные способы сушки древесины: атмосферную, камерную, кондуктивную, сушку в жидкостях (петролатумную), диэлектрическую, индукционную, ротационную и радиационную.

Атмосферная сушка древесины производится на открытых складах или под навесами. Воздух при низкой температуре обладает малой способностью поглощать пары влаги и поэтому атмосферная сушка протекает медленно, а в зимние месяцы практически прекращается.

Атмосферную сушку широко используют для подсушки экспортных пиломатериалов на заводах с сезонной отгрузкой продукции (в морских портах). Целесообразно применять ее в качестве этапа, предшествующего сушке древесины в камерах.

Камерная сушка древесины, получившая наиболее широкое распространение, осуществляется в специально построенных и отапливаемых помещениях — сушильных камерах. Процесс ведется в газообразной среде: в нагретом воздухе, смеси топочных газов с воздухом или в перегретом паре при атмосферном давлении.

Камерная сушка протекает независимо от внешних атмосферных и климатических условий, отличается гораздо меньшей продолжительностью по сравнению с атмосферной. Процесс камерной сушки поддается регулированию и позволяет получить материал с любой конечной влажностью.

Кондуктивной сушке подвергаются тонкие плоские материалы в форме листов, например шпон, фанера, которые зажимаются между двумя нагретыми поверхностями в прессе. Тепло к высушенному материалу передается от нагретой плиты путем кондукции, откуда и происходит название этого способа.

Сушка в жидкостях (например, в петролатуме) заключается в следующем. Влажную древесину погружают в ванну с маслянистым веществом, нагретым выше 100°C . Влага в древесине быстро нагревается до точки кипения, и образовавшийся пар, имеющий упругость выше атмосферного давления, будет стремиться выйти из древесины в воздух, преодолевая сопротивление слоя масла. На этом и основан способ сушки древесины в ваннах с петролатумом и другими гидрофобными жидкостями.

Петролатум — смесь парафинов и церезинов с высоковязким очищенным маслом, получается при химической переработке нефти.

При температуре петролатума 120—130°С сушка в нем происходит в 5—7 раз быстрее, чем в сушильных камерах.

Существенным недостатком этого способа является то, что петролатум проникает в древесину. Загрязнение древесины петролатумом затрудняет ее механическую обработку, препятствует ее склеиванию и качественной отделке лаками. Поэтому сушку в жидкостях применяют на небольших предприятиях для сортиментов, не подвергающихся дальнейшей механической обработке (шпалы, детали инженерных сооружений). Наличие пропитанного маслом слоя является иногда и полезным, так как защищает древесину от увлажнения.

Диэлектрическая сушка — сушка в электрическом поле токов высокой частоты (ТВЧ) отличается высокой интенсивностью.

Древесина — плохой проводник электрического тока. Будучи помещенной в электрическом поле ТВЧ между обкладками высокочастотного конденсатора, она обнаруживает способность быстро нагреваться. На этом свойстве и основана диэлектрическая сушка.

Процесс сушки ТВЧ характеризуется значительной скоростью прогрева материала и интенсивным испарением из него влаги. Однако из всех способов сушки этот способ наиболее дорогой при современных отпускных ценах на электроэнергию и требует очень сложного оборудования. Поэтому он не получил промышленного применения.

Индукционная сушка основана на использовании свойства ферромагнитных металлов нагреваться в переменном электромагнитном поле внутри соленоида. Если на нагретый таким образом металлический элемент поместить древесину, то благодаря контакту с ним она нагревается и сохнет.

Для индукционной сушки ряды досок укладывают на прокладки и сетки из ферромагнитного металла. Штабель помещают внутрь каркаса, обмотанного электропроводом большого сечения, который образует соленоид, питаемый током промышленной частоты.

Сетки, представляющие в данном случае сердечник соленоида, интенсивно нагреваются, передавая тепло доскам.

Качество пиломатериалов, высушенных индукционным способом, оказывается очень низким, а себестоимость сушки значительно выше, чем в обычных камерах за счет низкого косинуса ϕ электроустановки. Этот способ может применяться в частных случаях при малых объемах сушки, при отсутствии других источников энергии, кроме электрической.

Ротационная сушка основана на использовании центробежной силы. Штабель пиломатериалов, уложенных на прокладках, устанавливается на платформе карусели, устроенной внутри отапливаемого помещения. При вращении карусели центробежная сила, направленная вдоль досок, способствует перемещению свободной влаги внутри древесины к торцам и наружным поверхностям досок. При этом создается интенсивное направленное движение нагретого воздуха внутри штабеля, что способствует равномерному просыха-

нию загруженного пиломатериала в сроки более короткие, чем в обычных камерах, при той же температуре.

Однако из-за громоздкости конструкции и неудобства блокировки карусельные камеры для сушки пиломатериалов в промышленности не применяются.

При радиационной сушке тепло подается к материалу только прямым лучеиспусканием от сильно нагретого тела. Источниками тепла служат специальные электрические лампы или плиты (керамические или чугунные, нагреваемые до красного каления).

Лучистая теплота, представляющая собой поток инфракрасных лучей, распространяется прямолинейно и задерживается любыми экранами и телами, находящимися на пути потока. Поэтому высушивать лучистой теплотой можно только предметы, которые открыты для непосредственного облучения со стороны источника тепла.

Лучистая теплота легко проникает в древесину на глубину 10—12 мм. Таким образом, при двустороннем обогреве в течение нескольких десятков минут можно высушить доски хвойных пород толщиной 20—25 мм. Это значительно быстрее камерной сушки древесины. Однако при этом пришлось бы сушить доски в свободном незажатом состоянии, что привело бы к неизбежному их короблению. Это обстоятельство и служит препятствием для применения радиационной сушки тонких пиломатериалов.

Сушка в камерах с аэродинамическим нагревом воздуха. За последнее время в промышленности нашли применение установки, в которых нагрев воздуха происходит за счет аэродинамических потерь.

В качестве генератора тепла и одновременно для перемещения воздуха в этих камерах использован ротор центробежного вентилятора с лопатками специального профиля. При вращении ротора, создающего поток воздуха в замкнутом контуре, значительная доля механической энергии, затраченной в вентиляторе, переходит в тепловую, нагревая воздух. Температура нагрева может регулироваться за счет изменения мощности воздушного потока.

Эти установки сокращенно называются ПАП — печи аэродинамического подогрева. Описание камеры ПАП для сушки древесины приведено в гл. V.

Глава II

СВОЙСТВА ВЛАЖНОГО ВОЗДУХА КАК АГЕНТА СУШКИ

§ 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ВОЗДУХЕ

Воздух играет очень важную роль в процессе сушки древесины. С воздухом подводится тепло к высушиваемому материалу, воздух поглощает и уносит пары влаги, удаляемой из материала. Он является *агентом сушки*, или *сушильным агентом*.

Воздух, окружающий земной шар, представляет собой механическую смесь газов — азота, кислорода, водорода, углекислоты, аргона. Атмосферный воздух всегда содержит в себе некоторое количество водяного пара, т. е. является влажным.

Давление, которое оказывает воздух на все предметы, называется *атмосферным*, или *барометрическим*. Оно измеряется массой в килограммах или высотой в миллиметрах ртутного или водяного столба с основанием 1 см².

В технике в качестве единицы барометрического давления принята техническая атмосфера, равная давлению 1 кгс на 1 см² или массе столба ртути высотой 736 мм или же воды высотой 10 000 мм.

Барометрическое давление составляется из суммы частичных давлений сухого воздуха и водяного пара, содержащегося в воздухе. Эти частичные давления носят название *парциальных*.

Если обозначить парциальное давление сухой части воздуха P_v , парциальное давление пара P_n , а барометрическое давление $P_б$, то можно написать: $P_б = P_v + P_n$. Это выражение носит название закона Дальтона.

§ 2. АБСОЛЮТНАЯ И ОТНОСИТЕЛЬНАЯ ВЛАЖНОСТЬ

Масса водяного пара, содержащегося в 1 м³ воздуха, называется *абсолютной влажностью* воздуха. Другими словами, это плотность водяного пара в воздухе. Эта величина обозначается греческой буквой ρ (ρ_0) с индексом «п»; ρ_n .

При одной и той же температуре воздух может поглотить определенное количество водяного пара и достичь состояния полного насыщения. Абсолютная влажность воздуха в состоянии его насыщения носит название *влагоемкости*. Влагоемкость воздуха обозначается буквой ρ с индексом «н» — ρ_n и выражается в г/м³.

Величина влагоемкости воздуха резко возрастает с увеличением его температуры, что можно видеть из табл. 1.

Таблица 1

Влагоемкость воздуха ρ_n при различных температурах и атмосферном давлении 760 мм рт. ст.

Температура, °C t	Влагоемкость, г/м ³ ρ_n	Температура, °C t	Влагоемкость, г/м ³ ρ_n	Температура, °C t	Влагоемкость, г/м ³ ρ_n	Температура, °C t	Влагоемкость, г/м ³ ρ_n
-20	1,1	+10	9,4	+40	50,8	+70	196,6
-10	2,3	+20	17,2	+50	82,3	+80	290,7
0	4,9	+30	30,1	+60	129,3	+90	418,8
						+100	589,5

Отношение величины абсолютной влажности воздуха при данной температуре к величине его влагоемкости при той же температуре называется *относительной влажностью* воздуха. Относительная влажность обозначается греческой буквой ϕ (ϕ):

$$\phi = \frac{\rho_n}{\rho_n} \text{ или } \phi = \frac{\rho_n}{\rho_n} \cdot 100\%.$$

Пусть, например, абсолютная влажность воздуха в камере при температуре $+80^{\circ}\text{C}$ составляет 203 г/м^3 . По табл. 1 находим, что влагоемкость воздуха при $+80^{\circ}\text{C}$ равна $290,7\text{ г/м}^3$. Следовательно, относительная влажность воздуха

$$\varphi = 203 : 290,7 = 0,7, \text{ или } 70\%.$$

Для определения температуры и относительной влажности воздуха пользуются специальным прибором — психрометром. Психрометр состоит из двух термометров. Шарик одного из них увлажняет-

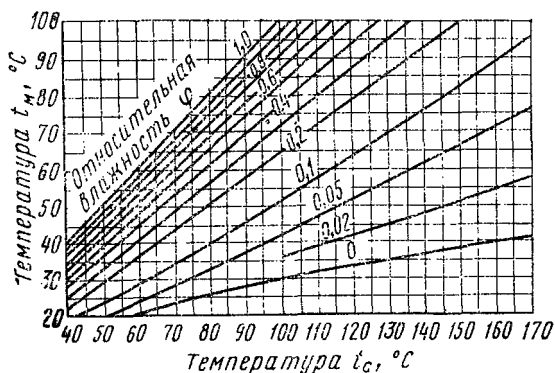


Рис. 1. Психрометрическая диаграмма

ся с помощью марлевого чехла, конец которого опущен в сосуд с водой. Другой термометр остается сухим и показывает температуру окружающего воздуха $t_c^{\circ}\text{C}$.

Смоченный термометр показывает температуру более низкую, чем сухой, так как испарение влаги из марли требует определенного расхода тепла. Температура смоченного термометра t_m носит название *предела охлаждения*.

Разность между показаниями сухого и смоченного термометров называется *психрометрической разностью*. Между величиной психрометрической разности $t_c - t_m$ и относительной влажностью воздуха φ имеется определенная зависимость. Чем больше психрометрическая разность при данной температуре воздуха, тем меньше относительная влажность воздуха и тем больше влаги может поглотить воздух. При разности $t_c - t_m$, равной нулю, относительная влажность $\varphi = 1$; значит, воздух насыщен водяным паром и дальнейшего испарения влаги в таком воздухе не происходит.

Для приближенного определения относительной влажности воздуха следует пользоваться психрометрической диаграммой (рис. 1). Например, если температура по сухому термометру $t_c = 85^{\circ}\text{C}$, а по мокрому $t_m = 60^{\circ}\text{C}$, то точка пересечения этих линий, лежащая на наклонной линии между 0,2 и 0,4, покажет относительную влажность 0,3, или 30%.

Для точного определения относительной влажности пользуются психрометрическими таблицами, учитывающими скорость воздуха. При температурах выше 60°C величина скорости воздуха на точность определения практически не влияет.

§ 3. ПЛОТНОСТЬ И УДЕЛЬНЫЙ ОБЪЕМ ВЛАЖНОГО ВОЗДУХА

Плотность и удельный объем влажного воздуха являются величинами переменными, зависящими от температуры и относительной влажности воздушной среды. Эти величины нужно знать при подборе вентиляторов для сушильных камер, при решении задач, связанных с перемещением сушильного агента по воздуховодам, при определении мощности электродвигателей вентиляторов.

Плотность воздуха — это масса 1 м^3 смеси воздуха и водяного пара при определенной температуре t_c и относительной влажности φ . Плотность воздуха обозначается буквой ρ .

Удельный объем влажного воздуха представляет собой объем воздуха и водяного пара, приходящийся на 1 кг сухого воздуха.

Величины плотности и удельного объема влажного воздуха сильно зависят от значений t и φ . Значения этих величин берутся из таблиц, имеющих в технических справочниках.

§ 4. ВЛАГО- И ТЕПЛОСОДЕРЖАНИЕ

Влагосодержание. Масса водяного пара в граммах, приходящаяся на единицу массы (1 кг) сухого воздуха, в общем их объеме называется влагосодержанием воздуха. Оно обозначается латинской буквой d и получается путем деления величины плотности водяного пара ρ_n , содержащегося в воздухе, выраженной в граммах, на величину плотности сухого воздуха ρ_v в килограммах.

Таким образом,

$$d = \frac{\rho_n}{\rho_v} \cdot 1000.$$

Теплосодержание. Чтобы определить расход тепла на испарение влаги, нужно знать величину теплосодержания влажного воздуха. Под этой величиной понимается количество тепла, содержащегося в смеси воздуха и водяного пара. Оно численно равно сумме:

теплосодержания сухой части воздуха, нагретого до температуры процесса сушки;

теплосодержания водяного пара в воздухе при 0°C ;

теплосодержания этого пара, нагретого до температуры процесса сушки.

Теплосодержание влажного воздуха обозначается латинской буквой I и выражается в килокалориях на 1 кг сухого воздуха или в джоулях.

Килокалория — это техническая единица теплоты, затрачиваемой на нагрев 1 кг воды на 1°C (при температуре от $14,5$ до $15,5^{\circ}\text{C}$).

В системе СИ теплота выражается в джоулях: $1\text{ ккал} = 4186,8\text{ дж} = 4,868\text{ кдж}$.

§ 5. *Id*-ДИАГРАММА ВЛАЖНОГО ВОЗДУХА

Все рассмотренные выше показатели свойств влажного воздуха или его параметры могут быть определены с помощью диаграммы, носящей название *Id*-диаграммы влажного воздуха (рис. 2). Диаграмма эта была разработана в 1918 г. профессором Л. К. Рамзиным и является универсальным средством для быстрого графического расчета процесса, связанного с сушкой любых материалов, в том числе и древесины.

Диаграмма позволяет решать задачи по определению всех параметров влажного воздуха, если известны два из них, производить расчеты процессов нагревания или охлаждения влажного воздуха, процессов испарения влаги и смешения воздуха двух или нескольких состояний.

Не останавливаясь на принципах построения диаграммы, объясним способ пользования ею. Диаграмма построена в координатах $I - d$, где I — теплосодержание влажного воздуха, d — его влагосодержание.

На диаграмме нанесены линии одинаковых температур воздуха t , влагосодержаний d , теплосодержаний I , относительной влажности φ и парциальных давлений P_n водяного пара в воздухе.

Определение на *Id*-диаграмме параметров воздуха

Пример 1. Влажный воздух имеет температуру $+70^\circ\text{C}$ и относительную влажность 0,5 (50%). Определить по *Id*-диаграмме остальные параметры этого воздуха: влагосодержание d , теплосодержание I и парциальное давление пара P_n , находящегося в этом воздухе.

Находим на диаграмме линию температуры, соответствующую 70°C . Эта линия, идя вправо, пересекает веер расходящихся кривых линий относительной влажности φ . На пересечении с линией $\varphi=0,5$ будет лежать искомая точка A (точка состояния воздуха), которая удовлетворяет заданным условиям ($t=70^\circ\text{C}$ и $\varphi=0,5$). Точка A находится также на вертикальной линии, идущей вниз до пересечения со шкалой влагосодержаний. В нашем случае эта линия соответствует влагосодержанию $d=120$ г/кг сухого воздуха.

Точка A лежит примерно посередине между двумя наклонными линиями, идущими вниз и вправо до пересечения с нижней кривой линией $\varphi=1,0$. Это линия постоянных теплосодержаний. По шкале и масштабу делений находим, что наша точка A соответствует теплосодержанию $I=92$ ккал/кг.

Наконец, определяем величину парциального давления пара в воздухе данного нам состояния в точке пересечения вертикальной линии влагосодержания $d=120$ г/кг, с крайней линией шкалы парциальных давлений. Давление равно 1650 мм вод. ст.

Изображение на *Id*-диаграмме процессов нагрева, охлаждения, испарения влаги и смешения воздуха различного состояния

Когда влажный воздух нагревают в каком-либо закрытом помещении, то его температура возрастает, а влагосодержание остается без изменения, так как нет притока дополнительной влаги или ее утечки. Такой процесс может быть изображен на *Id*-диаграмме движением точки состояния воздуха вверх по одной из линий влагосодержания до пересечения ее с линией заданной температуры на-

грева. Теплосодержание воздуха при этом будет увеличиваться. И, наоборот, процесс охлаждения соответствует на диаграмме перемещению той же точки вертикально вниз до линии заданной температуры. Теплосодержание воздуха при этом будет уменьшаться.

При испарении же влаги тепло, содержащееся в воздухе, расходуется на превращение воды в пар и передается пару, но общее количество тепла в воздухе остается без изменения (если, конечно, воздух предохранить от остывания). Таким образом, теплосодержание воздуха в процессе испарения остается постоянным, а влагосодержание увеличится. Поэтому процесс испарения на Id -диаграмме

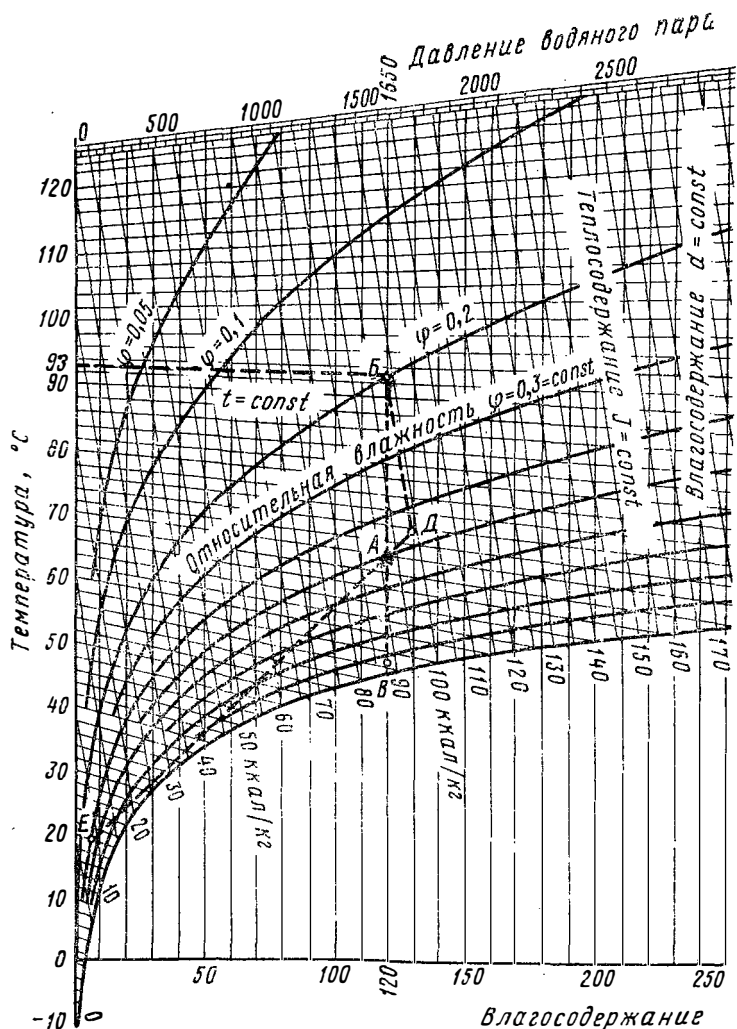
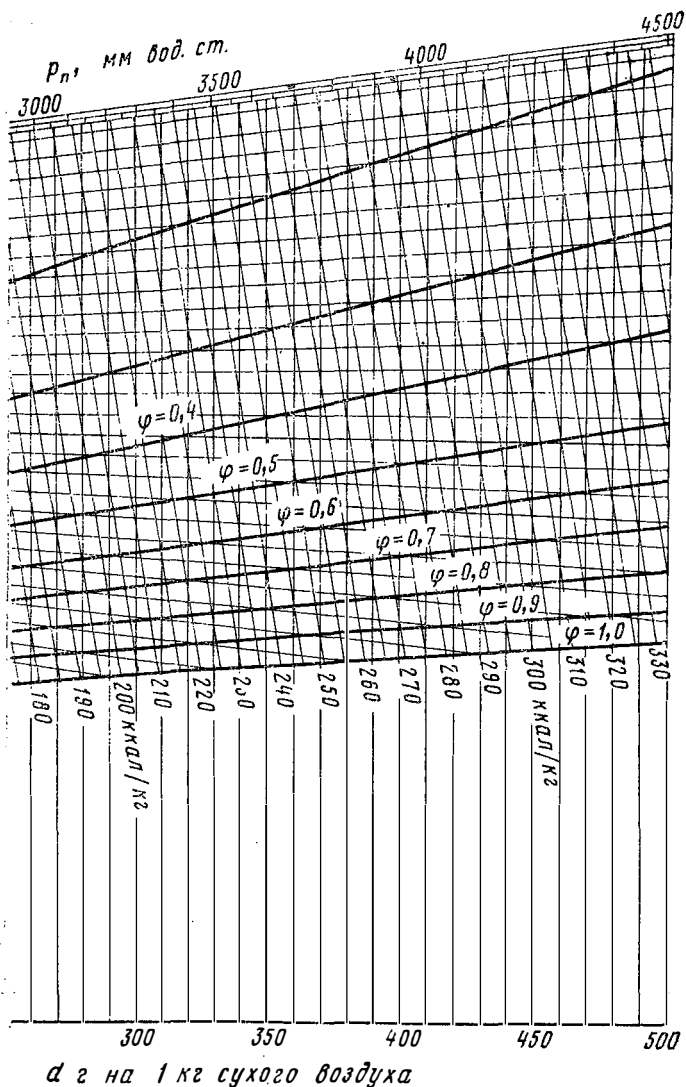


Рис. 2. Id -диаграмма

будет характеризоваться движением точки состояния воздуха параллельно линиям теплосодержания вниз вправо до пересечения с линией влагосодержания.

Пример 2. Пусть состояние воздуха соответствует точке *A* на диаграмме (см. рис. 2 и пример 1). Требуется определить, как оно изменится, если воздух подогреть до температуры 93°C . Потерями тепла для простоты расчета можно пренебречь.

Определяем точку нового состояния воздуха, она будет находиться на пересечении линии $d=120$ г/кг, идущей от точки *A* вверх, с линией температуры 93°C .



Обозначим ее буквой *Б*. Относительная влажность воздуха, состояние которого характеризуется точкой *Б*, будет соответствовать линии $\phi=0,2$, т. е. относительная влажность воздуха стала ниже (воздух стал суше), хотя абсолютное массовое количество влаги в нем осталось прежним. Теплосодержание воздуха увеличилось и достигло 98 ккал/кг. Такой воздух более «работоспособен» в отношении процесса сушки.

Пример 3. Охлаждение воздуха. Пусть воздух, состояние которого соответствует точке *А* (см. рис. 2 и пример 1), охлажден до температуры 56° С. Найдем на диаграмме точку нового состояния воздуха: от точки *А* вертикально вниз до линии температуры 56° С точку *В*. Мы видим, что относительная влажность воздуха увеличилась, почти достигла линии $\phi=1,0$, т. е. состояния полного насыщения. Такой воздух не может уже поглощать влагу. Если охлаждение пойдет дальше, относительная влажность будет за линией $\phi=1,0$ и тогда пар в воздухе сконденсируется и выпадет в виде капельно-жидкой влаги.

Пример 4. Испарение влаги. Пусть состояние воздуха соответствует точке *Б* из примера 2. В этом воздухе находится влажная древесина, нагретая до 93° С. Влага из нее испаряется в воздух, т. е. древесина сохнет. Для упрощения расчета предположим, что потери от охлаждения воздуха отсутствуют и тепло расходуется только на испарение влаги, т. е. на сушку. Процесс пойдет при постоянном теплосодержании агента сушки — воздуха.

Двигаясь вниз по пунктирной линии параллельно линии $I=100$ ккал/кг, пересекаем одну за другой линии температур. Значит, воздух, совершая работу испарения, понижает свою температуру, хотя количество тепла в нем остается неизменным. Предположим, что мы достигли точки *Д* с температурой 74° С. Относительная влажность воздуха будет при этом равна 0,47 (47%), влагосодержание воздуха достигнет 129 г/кг против прежних 120 г/кг. Значит, агент сушки испарил $129-120=9$ г влаги на каждый килограмм массы сухой части воздуха.

Пример 5. Смешивание воздуха различных состояний. В сушильных камерах воздух, прошедший через штабель материала и насыщенный влагой, смешивается со свежим воздухом, имеющим меньшее влагосодержание. Это делается для того, чтобы снизить общее влагосодержание смеси и чтобы воздух стал вновь работоспособен.

Пусть состояние воздуха, прошедшего через штабель, соответствует точке *Д* на диаграмме, т. е. характеризуется температурой 74° С, относительной влажностью 0,47 (47%) и влагосодержанием 129 г/кг. Свежий воздух, поступающий в сушильную камеру из коридора управления, имеет температуру +20° С, относительную влажность 0,4 (40%) и влагосодержание 6 г/кг.

Нужно смешать воздух этих двух состояний так, чтобы влагосодержание смеси не превышало 120 г/кг сухого воздуха. Процесс смешивания может быть изображен на диаграмме прямой линией *ЕД*, а состояние смеси будет характеризоваться точкой *А*.

Таким образом, после смешивания со свежим воздухом воздух в камере будет иметь температуру $t_{см}=70^{\circ}\text{С}$, относительную влажность $\phi_{см}=0,5$ (50%), влагосодержание $d_{см}=120$ г/кг, теплосодержание $I_{см}=92$ ккал/кг).

Воздух такого состояния, подогретый до 93° С (см. пример 2), получит теплосодержание 97 ккал/кг при относительной влажности 0,2 (20%) и снова будет пригоден для осуществления процесса испарения влаги, описанного в примере 4.

По диаграмме можно определить и относительное количество свежего воздуха, которое нужно подать в камеру, чтобы получить нужное состояние смеси. Отношение часового количества свежего воздуха к часовому количеству воздуха, обращающегося в камере, равно отношению длин отрезков *АД* и *АЕ*, или, что то же, отношению проекций этих отрезков на ось абсцисс. Измеряя их величины в масштабе влагосодержания, получим $AD=129-120=9$ г/кг; $AE=120-6=114$ г/кг.

Значит,

$$\frac{AD}{AE} = \frac{9}{114} = 0,079.$$

Таким образом, часовое количество воздуха, подсосываемого в камеру, в данном случае должно составлять всего 7,9% часового количества воздуха, циркулирующего в камере. Такое же количество воздуха должно быть удалено из камеры через вытяжную трубу.

ВЛАГА В ДРЕВЕСИНЕ

§ 6. СВОБОДНАЯ И ГИГРОСКОПИЧЕСКАЯ ВЛАГА

Древесина состоит из клеток преимущественно удлиненной веретенообразной формы с плотными стенками и внутренними полостями. Стенки древесных клеток состоят из частиц, называемых *мицеллами*. Мицеллы обладают способностью притягивать и удерживать воду.

Влага, содержащаяся в древесине, представляет собой водный раствор некоторых солей, органических кислот, необходимых для поддержания жизненных функций растущего дерева. В сырой свежесрубленной древесине влага заполняет полости клеток, межклеточные пространства, а, кроме того, пропитывает клеточные стенки, располагаясь между мицеллами.

Влага, заполняющая внутренние полости клеток и межклеточные пространства, называется *свободной*, а пропитывающая стенки — *связанной* или *гигроскопической*.

На рис. 3 дан схематичный поперечный разрез древесных клеток в сильном увеличении. Пространства, заполненные свободной влагой, показаны горизонтальной штриховкой, а стенки клеток, пропитанные гигроскопической влагой, — вертикальной.

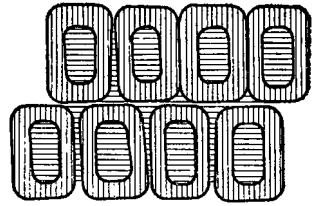


Рис. 3. Схематичный поперечный разрез древесных клеток (по П. В. Соколову)

Свободную влагу можно удалить из древесины сравнительно легко, например путем механического воздействия. Если влажную доску подвергнуть быстрому вращению вокруг поперечной оси (в центрифуге), то древесина потеряет под действием центробежной силы свободную влагу. Связанную же влагу, заключенную в стенках древесных клеток, можно удалить только испарением.

При высушивании древесины в первую очередь испаряется свободная влага из полостей клеток, а затем, после ее удаления, связанная.

Состояние древесины, когда из нее удалена вся свободная влага и осталась лишь связанная, называется *пределом гигроскопичности* или *точкой насыщения волокна*. Древесина, из которой удалена вся влага (и свободная и связанная), называется *абсолютно сухой*.

§ 7. ВЛАЖНОСТЬ ДРЕВЕСИНЫ И ЕЕ ЗАВИСИМОСТЬ ОТ ВЛАЖНОСТИ ВОЗДУХА

Если образец древесины высушить до абсолютно сухого состояния, то разность между его начальной массой и массой в абсолютно сухом состоянии будет соответствовать полному количеству влаги, удаленной из образца при сушке.

Отношение количества удаленной влаги к массе образца в абсолютно сухом состоянии будет характеризовать влажность древесины. Влажность древесины выражается обычно в процентах, для чего величину отношения умножают на 100, и обозначается буквой W .

Например, если образец влажной древесины весил 150 г, а в абсолютно сухом состоянии весит 80 г, то влажность древесины образца равна

$$W = \frac{(150 - 80)}{80} \cdot 100 = 87,5\%.$$

Влага в древесном стволе распределяется неравномерно. В заболонной зоне, более молодой, расположенной ближе к коре, влаги больше, чем в центральной (ядровой) зоне. Особенно это заметно у хвойных пород.

Тонкие доски, выпиливаемые обычно из заболонных зон ствола, имеют влажность более высокую, чем толстые доски, выпиливаемые из центральной части ствола, где расположена ядровая древесина.

Влажность у сплавной древесины, как правило, выше, чем у древесины сухопутной доставки. Когда пиловочник подают в распиловку прямо с воды, влажность тонких заболонных досок может достигать 120% и более.

После длительной выдержки на складе влажность пиловочника снижается, что сказывается и на влажности досок. В среднем за год начальную влажность досок, поступающих в сушку, можно принимать согласно табл. 2.

Таблица 2

Влажность хвойных пиломатериалов после распиловки

Древесина	Влажность досок, %	
	тонких до 32 мм	толстых
Свежесрубленная	70—90	50—70
Сплавная	90—100	60—80

Данные о влажности свежесрубленной древесины некоторых пород приведены в табл. 3.

Таблица 3

Влажность свежесрубленной древесины

Порода	Влажность, %		
	ядра или спелой древесины	заболонной древесины	средняя
Ель	30—40	100—120	91
Сосна	30—40	100—120	88
Лиственница	30—40	100—120	82
Береза	—	70—90	78
Осина	—	80—100	82
Ясень	35—40	35—40	36
Дуб	50—80	70—80	70

Из табл. 3 видно, что у хвойных пород влажность заболони значительно выше влажности ядра. У лиственных пород влажность по сечению ствола примерно одинакова. Влажность древесины в состоянии насыщения волокна составляет для большинства пород приблизительно 30%.

Гигроскопичностью называется свойство твердого тела поглощать пары воды из воздуха или отдавать их, изменяя при этом свою влажность. Древесина в значительной степени обладает этим свойством.

Прделаем такой опыт. Возьмем два образца древесины: один сырой, влажностью не ниже 30%, а второй — высушенный до абсолютно сухого состояния, и взвесим их. Затем поместим оба образца в отопляемом помещении с температурой +20° С и относительной влажностью воздуха 50%. Через несколько суток мы заметим, что образец сырой древесины убавил в массе, т. е. стал сохнуть, а абсолютно сухой прибавил в массе, т. е. увеличил свою влажность. С течением времени образцы приобретут определенную влажность: первый примерно 9—10%, а второй — 7—8%. В дальнейшем достигнутая ими влажность останется постоянной, если температура и влажность воздуха в помещении не изменятся.

Если же, например, увеличить относительную влажность воздуха, то и влажность обоих образцов также увеличится и, наоборот, при осушении воздуха влажность их понизится, хотя разница во влажности 2—3% сохранится. Таким образом, оказывается, что между влажностью древесины и состоянием окружающего ее воздуха имеется определенная зависимость.

Влажность, к которой стремится древесина при постоянных условиях состояния воздуха, носит название *равновесной влажности* древесины. Зависимость равновесной влажности древесины от состояния воздуха представлена на диаграмме рис. 4. На этой диаграмме внизу нанесены значения температуры воздуха от 0 до 180° С, а слева по вертикали значения его относительной влажности. Наклонно расположенные линии с цифрами от 0 до 28 показывают равновесную влажность древесины W_p в процентах.

Предположим, что нужно определить равновесную влажность для

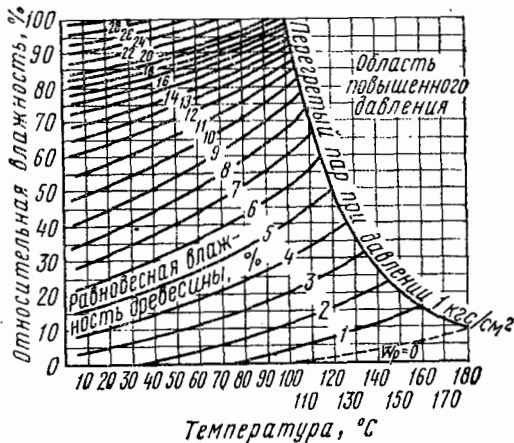


Рис. 4. Диаграмма равновесной влажности древесины

Эксплуатационная влажность древесины

Наименование изделий и материалов	Влажность, %, не более	Наименование изделий и материалов	Влажность, %, не более
Стройдетали:		Доски для чистых полов	12
оконные переплеты, балконные двери, фрамуги и коробки внутренних дверей, рамки каркаса, рейки заполнения и обкладки дверей	12	Плиты столярные	10
коробки окон и наружных дверей (входных с улицы)	10	Плиты древесностружечные	10
Наличники, плинтуса, галтели, раскладки и поручни	18	Ящичная тара для продовольственных товаров	18
	15	Мебель бытовая	10
		Музыкальные инструменты и футляры точных приборов	7
		Упаковочная стружка (обычная)	15

Примечание. Влажность заделок, пробок, шкантов, нагелей должна быть на 2—3% ниже влажности самого изделия, где они применяются.

древесины, находящейся в комнатных условиях при температуре воздуха +20°С и относительной его влажности 50%.

Находим на диаграмме точку пересечения линии, идущей от температуры 20°С, и линии, соответствующей 50% влажности. Эта точка находится между наклонными линиями 9 и 10. Значение равновесной влажности в этом случае будет примерно 9,8%.

Отсюда следует, что древесину нужно высушивать с учетом условий, в которых будет работать изделие из этой древесины. Древесину для мебели нужно сушить, например, до 6—10%, а доски для обшивки наружных стен дома сушить до такой влажности нет необходимости. Древесину, предназначенную для условий работы на открытом воздухе, достаточно сушить до 16—18%.

В табл. 4 приведены значения влажности, которую должна иметь древесина в изделиях разного назначения. Эта влажность называется *эксплуатационной*.

§ 8. СПОСОБЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЛАЖНОСТИ ДРЕВЕСИНЫ

Для определения влажности древесины (ГОСТ 16483. 7—71) пользуются различными способами, наиболее распространенными из которых являются весовой и электрический.

Весовой способ

От доски-образца отпиливают пробу — так называемую секцию влажности. Проба берется на расстоянии 300—500 мм от торца доски, как показано на рис. 5. Торцовый отрезок отбрасывают, так как он обычно имеет меньшую влажность, чем остальные части доски. Отрезанную пробу толщиной 10—12 мм тщательно очищают от

заусенцев и прилипших опилок, после чего немедленно взвешивают на технических весах с точностью до одной сотой доли грамма. Эту начальную массу пробы P_n заносят в журнал. Затем пробу помещают в электрический сушильный шкаф (рис. 6) и сушат при температуре $103 \pm 2^\circ \text{C}$.

Во время сушки пробу периодически вынимают и взвешивают на технических весах, отмечая каждый раз в журнале результаты взвешивания. Первое взвешивание выполняют через 6 ч после закладки пробы в шкаф, остальные — через каждые 2 ч. Когда масса пробы

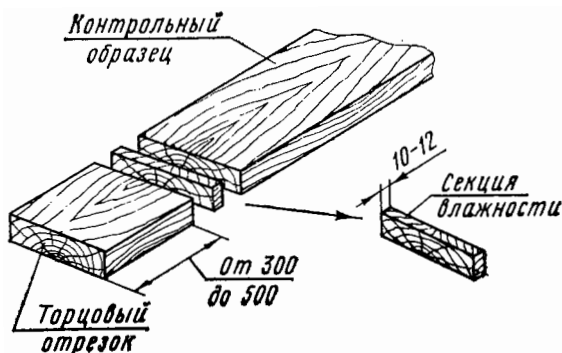


Рис. 5. Вырезка секций влажности из доски

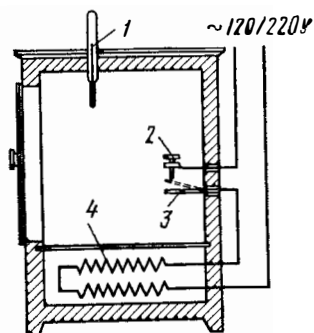


Рис. 6. Схема электрического сушильного шкафа с регулятором температуры:

1 — контрольный термометр, 2 — регулировочный винт, 3 — биметаллический стержень, 4 — электронагреватель

перестанет изменяться, т. е. когда она достигнет абсолютно сухого состояния, фиксируют последнее значение массы пробы P_c .

Влажность древесины в процентах определяют из выражения

$$W = \frac{(P_n - P_c)}{P_c} \cdot 100.$$

Пример. Начальная масса пробы $P_n = 82,14$ г, масса этой же пробы в абсолютно сухом состоянии $P_c = 49,8$ г. Нужно определить влажность древесины.

Влажность древесины равна

$$W = \frac{(82,14 - 49,8) \cdot 100}{49,8} = 65\%.$$

Для определения влажности доски нужно брать не менее двух проб. О том, как берут пробы на влажность в производственных условиях, подробно рассказано в гл. IX.

Электрический способ

Весовой способ определения влажности требует много времени — от 5 до 8 ч. Более быстро определяют влажность древесины с помощью специальных приборов — электровлагомеров. При этом

влажность древесины определяется косвенным путем, на основании измерения ее омического сопротивления, которое зависит от величины гигроскопической влажности древесины.

За пределами гигроскопической влажности зависимость между величиной влажности и электрическим сопротивлением сильно ослабевает, поэтому погрешность измерения электрическим способом влажности древесины выше точки насыщения волокна значительно возрастает. Широкое распространение получил электронный аккумуляторный электро-

влажномер ЭВА-2М (рис. 7). Прибор предназначен для определения влажности древесины в пределах от 7 до 60% и построен по мостовой схеме.

Ток, проходящий через испытываемую древесину, усиливается и затем измеряется микроамперметром М-24, шкала которого отградуирована в процентах влажности древесины.

Шкала имеет отдельные диапазоны: от 7 до 24% и от 22 до 60% влажности. В первом диапазоне погрешность прибора составляет $\pm 1,5-2\%$, во втором $\pm 10\%$.

Прибор питается от

малогабаритных щелочных аккумуляторов типа Д-0,06 и Д-0,2, которые заряжают от сети переменного тока 220 В при 50 Гц.

Для замеров влажности игольчатые датчики 1 прибора заглубляются в древесину со стороны пласти или кромки доски (но не в торец) таким образом, чтобы ток шел от одной иглы к другой вдоль волокон древесины.

При замыкании цепи кнопкой замера стрелка прибора покажет на шкале величину замеренной влажности. Если стрелка на первом диапазоне уйдет за шкалу, необходимо вести отсчет по шкале второго диапазона.

Тарировка электровлажномера проведена на древесине сосны при температуре древесины $+20^{\circ}\text{C}$. При измерении влажности древесины других пород и при иной температуре необходимо вводить поправки, пользуясь инструкцией, приложенной к прибору.

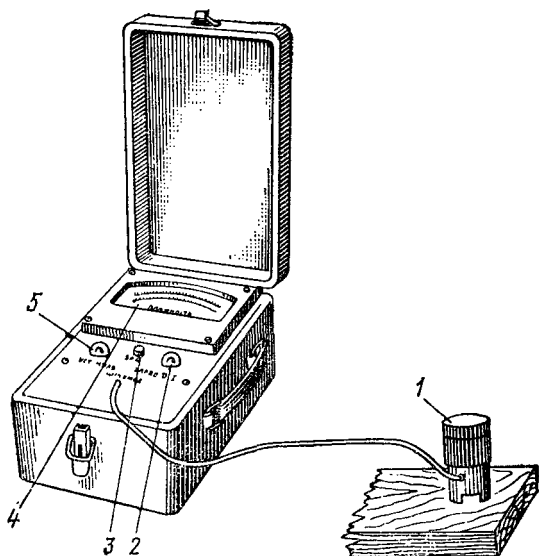


Рис. 7. Электровлажномер ЭВА-2М:

1 — датчик, 2 — ручка диапазонов, 3 — кнопка замера, 4 — микроамперметр, градуированный в процентах влажности древесины, 5 — установка нуля

В настоящее время выпускается электровлагомер ЭВ-2К, не имеющий аккумулятора и работающий непосредственно от сетевого тока.

Электрические влагомеры измеряют только локальную (местную) влажность в том месте, где заглублены иглы датчика. Для достоверного суждения о влажности целой доски необходимо произвести замеры в большом количестве точек по длине и ширине доски, взяв среднее значение из этих показаний.

При достаточно большой длине проводника между датчиком и прибором электровлагомер может быть использован для дистанционного измерения влажности древесины, находящейся в камере. При этом контрольные образцы с заглубленными иглами датчика укладываются внутрь штабеля, а прибор помещается вне камеры. При таких замерах обязательно делают поправку на истинную температуру древесины.

Однако дистанционный метод замера не дает верных результатов, в частности из-за того, что иглы датчика доставляют лишнее тепло к древесине в местах заглубления. Из-за подсушки древесины в этих местах контакт между датчиком и материалом нарушается и показания прибора искажаются. Поэтому дистанционный способ измерения влажности с помощью электровлагомеров не находит практического применения и нуждается в усовершенствовании.

§ 9. УСУШКА ДРЕВСИНЫ, ПРИПУСКИ НА УСУШКУ

Свойство древесины сокращать линейные размеры и объем при уменьшении содержащейся в ней связанной влаги называется *усушкой*. Пока из высушиваемой древесины удаляется свободная влага, усушки не происходит. Усушка начинается после перехода древесины через точку насыщения волокна, т. е. после снижения влажности за пределы 28—30%. Это обусловлено сокращением промежутков между мицеллами после удаления влаги. Усушка прекращается по достижении древесиной абсолютно сухого состояния. Практически усушка досок и брусков начинается раньше достижения ими средней влажности 25—30%, так как их наружные слои высыхают ниже влажности точки насыщения волокна, прежде чем начинается усушка внутренних слоев. Величина усушки выражается в процентах от первоначального размера.

Древесина обладает также свойством, обратным усушке, — способностью *разбухать*. Разбухание происходит при повышении влажности древесины в пределах от 0 до 30%.

Вследствие неоднородности строения древесины ее усушка и разбухание неодинаковы в различных направлениях. Наибольшую величину дает усушка в направлении годичных слоев, так называемая *тангенциальная*. Она достигает 8—12% при удалении всей влаги. Например, доска шириной 100 мм, выпиленная из боковой части бревна и высушенная до абсолютно сухого состояния, уменьшится по ширине до 88—92 мм. Усушка по направлению радиуса ствола, называемая *радиальной*, составляет 5—8%, а в направлении длины

древесных волокон (вдоль оси ствола), называемая *продольной*, составляет всего 0,1%. Практически продольная усушка никогда не учитывается.

Объемная усушка, т. е. уменьшение объема образца древесины при высушивании, равняется приблизительно сумме тангенциальной и радиальной усушек и составляет от 12 до 20%. Плотная древесина твердых пород даст большие величины усушки, а древесина хвойных и мягких лиственных пород — меньшие. ✓

Способность к усушке и разбуханию является отрицательным свойством древесины. Попытки стабилизировать размеры древесины пока не привели к успешным результатам. Единственным способом избежать нежелательного изменения размеров и формы деревянной детали или изделия является предварительное высушивание древесины до эксплуатационной влажности (см. табл. 4).

Для того чтобы пиломатериалы после высушивания имели нужные номинальные размеры, установлены *припуски* на усушку. Размеры этих припусков определены на основании тщательных исследований фактической усушки древесины различных пород и узаконены ГОСТами.

Припуски на усушку для пиломатериалов хвойных пород, выпиливаемых из сырой (влажностью 30% и выше) древесины и высушиваемых до различной конечной влажности, установлены ГОСТ 6782—67.

Величины припусков для пиломатериалов тангенциальной или смешанной распиловки из древесины ели, сосны, кедра и пихты даны в табл. 5.

Таблица 5

Припуски на усушку для пиломатериалов тангенциальной или смешанной распиловки из древесины ели, сосны, кедра и пихты

Номинальные размеры толщины и ширины пиломатериалов, мм	Припуски на усушку, мм, при конечной влажности пиломатериалов, %							
	5—7	8—10	11—13	14—16	17—19	20—22	23—25	26—28
13	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6
16	1,0	0,9	0,9	0,8	0,8	0,7	0,7	0,6
19	1,1	1,0	1,0	0,9	0,9	0,8	0,8	0,7
22	1,2	1,2	1,1	1,0	1,0	0,9	0,9	0,8
25	1,4	1,3	1,2	1,2	1,1	1,0	0,9	0,9
32	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0
40	2,1	2,0	1,8	1,7	1,6	1,4	1,2	1,0
50	2,5	2,4	2,2	2,0	1,8	1,6	1,3	1,0
60	3,0	2,8	2,6	2,4	2,1	1,8	1,4	1,0
70	3,4	3,2	3,0	2,7	2,3	1,9	1,5	1,0
80	3,9	3,7	3,4	3,0	2,5	2,0	1,6	1,0
100	4,8	4,6	4,2	3,6	2,9	2,3	1,7	1,1
120	5,8	5,4	4,8	4,1	3,3	2,6	1,8	1,1
130	6,2	5,8	5,2	4,4	3,6	2,7	1,9	1,1
140	6,7	6,3	5,5	4,6	3,8	2,9	2,0	1,1
150	7,1	6,7	5,8	4,9	4,0	3,0	2,1	1,2
200	9,4	8,7	7,5	6,2	5,0	3,7	2,5	1,2

Для пиломатериалов радиальной распиловки величины припусков берутся по той же таблице, но с коэффициентом 0,6.

Для древесины лиственницы размеры припусков берут на 30% больше соответствующих цифровых данных в табл. 5.

Припуски на усушку пиломатериалов, выпиливаемых из древесины влажностью ниже 30%, определяют как разность между величинами припусков на усушку, указанных в таблице для требуемой конечной и фактической начальной влажности древесины.

Для пиломатериалов, отличающихся по размеру на $\pm 1-2$ мм от приведенных в табл. 5, величина припуска берется по ближайшему большему размеру. В случае большой разницы в размерах величина усушки определяется путем интерполяции.

Пример 1. Определить припуски на усушку для сосновой доски смешанной распиловки толщиной 60 мм, шириной 120 мм, высушиваемой от начальной влажности более 30% до конечной 8%.

По таблице находим величину припуска по толщине 2,8 мм, по ширине — 5,4 мм. Если бы это была доска из лиственницы, то припуски на усушку составили бы по толщине $2,8 \times 1,3 = 3,6$ мм; по ширине $5,4 \times 1,3 = 7,0$ мм.

Пример 2. Найти величину припуска на усушку для еловых брусков с поперечным сечением 60×60 мм. Начальная влажность древесины 22%, конечная — 8%.

По таблице для толщины брусков 60 мм и конечной влажности 8% величина припуска равна 2,8 мм, а при влажности 22% — 1,8 мм. Искомая величина припуска на усушку равна $2,8 - 1,8 = 1$ мм.

Для пиломатериалов лиственных пород припуски на усушку устанавливаются ГОСТ 4369—72.

В зависимости от способа распиловки все пиломатериалы лиственных пород разделяются на две группы: пиломатериалы тангенциальной распиловки и пиломатериалы радиальной распиловки. Пиломатериалы смешанной распиловки в данном случае относятся к пиломатериалам тангенциальной распиловки.

Таблица 6

Припуски на усушку для пиломатериалов лиственных пород тангенциальной распиловки

Номинальные размеры пиломатериалов, мм	Припуски на усушку, мм, для пиломатериалов от начальной влажности 35% и более при конечной влажности, %									
	5—7	8—10	11—12	14—16	17—19	20—22	23—25	26—28	29—31	32—34
I группа пород древесины										
19	1,4	1,2	1,1	0,9	0,8	0,7	0,5	0,4	0,2	0,1
25	1,8	1,6	1,4	1,3	1,1	0,9	0,7	0,5	0,3	0,1
32	2,3	2,1	1,8	1,6	1,4	1,1	0,9	0,6	0,4	0,2
40	2,9	2,6	2,3	2,0	1,7	1,4	1,1	0,8	0,5	0,2
50	3,0	3,2	2,9	2,5	2,1	1,8	1,4	1,0	0,6	0,2
60	4,4	3,9	3,5	3,0	2,5	2,1	1,6	1,2	0,8	0,3
75	5,4	4,9	4,3	3,8	3,2	2,6	2,0	1,5	0,9	0,4
100	7,3	6,4	5,7	5,0	4,3	3,5	2,8	2,0	1,3	0,5
120	8,7	7,7	6,9	6,0	5,1	4,0	3,3	2,4	1,5	0,6
150	10,4	9,7	8,7	7,5	6,4	5,3	4,1	3,0	1,9	0,8
200	14,5	13,0	11,5	10,0	8,5	7,0	5,5	4,0	2,5	1,0

Номинальные размеры пило- материалов, мм	Припуски на усушку, мм, для пиломатериалов от начальной влажности 35% и более при конечной влажности, %									
	5-7	8-10	11-12	14-16	17-19	20-22	23-25	26-28	29-31	32-34

II группа пород древесины

19	1,9	1,7	1,5	1,3	1,1	0,9	0,7	0,5	0,3	0,1
25	2,5	2,3	2,0	1,8	1,5	1,2	1,0	0,7	0,4	0,2
32	3,3	2,9	2,6	2,2	1,9	1,6	1,2	0,9	0,6	0,2
40	4,1	3,6	3,2	2,8	2,4	2,0	1,5	1,1	0,7	0,3
50	5,1	4,6	4,0	3,5	3,0	2,5	1,9	1,4	0,9	0,4
60	6,1	5,5	4,8	4,2	3,6	2,9	2,3	1,7	1,1	0,4
75	7,6	6,8	6,1	5,3	4,5	3,7	2,9	2,1	1,3	0,5
100	10,1	9,1	8,1	7,0	6,0	4,9	3,9	2,8	1,7	0,7
120	12,2	10,9	9,7	8,4	7,1	5,8	4,6	3,4	2,1	0,8
150	15,2	13,7	12,1	10,5	8,9	7,4	5,8	4,2	2,6	1,0
200	19,9	18,2	16,1	14,0	11,9	9,8	2,7	5,6	3,5	1,4

Каждая из этих двух групп в свою очередь делится на две отдельные группы в зависимости от породы древесины.

Для пиломатериалов тангенциальной распиловки (табл. 6) к I группе относятся: дуб, береза, клен, ясень, ольха, осина и тополь; ко II группе — бук, граб, ильм и липа.

Таблица 7

Припуски на усушку для пиломатериалов лиственных пород
радиальной распиловки

Номинальные размеры пило- материалов, мм	Припуски на усушку, мм, для пиломатериалов начальной влажности 35% и выше при конечной влажности, %									
	5-7	8-10	11-13	14-16	17-19	20-22	23-25	26-28	29-31	32-34

I группа пород древесины

19	0,7	0,7	0,6	0,5	0,4	0,4	0,3	0,2	0,1	0,1
25	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1
32	1,2	1,1	1,0	0,8	0,7	0,6	0,5	0,3	0,2	0,1
40	1,5	1,4	1,2	1,0	0,9	0,7	0,6	0,4	0,3	0,1
50	1,9	1,7	1,5	1,3	1,1	0,9	0,7	0,5	0,3	0,1
60	2,3	2,0	1,8	1,6	1,3	1,1	0,9	0,6	0,4	0,2
75	2,8	2,5	2,3	2,0	1,7	1,4	1,1	0,8	0,5	0,2
100	3,8	3,4	3,0	2,6	2,2	1,8	1,4	1,0	0,6	0,3
120	4,5	4,1	3,6	3,1	2,7	2,2	1,7	1,3	0,8	0,3
150	5,7	5,1	4,5	3,9	3,3	2,7	2,1	1,6	1,0	0,4
200	7,5	6,8	6,0	5,2	4,4	3,6	2,9	2,1	1,3	0,5

II группа пород древесины

19	1,2	1,1	1,0	0,8	0,7	0,6	0,5	0,3	0,2	0,1
25	1,6	1,4	1,3	1,1	0,9	0,8	0,6	0,5	0,3	0,1
32	2,0	1,8	1,6	1,4	1,2	1,0	0,8	0,6	0,4	0,1
40	2,6	2,3	2,0	1,8	1,5	1,2	1,0	0,7	0,4	0,2
50	3,2	2,9	2,5	2,2	1,9	1,5	1,2	0,9	0,6	0,2
60	3,8	3,4	3,0	2,6	2,3	1,9	1,5	1,1	0,7	0,3
75	4,8	4,3	3,8	3,3	2,8	2,3	1,8	1,3	0,8	0,3
100	6,4	5,7	5,1	4,4	3,7	3,1	2,4	1,8	1,1	0,4
120	7,7	6,9	6,1	5,3	4,5	3,7	2,9	2,1	1,3	0,5
150	9,6	8,6	7,6	6,6	5,6	4,6	3,6	2,6	1,6	0,7
200	12,8	11,4	10,1	8,8	7,5	6,2	4,8	3,5	2,2	0,9

Для пиломатериалов радиальной распиловки (табл. 7) к I группе относятся: дуб, бук, ильм, клен, ясень, ольха, осина и тополь; ко II группе — береза, граб и липа.

Припуски на усушку установлены для пиломатериалов, выпиленных из древесины влажностью 35% и выше.

Величины припусков высчитаны для размеров сортиментов по толщине и ширине от 13 до 300 мм при высушивании их в диапазоне влажностей от 34 до 6%.

§ 10. ДЕФОРМАЦИЯ ДРЕВЕСИНЫ ПРИ СУШКЕ

Неодинаковость усушки древесины в различных направлениях обуславливает изменение формы поперечного сечения пиломатериалов в процессе их высыхания.

На рис. 8 показано, как изменяется форма досок и брусков, выпиленных из разных зон древесного ствола. В направлении кольца годичного слоя усушка больше, чем в направлении радиуса.

Доска 1 тангенциальной распиловки из заболонной зоны ствола коробится и принимает желобчатую форму. Радиальная доска 2, выпиленная из середины ствола, не коробится, не утончается с краев по сравнению с серединой. Брусок 3 квадратного сечения приобретает форму ромба, круглый стержень 4 становится эллиптическим.

Свойство древесины деформироваться в процессе высыхания необходимо учитывать при ее обработке. Желобообразного коробления заболонных досок можно избежать, если сушить их в зажатом состоянии. Остальные виды деформации неизбежны при сушке сырой древесины. Поэтому детали брускового профиля и круглые стержни необходимо вырабатывать из высушенной древесины, что позволит сэкономить сырье и повысить качество изделий.

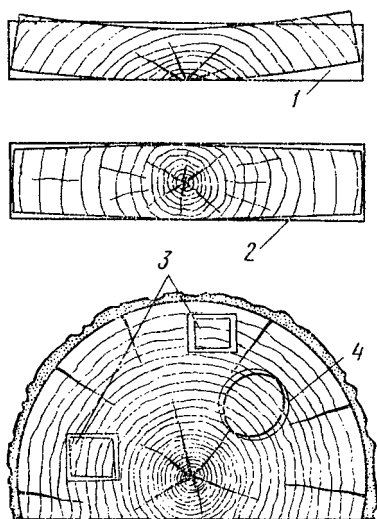


Рис. 8. Изменение формы поперечного сечения досок и деталей при усушке:

1 — тангенциальная доска, 2 — радиальная доска, 3 — квадратные бруски радиальной и тангенциальной распиловки, 4 — круглый стержень

§ 11. ПЛОТНОСТЬ ДРЕВЕСИНЫ

Плотность древесины — это масса древесины, заключающаяся в единице объема, например в одном кубическом сантиметре или в одном кубическом метре. В первом случае плотность измеряется в

граммах на 1 см³, во втором — в тоннах на 1 м³. Величина плотности древесины зависит от ее породы и влажности.

В практике сушки при расчетах принято пользоваться так называемой *условной плотностью*, которая выражается отношением плотности древесины в абсолютно сухом состоянии к объему древесины при влажности выше точки насыщения волокна (т. е. до усушки). Величины условной плотности древесины различных пород приведены в табл. 8.

Т а б л и ц а 8

Средние значения условной плотности древесины различных пород *

Наименование породы	Условная плотность ρ , т/м ³	Наименование породы	Условная плотность ρ , т/м ³
Береза обыкновенная	0,50	Лиственница	0,52
Бук	0,53	Сосна	0,40
Граб	0,63	Ясень обыкновенный	0,55
Дуб	0,56	Осина	0,40
Ель	0,36	Ольха	0,42
Кедр (Сибирь)	0,35		

* По РТМ Комитета стандартов при Совете Министров СССР «Показатели физико-механических свойств древесины», 1962.

Пример. Определить, сколько влаги придется удалить из 1 м³ соснового пиломатериала при сушке его от начальной влажности $W_n=70\%$ до конечной влажности $W_k=8\%$.

Зная из табл. 8 условную плотность ρ сосны, равную 0,40 т/м³ (или 400 кг/м³), и принимая в расчет значения ее начальной и конечной влажности, определяем количество влаги M , удаляемой при сушке 1 м³ древесины:

$$M = \rho_{\text{усл}} (W_n - W_k) = 400 \left(\frac{70}{100} - \frac{8}{100} \right) = 248 \text{ кг/м}^3.$$

Глава IV

ФИЗИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ, ПРОИСХОДЯЩИЕ В ПРОЦЕССЕ СУШКИ ДРЕВЕСИНЫ

§ 12. ВЛАГООТДАЧА, ВЛАГОПРОВОДНОСТЬ И ТЕРМОВЛАГОПРОВОДНОСТЬ ДРЕВЕСИНЫ

Процесс сушки заключается в удалении содержащейся в материале влаги путем ее испарения, т. е. превращения влаги в пар, который затем поглощается нагретым воздухом (агентом сушки).

При сушке в первую очередь и наиболее быстро испаряется влага с поверхности и из наружных слоев древесины. Из внутренних зон к наружным влага поступает медленнее и требует определенных условий.

Явление испарения влаги с поверхности древесины в окружающую среду называется *лагоотдачей*.

Перемещение влаги внутри древесины определяется *влажностью*. Влага перемещается от более влажных зон к более сухим.

Для нормального хода процесса сушки необходимо, чтобы оба эти явления протекали взаимосвязанно. Сушку нужно вести так, чтобы поток влаги из внутренних слоев древесины к наружным не отставал бы от интенсивности влагоотдачи. В противном случае наружные слои пересохнут, и вследствие большей усадки по сравнению с внутренними, могут растрескаться.

Интенсивность влагоотдачи зависит от разности парциальных давлений (см. гл. I) в слое воздуха (газа или пара) над поверхностью влажной древесины и в объеме окружающего воздуха, а также от скорости воздуха. Чем больше разность парциальных давлений и скорость воздуха, тем сильнее испаряется влага с поверхности, т. е. тем выше влагоотдача.

Парциальное давление водяного пара над поверхностью древесины будет тем больше, чем влажнее или чем более нагрета древесина, которая отдает влагу. Парциальное давление воздуха в пространстве, окружающем древесину, зависит в свою очередь от температуры воздуха и его относительной влажности.

Только при сушке очень тонких слоистых древесных материалов, например шпона и фанеры, интенсивность сушки может определяться одной влагоотдачей. При сушке любых пиломатериалов решающую роль будет играть теплопроводность. На величину теплопроводности влияют следующие факторы.

1. Перепад влажности, т. е. разница по влажности между внутренними более влажными и наружными высыхающими слоями. Величина перепада влажности, выраженная в процентах на единицу расстояния между зонами на 1 см или 1 мм толщины, называется *градиентом влажности*. Чем выше градиент влажности, тем интенсивнее теплопроводность. Теплопроводность прямо пропорциональна градиенту влажности древесины.

2. Температура древесины. Чем сильнее прогрета древесина, тем выше ее теплопроводность за счет снижения вязкости влаги в капиллярах. Поэтому при высокотемпературных режимах сушки процесс идет быстрее, чем при низкотемпературных.

Свойство древесины перемещать влагу под действием перепада (градиента) температур называется *термовлагодисперсностью*. Если одна часть отрезка древесины нагрета сильнее, чем другая, то в нем возникает интенсивный поток влаги от более горячих зон к более холодным даже в тех случаях, когда холодная зона оказывается более влажной.

С явлением термовлагодисперсности мы встречаемся при сушке древесины токами высокой частоты. В электрическом поле ТВЧ древесина интенсивно прогревается во внутренних зонах, в то время как окружающий воздух и наружные слои материала остаются более холодными. Это и вызывает интенсивный приток влаги изнутри к поверхности материала.

Если древесину нагревать выше 100°C , т. е. выше точки кипения воды, то свободная влага внутри клеток и в межклеточных пространствах может вскипать. При этом давление пара во внутренних зонах станет выше атмосферного, следовательно, образуется перепад давлений, который погонит влагу изнутри к поверхности. Это явление можно наблюдать, например, при топке печи сырыми дровами. Мы можем видеть, как влага стремится от разогретой средней части полена, находящегося в костре, к более холодному торцу полена и пар выбивается оттуда струйками.

Свойство термовлагопроводности древесины необходимо учитывать и при проведении сушки в камерах. Так, в начальный период процесса при прогреве древесины влага, находящаяся в наружных зонах, нагревается сильнее, чем во внутренних, и это вызывает движение ее снаружи внутрь. Если при этом мы не замедлим влагоотдачу с поверхности, то наружные слои пересохнут и могут растрескаться. Поэтому прогревать древесину нужно обязательно при высокой относительной влажности воздуха в сушильном пространстве, чтобы свести влагоотдачу к нулю.

§ 13. ХОД ПРОЦЕССА СУШКИ ДРЕВЕСИНЫ

Процесс сушки древесины во времени протекает неравномерно и может быть разделен на четыре этапа.

Первый этап — прогрев древесины, во время которого влага из нее не убывает. Влажность древесины может даже несколько увеличиться за счет конденсации влаги из окружающего воздуха на поверхности холодной древесины.

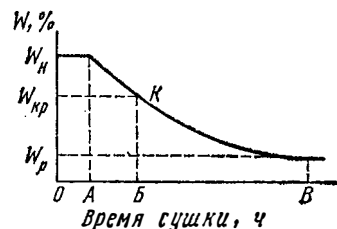


Рис. 9. График процесса сушки древесины

Второй этап — сушка древесины от высокой начальной влажности W_n до так называемой критической $W_{кр}$, несколько превышающей значение влажности при насыщении волокна. На этом этапе из древесины удаляется свободная влага и процесс протекает наиболее интенсивно.

Третий этап — сушка от критической влажности до заданной конечной. На этом этапе из древесины удаляется связанная влага. Процесс идет более замедленно, чем на втором этапе.

Четвертый этап — остывание материала. В некоторых случаях ему предшествует кондиционирование.

Процесс камерной сушки древесины может быть изображен графически. Если на горизонтальной оси отложить время сушки, а на вертикальной оси — влажность древесины в процентах, то процесс убыли влаги из древесины будет характеризоваться кривой сложной формы (рис. 9).

На отрезке OA , соответствующем времени прогрева, линия убыли

влаги идет горизонтально. Это означает, что влажность древесины при прогреве не уменьшается.

На втором этапе кривая убыли влаги круто идет вниз, достигая критической точки K (отрезок $A-B$).

На третьем этапе (отрезок $B-B$) процесс сушки замедляется, и кривая убыли влаги становится более пологой. В конце третьего этапа и далее кривая переходит в горизонтальную прямую, т. е. процесс сушки заканчивается, приближаясь к равновесной влажности.

§ 14. НАПРЯЖЕНИЯ, ВОЗНИКАЮЩИЕ В ДРЕВЕСИНЕ В ПРОЦЕССЕ СУШКИ, И ИХ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

Просыхание доски, помещенной в камеру, начинается с наружных слоев, в то время как внутренние слои еще не прогрелись и не начали сохнуть. Если влажность наружных слоев древесины перейдет за предел точки насыщения волокна и они начнут усыхать, а во внутренних слоях, имеющих влажность выше 30%, усушки еще не будет, то наружные слои окажутся в состоянии недопущенной усуш-

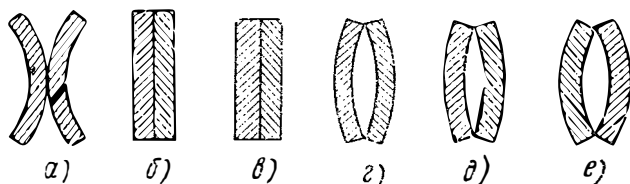


Рис. 10. Развитие напряжений в древесине в процессе сушки

ки и будут растянуты, а внутренние — сжаты. В этих случаях говорят, что в древесине возникли напряжения.

Если в это время вынуть доску из камеры, немедленно вырезать из нее секцию, а затем расколоть секцию острым длинным ножом на две полоски, то они изогнутся наружу, как показано на рис. 10, a . Напряжения, незаметные при внешнем осмотре доски, быстро обнаружатся.

Если полоски оставить сохнуть на воздухе, например на нагретой поверхности, они выпрямятся (рис. 10, b). Это означает, что после выравнивания влажности древесины по всему сечению секции напряжения исчезают.

Напряжения, возникающие в древесине в начале процесса сушки из-за неравномерного распределения влажности в поперечном сечении сохнущей доски, называются *временными*.

Рассмотрим поведение напряженной древесины в сушильной камере. Когда напряжения, возникшие в древесине в начальной стадии процесса, очень велики, они могут привести к растрескиванию поверхности досок в том случае, если растягивающие напряжения превзойдут предел прочности древесины поперек волокон. Но даже

и тогда, когда наружные трещины не возникли, оставлять напряжения в древесине нежелательно и опасно.

Так как древесина в нагретом состоянии пластична, то наружные слои доски могут высохнуть в растянутом состоянии и в дальнейшем, сохраняя свои размеры и форму, будут противодействовать усадке внутренних слоев доски, когда последние прогреются и тоже начнут усыхать. Тогда во внутренних слоях возникнут растягивающие напряжения, которые в свою очередь могут привести к образованию внутренних трещин.

Особенно часто внутренние трещины появляются в досках твердых лиственных пород, обладающих большой усушкой.

Если внутренние трещины в доске не образовались и она внешне осталась цельной, но напряжения в ней сохранились, такая доска является дефектной и непригодной для дальнейшей механической обработки. Например, полученные при ребровой распиловке из этой доски детали покоребятся.

Чтобы обнаружить напряжения, возникшие во внутренних слоях сохнувших досок, опять вырезают из контрольной доски силовую секцию и после раскалывания анализируют форму полосок. Может оказаться, что полоски останутся прямыми (рис. 10, в), но после подсушки они изогнутся внутрь (рис. 10, г).

Такая картина очень характерна для средних стадий процесса сушки. Она показывает, что образовавшиеся напряжения во внутренних слоях невелики и уравниваются временными напряжениями, сохраняющимися в наружных слоях доски.

Но может случиться, что изгиб полосок внутрь обнаружится сразу же после раскалывания секции (рис. 10, д), а в дальнейшем, после подсушки, станет еще резче (рис. 10, е). Это характерно для последних стадий процесса сушки и свидетельствует о том, что в доске образовались сильные напряжения постоянного характера, которые могут повлечь за собой либо возникновение внутренних трещин, либо коробление доски при ее дальнейшей обработке.

Для устранения временных напряжений, возникающих в начале сушки, необходимо быстро повысить относительную влажность сушильного агента в камере до полного насыщения, чтобы прекратить высыхание и усадку наружных слоев доски, пока древесина не прогреется по всей толщине.

Для устранения постоянных напряжений, которые возникают во второй половине процесса сушки, необходимо повысить температуру и относительную влажность сушильного агента, чтобы за счет интенсивного влажного прогрева древесины повысить ее пластичность и дать возможность усадки наружным слоям, которые в первом периоде сушки оказались растянутыми. Однако относительная влажность воздуха должна быть ниже 100%, чтобы не дать наружным слоям доски разбухнуть и усугубить напряжения.

Правила проведения тепловой влагообработки сохнувшего материала для устранения в ней напряжений приведены в гл. IX.

§ 15. ДЕФЕКТЫ СУШКИ ДРЕВЕСИНЫ

Дефекты, которые появляются в древесине при сушке, можно разделить на две группы. К первой группе следует отнести явные дефекты: коробление, растрескивание и выпадение сучков, ко второй — скрытые дефекты: напряжения в древесине, повышенная и неравномерно распределенная влажность как по сечению каждой доски, так и во всей партии материала.

Коробление. Коробление древесины может быть обусловлено либо природными ее свойствами (неодинаковая усушка в тангенциальном и радиальном направлении, дефекты строения — крень и наклон волокон), либо возникшими в процессе сушки напряжениями.

Коробление может быть поперечным (рис. 11, а), продольным по пласти (рис. 11, б), продольным по кромке (рис. 11, в) и винтообразным (рис. 11, г).

Коробления древесины, вызванного ее природными свойствами, можно избежать или в значительной степени ослабить его, правильно укладывая доски в штабеля и равномерно зажимая доски прокладками.

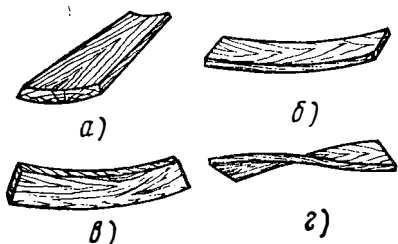


Рис. 11. Коробление досок:

а — поперечное, б — продольное по пласти, в — продольное по кромке, г — винтообразное

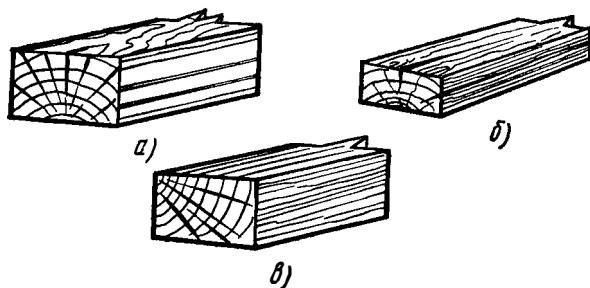


Рис. 12. Трещины в древесине, возникающие при сушке:

а — торцовые, б — поверхностные, в — внутренние

Растрескивание. Растрескивание происходит из-за неправильного высушивания древесины. Различают торцовые (рис. 12, а), поверхностные (рис. 12, б) и внутренние (рис. 12, в) трещины.

Торцовые трещины появляются в первую очередь, так как испарение влаги с поверхности торца пиломатериала в несколько раз интенсивнее, чем с пластей и кромок. Поэтому и усадка древесины в слоях, прилегающих к торцовой поверхности, начинается раньше.

Торцовые трещины, вначале очень неглубокие, могут углубляться вдоль доски и даже привести к продольному ее разрыву, что иногда наблюдается в пиломатериалах твердых лиственных пород.

Для предотвращения торцовых трещин торцы досок обмазывают специальными составами, затрудняющими испарение, например извести-меловой замазкой. Замазку готовят из 33 частей по массе древесной смолы, 33 частей мела, 17 частей олифы и 17 частей извести-пушонки, тщательно перемешанных. Пушонку свежего гашения применять не рекомендуется. Имеются и другие рецепты замазок.

Поверхностные трещины возникают вследствие резкого перепада влажности между поверхностными и внутренними слоями древесины, который получается при интенсивном испарении влаги с поверхности пиломатериалов в начале процесса сушки.

Наиболее подвержены поверхностному растрескиванию сердцевые доски и брусья.

Для предотвращения поверхностных трещин увеличивают время прогрева материала во влажной среде при полном насыщении воздуха паром. Об этом подробно рассказано в гл. IX.

Предотвратить появление поверхностных трещин очень важно, так как они могут заглубиться, а при дальнейшей сушке сузиться из-за усадки древесины. Такие трещины незаметны при внешнем осмотре высушенного пиломатериала, но они снижают его прочность. Образованию поверхностных трещин предшествует возникновение напряженного состояния древесины (сильные временные напряжения), поэтому необходимо производить контроль напряжений в пиломатериале.

Внутренние трещины образуются в древесине на конечной стадии процесса сушки, если растягивающие напряжения во внутренней ее зоне превосходят предел ее прочности. Поэтому необходимо следить за состоянием и развитием напряжений во второй половине сушильного процесса, когда влажность древесины становится ниже предела гигроскопической влажности (точки насыщения волокна).

Наиболее подвержены внутреннему растрескиванию твердые лиственные породы. Образование внутренних трещин в пиломатериалах мягких хвойных пород при камерной сушке встречается редко и наблюдается только у лиственницы. При сушке в петролатумных ваннах внутренние трещины (свищи) возникают очень часто и у хвойных досок.

Выпадение сучков. Это очень частый дефект при сушке пиломатериалов хвойных пород. Ослабление связи сучков происходит из-за того, что более плотная древесина сучка усыхает сильнее, чем окружающие ее слои доски. Ослабленные сучки легко выпадают при механической обработке досок, образуя на пласти сквозные отверстия.

Остаточные напряжения. В предыдущих параграфах говорилось о производственных потерях древесины при раскросе пиломатериалов, выпущенных из сушильной камеры с остаточными напряжениями.

Поэтому сушильщикам следует принять за правило тщательно контролировать состояние древесины в процессе сушки и ни в коем случае не выпускать из камеры материал с не полностью устраненными напряжениями.

Неоднородность влажности высушенного материала. Из сушильных камер в производство часто поступают пиломатериалы с неоднородной влажностью. В одной и той же партии высушенного материала встречаются доски с повышенной и пониженной влажностью против допустимой или доски с недопустимо большим перепадом влажности по толщине. Причинами такого дефекта, сильно снижающего качество будущих изделий, могут быть:

большое колебание начальной влажности у сырых пиломатериалов, поступающих в сушку в одной и той же партии;

преждевременная выгрузка из камеры недосушенных пиломатериалов;

плохая работа сушильных камер или их конструктивные недостатки.

Поэтому рекомендуется сырые пиломатериалы подвергать предварительной атмосферной подсушке в штабелях в течение нескольких месяцев, тщательно контролировать ход процесса камерной сушки, следить за фактической убылью влаги из материала и за своевременным окончанием процесса.

Глава V

КОНСТРУКЦИИ ЛЕСОСУШИЛЬНЫХ КАМЕР

§ 16. СХЕМЫ УСТРОЙСТВА ЛЕСОСУШИЛЬНЫХ КАМЕР И ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ

Основным устройством для сушки пиломатериалов является лесосушильная камера. Источником теплоты для сушки в камерах может быть пар, поступающий из парового котла, или топочные газы, получаемые от сжигания топлива в специальных топках. В деревообрабатывающей промышленности в качестве топлива используют рейки, опилки и т. п., а иногда и природный газ. Отходы производства являются сырьем для получения ценных древесных и других материалов, поэтому их сжигание в топках является крайней мерой.

Пар, обогревающий камеры, подается в систему металлических труб — так называемые калориферы. Топочные газы в смеси с воздухом непосредственно поступают в пространство камеры.

Нагретый влажный воздух, пар или смесь топочных газов с воздухом, т. е. среда, высушивающая материал в камере, называется *сушильным агентом*, или *агентом сушки*.

Конструкций камер много, но все их можно свести к нескольким основным схемам.

В зависимости от характера сушильного агента камеры подразделяются на *паровоздушные*, в которых агентом сушки является

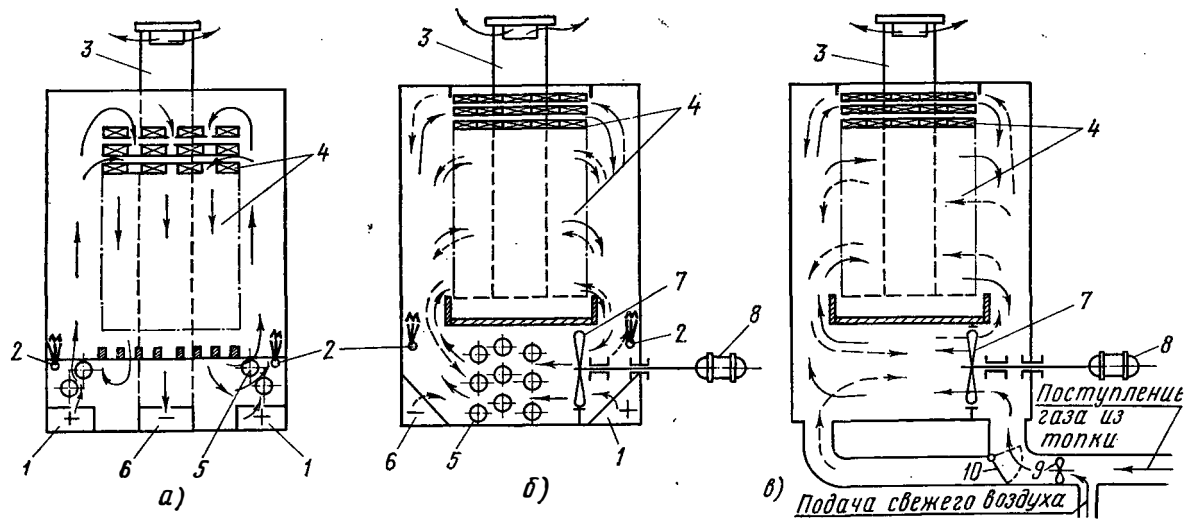


Рис. 13. Схемы устройства лесосушильных камер:

a — паровоздушной с естественной циркуляцией, *б* — паровоздушной с побудительной циркуляцией, *в* — газовой с побудительной циркуляцией; 1 — приточный канал, 2 — увлажнительные паровые трубы, 3 — вытяжная труба с шибером, 4 — штабель пиломатериалов, 5 — калорифер, 6 — вытяжной канал, 7 — осевой вентилятор, 8 — электродвигатель, 9 — дополнительный вентилятор, 10 — перекидная заслонка

воздух, нагретый калориферами, и *газовые*, где агентом сушки является смесь топочных газов и воздуха.

Различают также камеры, в которых сушильным агентом служит *перегретый пар*, образующийся из влаги, испаренной из древесины; они относятся к группе паровоздушных.

Способ передачи тепла материалу от газообразной среды называется *конвекцией*. Поэтому камерную сушку называют иногда *конвективной сушкой*. Воздух или газ движется в камере по замкнутому пути: источник тепла — материал — источник тепла. Такое движение принято называть *циркуляцией*. Камеры бывают с *естественной циркуляцией*, в которых движение сушильного агента происходит за счет неодинаковой плотности воздуха нагретого и остывшего, с *побудительной циркуляцией*, когда движение сушильного агента осуществляется вентилятором.

На рис. 13, а приведена принципиальная схема устройства паровоздушной камеры с естественной циркуляцией. Действие ее станет понятно, если вспомнить о свойствах нагретого воздуха.

Воздух, нагретый калорифером 5, ставший более легким, поднимается в верхнюю часть камеры к пиломатериалам, уложенным в штабель 4 на реечных прокладках. Между боковыми кромками досок оставлены зазоры (шпации). Соприкасаясь с влажными досками, воздух поглощает испаряемую из них влагу, расходуя на это часть полученной от калорифера теплоты, и остывает. При этом воздух становится тяжелее и опускается по зазорам (шпациям) между досками.

Далее этот же отработавший воздух попадает в подвальную часть камеры, где через вытяжной канал 6, а затем трубу 3 часть его удаляется наружу. Вместо него через приточные каналы 1 в камеру подается свежий более сухой воздух. Смесь отработавшего и свежего воздуха поступает к калориферу, снова нагревается и поднимается в верхнюю часть камеры к пиломатериалам, а затем вновь опускается вниз через штабель в подвальную часть.

Таким образом, в камере устанавливается вполне закономерная циркуляция агента сушки постоянного направления: вверх — вне штабеля и вниз — внутри него. Для увлажнения воздуха в камере установлены паровые трубы 2.

На рис. 13, б дана принципиальная схема паровоздушной камеры с побудительной циркуляцией агента сушки. Поток воздуха, побуждаемый вентилятором 7, проходит через калориферы 5 и, нагревшись, поступает к высушиваемому материалу, уложенному в штабель 4. Часть увлажненного отработавшего воздуха удаляется через вытяжной канал 6 и трубу 3 наружу, а остальной воздух подсасывается вентилятором 7, смешивается со свежим воздухом, поступающим через приточный канал 1, снова нагревается и поступает в штабель.

Циркуляция воздуха в штабеле имеет горизонтально-поперечное направление, поэтому зазоры (шпации) между боковыми кромками досок становятся ненужными, и доски укладывают без шпаций. Полезное заполнение штабеля плотной массой материала в камерах

с побудительной поперечной циркуляцией повышается на 25—30%. Кроме того, в этих камерах можно менять направление потока сушильного агента и тем самым обеспечивать более равномерное просушивание материала по ширине штабеля. Такое изменение направления циркуляции называется *реверсированием* (на рисунке переменное направление воздушных потоков показано сплошными и пунктирными стрелками).

Схема газовой сушильной камеры с побудительной циркуляцией показана на рис. 13, в. Эта камера отличается от паровоздушной отсутствием калориферов, так как тепло в нее подается с топочными газами.

Для перемещения горячих газов обычно служит дополнительный вентилятор 9 (на группу камер или на каждую камеру), а для реверсирования газов (их попеременного направления в правую или левую сторону) — перекидная заслонка 10.

Газовые сушильные камеры не нуждаются в установке паровых котлов и калориферов, поэтому для их сооружения требуется меньше металла, чем для паровых.

На рис. 13, б и в показаны камеры, у которых вентиляторы расположены внизу, в подвале, снизу же подается нагретый агент сушки. Работа камеры принципиально не изменится, если схему повернуть на 180°, чтобы вентиляторы, калориферы и горячие газоды оказались над штабелем. В этом случае становятся ненужными подвалы, что делает камеры независимыми от глубины расположения грунтовых вод на участке и удешевляет строительство. В этом дополнительное преимущество камер с побудительной циркуляцией.

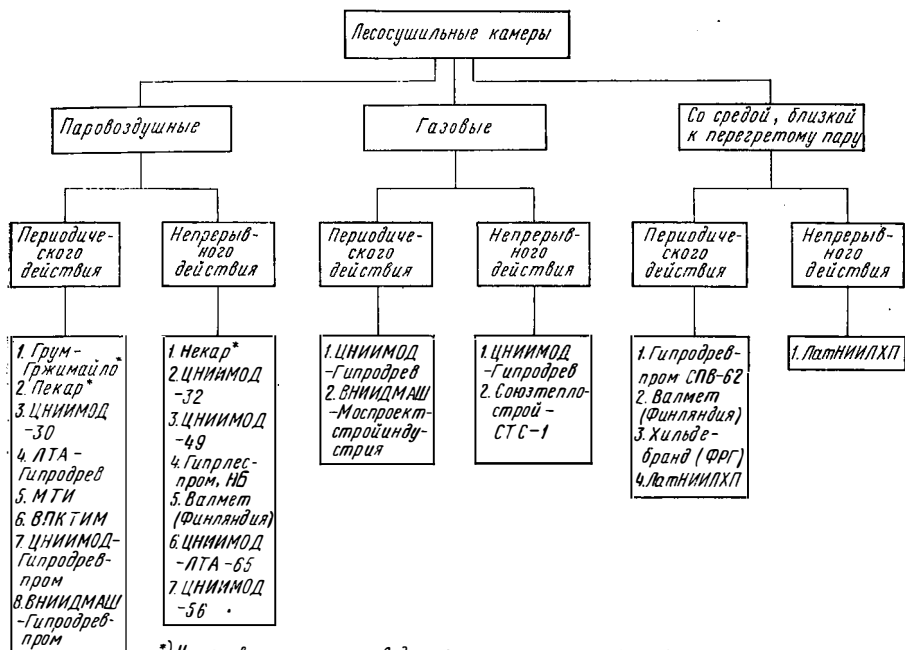
По режиму работы все лесосушильные камеры можно разделить на две группы: *периодического* и *непрерывного действия*. Камеры периодического действия устраивают на один и два штабеля по ширине. Материал в них просушивается одновременно во всем сушильном пространстве. По окончании процесса весь материал выгружают из камеры.

Тепловое и вентиляторное оборудование размещено так, чтобы во всех точках объема камеры можно было обеспечить одинаковые условия температуры и влажности воздуха. Режим изменяется в зависимости от влажности высушиваемого материала.

Камеры непрерывного действия представляют собой коридоры, по ширине рассчитанные обычно на один ряд штабелей. Они загружаются с одного конца, а разгружаются с противоположного. При выгрузке из камер штабелей с высушенным материалом остающиеся штабеля перемещаются к разгрузочному концу на длину выгруженных штабелей и на освободившееся место загружают новые штабеля сырых пиломатериалов.

Камера работает непрерывно. Температура и влажность сушильного агента в камере от загрузочного конца к разгрузочному изменяются: температура повышается, а относительная влажность понижается.

Камеры периодического действия предназначены для сушки сравнительно небольших партий пиломатериалов разнообразных пород и размеров. Благодаря возможности проведения тепловлагообработки воздухом повышенной температуры и влажности они обеспечивают более высокое качество сушки пиломатериалов по сравнению с камерами непрерывного действия. Крупные трудно сохнувшие сортименты и древесину ценных пород сушат только в таких камерах. В камерах непрерывного действия сушат в основном пиломатериалы крупных партий однородных сортиментов, главным образом хвойных пород.



* Устаревшие малопроизводительные сушильные камеры с естественной циркуляцией, подлежащие реконструкции.

Рис. 14. Классификация лесосушильных камер

По способу устройства камеры подразделяют на *стационарные* и *сборные*. У стационарных камер ограждения выполняют из кирпича и железобетона. Ограждения и оборудование сборных камер изготовляют заводским путем и доставляют потребителю в виде утепленных панелей — щитов и монтажных узлов. Поэтому на месте сооружения камер требуется только сборка готовых элементов, что позволяет значительно сократить сроки строительства.

Классификация лесосушильных камер представлена на рис. 14. В следующих параграфах приводится краткое описание сушильных камер отдельных конструкций.

§ 17. ПАРОВОЗДУШНЫЕ И ГАЗОВЫЕ КАМЕРЫ ПЕРИОДИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ

Паровоздушные камеры

На рис. 13, а была показана схема сушильной камеры с естественной циркуляцией воздуха. По этой схеме, предложенной В. Е. Грумм-Гржимайло, строились камеры в годы первой и второй пятилеток, которые работают еще на отдельных предприятиях до сего времени. Однако эти камеры неэкономичны по сравнению с камерами с побудительной циркуляцией.

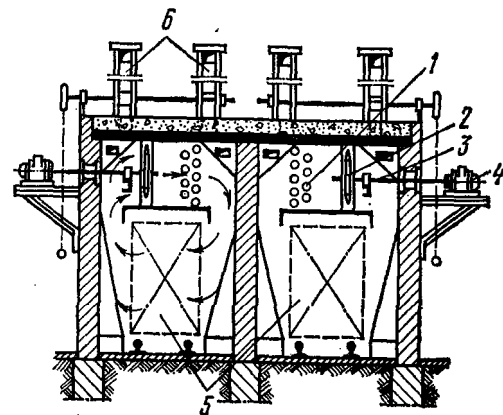


Рис. 15. Сушильная камера ЦНИИМОД-30 (блок из двух камер):

1 — калорифер, 2 — осевой реверсивный вентилятор, 3 — поперечный вал, 4 — электродвигатель, 5 — штабеля с материалом, 6 — приточно-вытяжные трубы

Продолжительность

сушки пиломатериалов в них значительно больше, а производительность соответственно меньше. Кроме того, качество просыхания материалов в них не отвечает современным технологическим требованиям производства. Поэтому такие камеры модернизируют, переводя на побудительную скоростную реверсивную циркуляцию воздуха. Для нового строительства камеры с естественной циркуляцией не рекомендуются.

Большая часть камер с побудительной циркуляцией оборудуется внутренними осевыми вентиляторами, которые соединяются с валами электродвигателей эластичными муфтами или клиноременной передачей. Нагревательное оборудование располагается в верхних частях камер или вдоль их боковых стен, что обеспечивает равномерную циркуляцию агента сушки по материалу. Для предотвращения перетекания агента сушки мимо штабелей в камерах устанавливают экраны.

На рис. 15 показан блок из двух одноштабельных камер ЦНИИМОД-30 с побудительной циркуляцией, предназначенных для сушки заготовок. В каждой камере установлен консольно один осевой вентилятор 2 на поперечном валу 3 с электродвигателем 4. Осевой реверсивный вентилятор серии У-12 № 10—12 обеспечивает циркуляцию воздуха по материалу со скоростью до 1,7 м/с. Габаритные размеры штабеля $2 \times 2 \times 2 = 2,5$ м. Годовая производительность одной камеры до 300 м^3 условного пиломатериала. Калорифер 1 из ребристых чугунных труб и вентиляторная установка расположены внутри камеры, а электродвигатель 4 с муфтой —

снаружи. Эти камеры блокируют попарно, оставляя разрывы для размещения электродвигателей, что ухудшает использование производственной площади. Такие камеры строят длиною на один и два штабеля для сушки пиломатериалов в штабелях обычного размера ($1,8 \times 2,6 \times 6,5$ м).

На рис. 16 представлена конструкция камеры ЛТА — Гипродрев (системы П. В. Соколова) с осевыми вентиляторами, установлен-

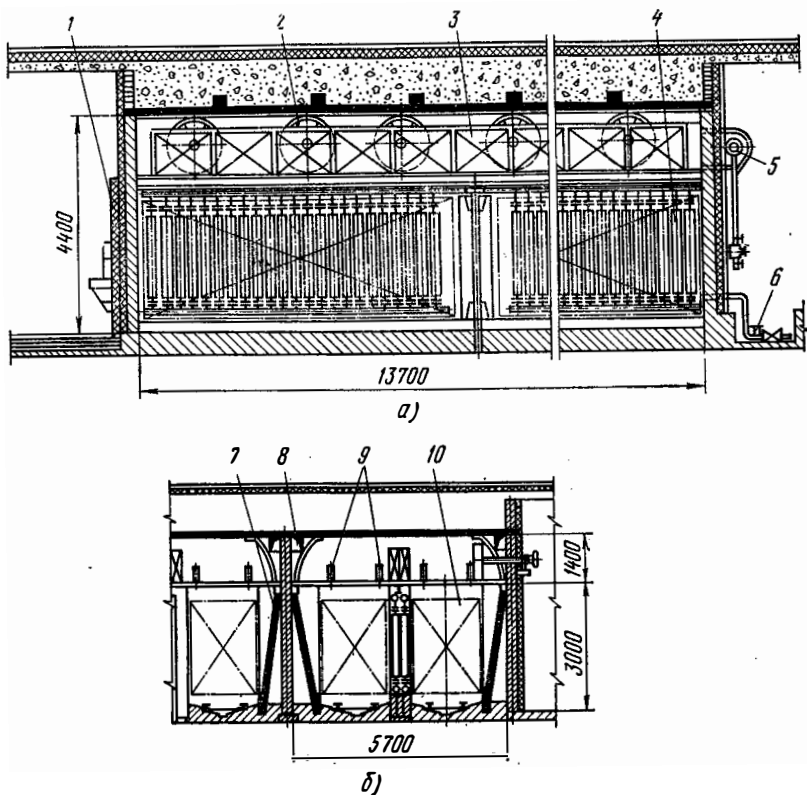


Рис. 16. Сушильная камера ЛТА — Гипродрев с осевыми реверсивными вентиляторами:

а — продольный разрез, *б* — поперечный разрез; 1 — загрузочная дверь, 2 — осевой реверсивный вентилятор, 3 — пластинчатый калорифер, 4 — калорифер из чугунных ребристых труб, 5 — паровая магистраль, 6 — конденсатоотводчик, 7 — наклонная стенка, 8 — воздухообменный канал, 9 — пневмоприжимы, 10 — штабель пиломатериалов

ными в надштабельном пространстве камеры. Отличительной особенностью этой камеры является овальная форма ее поперечного сечения, образованная устройством воздухонаправляющих экранов в надштабельном канале и у продольных стен камеры. Благодаря такой форме поток циркулирующего воздуха движется внутри камеры с плавными поворотами и наименьшими местными сопротивлениями. Проект разработан в двух модификациях: камеры двухпутные на четыре и на два штабеля. Габаритные размеры каждого штабеля $1,8 \times 2,6 \times 6,5$ м.

Ограждения четырехштабельной камеры запроектированы из сборного железобетона с утеплением, а двухштабельной — цельно-металлические: по стальному каркасу обшивка снаружи из стального листа, а изнутри либо из листового алюминия, либо из черной стали с антикоррозионным покрытием; утепление — из теплоизоляционных материалов (например, стекловолокна).

Вентиляторы 2 серии У-12 № 10 в реверсивном исполнении установлены консольно на поперечных валах. В четырехштабельной камере установлено шесть вентиляторов, а в двухштабельной — три. Опорное устройство для валов вентиляторов решается в различных вариантах. На рис. 16 показано устройство вала с размещением подшипников в трубчатой ванне с жидкой смазкой при водяном охлаждении. Электродвигатели и органы управления вынесены за пределы камеры в помещение, граничащее с боковой стеной камеры.

В верхней части камеры установлена группа пластинчатых калориферов 3 марки КФС-11, а в рабочей части между двумя рядами штабелей 10 смонтирована вторая группа калориферов 4 из ребристых чугунных труб. Каждая группа имеет самостоятельное управление.

Суммарная поверхность нагрева калориферов составляет в двухштабельной камере 497 м², а в четырехштабельной — 962 м², что позволяет применять при сушке высокотемпературные режимы, а при частичном отключении труб — нормальные. Камера снабжена воздухообменными каналами 8 с заслонками. Для предотвращения коробления верхних рядов досок устроены пневмоприжимы.

Описанное здесь конструктивное решение Гипродрева допускает блокировку камер лишь попарно с оставлением между двухкамерными блоками вспомогательных помещений для электродвигателей, гаропроводов, конденсатоотводчиков и пр. Как и в первом случае, это снижает степень использования производственной площади здания.

Научно-исследовательским сектором Московского технологического института (Л. В. Сахновским и Б. С. Царевым) разработана и внедрена в производство конструкция паровых камер периодического действия со скоростной горизонтально-поперечной циркуляцией воздуха или среды, близкой к перегретому пару (рис. 17).

В надштабельном канале, имеющем трапециевидную форму, установлены осевые вентиляторы 2 серии У-12 № 10 реверсивного исполнения на поперечных двухопорных валах с подшипниками, вынесенными за пределы сушильного пространства и установленными в удобных для обслуживания местах.

В проекте ВПКТИМ валы вентиляторов присоединяются к электродвигателям с помощью эластичных муфт с устройством в самом трапециевидном перекрытии местных площадок для установки электродвигателей и корпусов подшипников. Трапециевидная форма рециркуляционного канала позволяет уменьшить длину валов у вентиляторов.

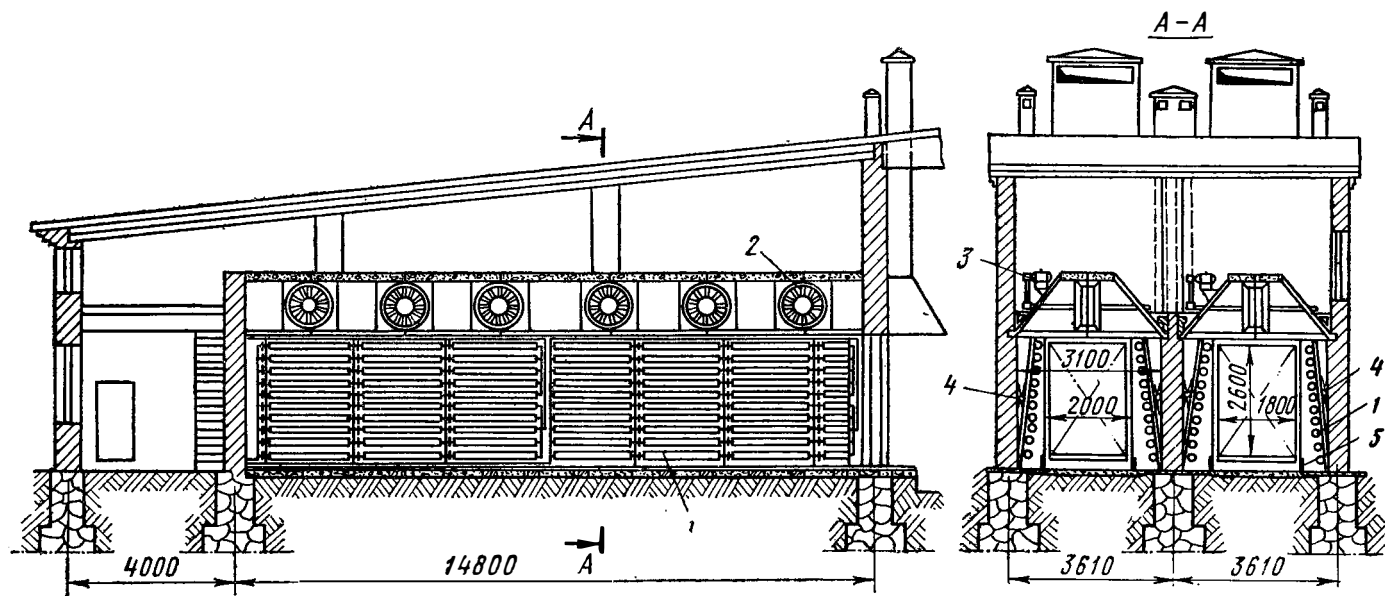


Рис. 17. Сушильная камера с осевыми реверсивными вентиляторами на поперечных валах и трапециевидным перекрытием:
 1 — calorиферы, 2 — осевой реверсивный вентилятор, 3 — электродвигатель, 4 — увлажнительные трубы, 5 — экран

Калориферы 1 из ребристых чугунных труб установлены наклонно (поверхность нагрева 520 м^2). Такое размещение калориферов способствует повышению теплоотдачи их поверхности и равномерному распределению воздуха по высоте штабеля. Скорость циркуляционного воздуха $2,5 \div 3,0 \text{ м/с}$. Камера оборудована одностворной металлической дверью. Для увлажнения воздуха установлены паровые трубы 4, а для предотвращения перетекания воздуха мимо штабелей экраны 5.

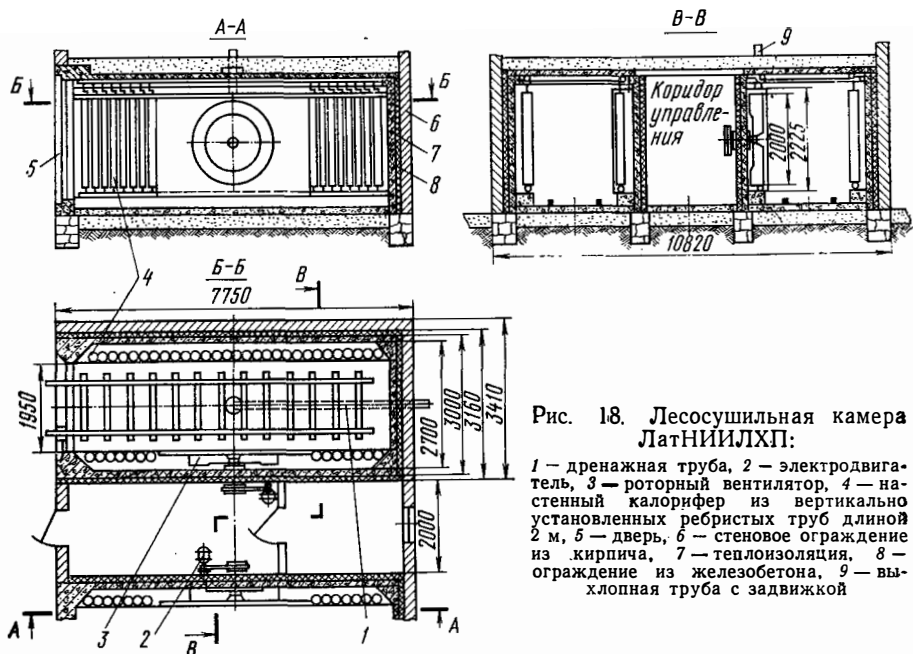


Рис. 18. Лесосушильная камера ЛатНИИЛХП:

1 — дренажная труба, 2 — электродвигатель, 3 — роторный вентилятор, 4 — настенный калорифер из вертикально установленных ребристых труб длиной 2 м, 5 — дверь, 6 — стеновое ограждение из кирпича, 7 — теплоизоляция, 8 — ограждение из железобетона, 9 — выхлопная труба с задвижкой

Для герметизации и повышения долговечности все строительные ограждения изнутри камеры покрыты эпоксидной смолой, а теплоизоляция трапециевидного перекрытия выполнена из пеностекла.

Лесосушильные камеры данной конструкции обеспечивают высокую интенсивность и равномерность циркуляции воздуха, а следовательно, равномерность просыхания материала; в камерах можно осуществлять любые режимы сушки. Все органы управления камерами расположены в помещении второго этажа, поэтому не требуется устраивать специальный коридор управления.

Сушильные камеры с принудительной циркуляцией конструкции ЛатНИИЛХП разработаны на один, два и четыре штабеля пиломатериалов. Схема одноштабельной сушильной камеры изображена на рис. 18. У продольной стены камеры установлен роторный вентилятор 3 диаметром 2 м. Вентилятор работает как центробежный со скоростью 300 об/мин.

В последних конструкциях камер ЛатНИИЛХП вентиляторы устанавливаются не по середине длины штабеля, а против его поло-

вины и агент сушки, пройдя через одну половину штабеля, возвращается к вентилятору через другую половину.

Корпуса камер собирают из алюминиевых щитов, устанавливаемых на специально подготовленное бетонное основание, после чего щиты обкладывают слоем стекловаты толщиной 120 мм и кирпичной кладкой толщиной 250 мм. Слой стекловаты на потолке делается 300 мм. Если камеры работают на открытом воздухе, над ними устанавливают навес.

В камерах ЛатНИИЛХП циркуляция агента сушки в штабеле горизонтально-поперечная нереверсивная, что снижает равномерность просыхания пиломатериалов.

В этих камерах древесину сушат при высокотемпературных режимах и в среде, близкой к перегретому пару, с небольшой примесью воздуха.

Электродвигатели и приборы управления устанавливают в промежуточных помещениях между камерами, которые блокируют парно, что ухудшает использование площади здания.

На рис. 19 показано устройство сушильной камеры с осевыми реверсивными вентиляторами на вертикальных валах. Проект разработан Всесоюзным проектно-конструкторским и технологическим институтом мебели (ВПКТИМ) по изобретению Л. В. Сахновского и Б. С. Царева.

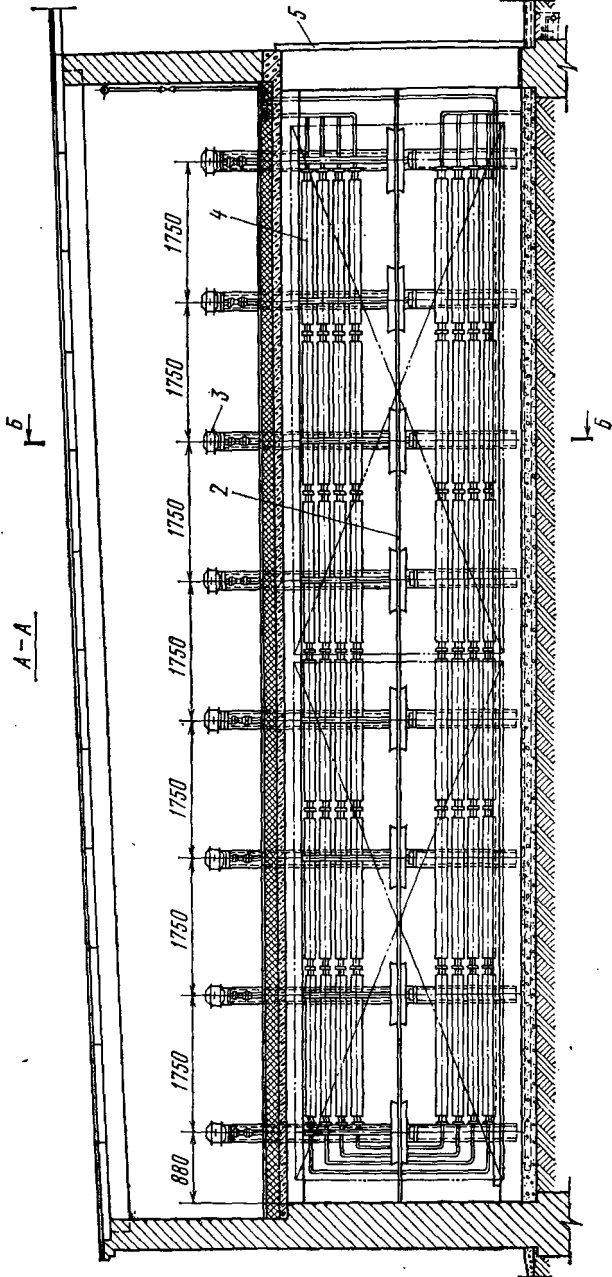
Характерная особенность этой камеры заключается в том, что вентиляторы 1 расположены в боковой промежутке между штабелями и продольной стеной и вращаются в плоскости горизонтальной перегородки 2, размещенной на уровне 1,5 м от пола камеры, т. е. на половине высоты штабелей. Поэтому площадь живого сечения штабелей, через которую проходит поток циркулирующего воздуха, сокращается вдвое.

Таким образом, здесь представляется возможным получить нужную скорость циркулирующего воздуха в штабелях при вдвое меньшей производительности вентиляторной установки и меньшей затрате электроэнергии. Циркуляция в этой камере происходит следующим образом. Вентиляторы засасывают воздух из верхних половин штабелей и нагнетают в нижние с тем, чтобы у противоположной стены воздух опять вошел в верхние, и т. д.

При реверсировании направление потока изменяется на обратное. В данной камере циркуляция воздуха со скоростью в штабеле 2,8—3 м/с осуществляется восемью осевыми реверсивными вентиляторами ЦАГИ серии У-12 № 7.

Привод вертикальных валов вентиляторов 1 осуществляется каждый от своего электродвигателя 3 мощностью 2,2 кВт через эластичную муфту. Таким образом, общая мощность привода на камеру составляет 17,6 кВт против 22 и 28 кВт камерам одинаковой емкости, описанных ранее.

Каждый вал вращается в двух подшипниках. Верхний подшипник шариковый радиальный имеет возможность перемещения внутри люфта в корпусе для компенсации температурного удлинения вала. Деформация поглощается зазором в муфте. Упорным является ниж-



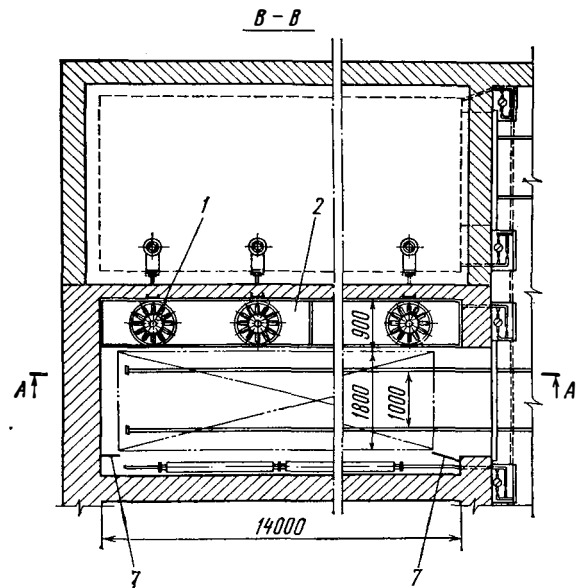
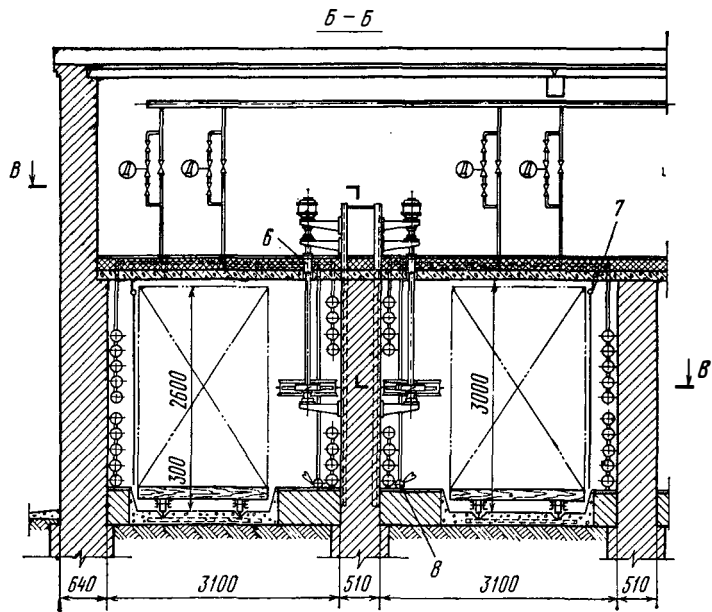


Рис. 19. Лесосушильная камера ВПКТИМ с осевыми реверсивными вентиляторами на вертикальных валах:
 1 — осевой реверсивный вентилятор, 2 — разделительная горизонтальная перегородка, 3 — электродвигатель, 4 — калорифер из ребристых труб, 5 — металлическая дверь, 6 — сальник, 7 — экраны (на поперечном разрезе экраны условно не показаны), 8 — увлажнительная труба

ний подшипник — роликовый конический, вращающийся в масляной ванне.

Калорифер 4, собранный из чугунных ребристых труб, расположен на боковых стенах. Общая поверхность нагрева 480 м^2 . Состоит он из нескольких секций (144 , 336 и 480 м^2), позволяющих включать его по частям.

Для увлажнения воздуха установлена паровая труба 8 с перфорированными стенками. Камера снабжена экранами 7, предотвращающими перетекание воздуха мимо штабелей. Для внешнего воздухообмена устроена вытяжная труба (на рисунке не показана). Камера оборудована металлической дверью 5. Снаружи у двери устроены участки откидных рельсов.

В камере можно осуществлять как нормальные, так и форсированные режимы сушки. При сушке необрезного пиломатериала не менее чем в двух рядах на половине высоты штабеля, разделяющих штабель на верхнюю и нижнюю половины, доски должны быть уложены как можно плотнее, поочередно комлем и вершиной в разные стороны.

Данная конструкция имеет ряд преимуществ перед другими камерами с внутренними осевыми вентиляторами. Становится не нужным внутрикамерное надштабельное пространство для размещения вентиляторов, которые занимают примерно одну треть высоты камер; упрощается форма потолочного перекрытия; отпадает необходимость в устройстве промежуточных вспомогательных помещений (коридоров управления) между двумя соседними камерами, снижающих использование производственной площади. Это конструктивное решение может быть использовано для модернизации камер устаревших систем, имеющих соответствующую ширину и небольшую высоту надштабельного объема.

В описанных выше конструкциях камер предусмотрено прямое побуждение циркуляции, когда вентиляторы пропускают весь объем воздуха, проходящего через штабель.

Имеются сушильные камеры с косвенным (эжекционным) побуждением циркуляции. Сущность эжекции заключается в том, что воздух или газ впускают в камеру через специальные сопла (насадки) с большой скоростью (30 — 40 м/с). Воздушный поток за счет разности давлений и трения вовлекает в движение массы окружающего воздуха, благодаря чему объем воздуха в самой струе растет, а скорость ее уменьшается. Объем эжектирующего воздуха, поданного вентилятором через сопла, увлекает за собой в несколько раз больший объем окружающего эжектируемого воздуха. Благодаря этому становится возможным с помощью специального вентилятора, обладающего повышенным напором, подать к штабелю необходимое количество воздуха.

Сушильные камеры с эжекционным побуждением циркуляции получили довольно широкое распространение в мебельной промышленности. Одна из таких камер ЦНИИМОД — Гипродрев (системы И. В. Кречетова) с осевыми высоконапорными вентиляторами серии В показана на рис. 20.

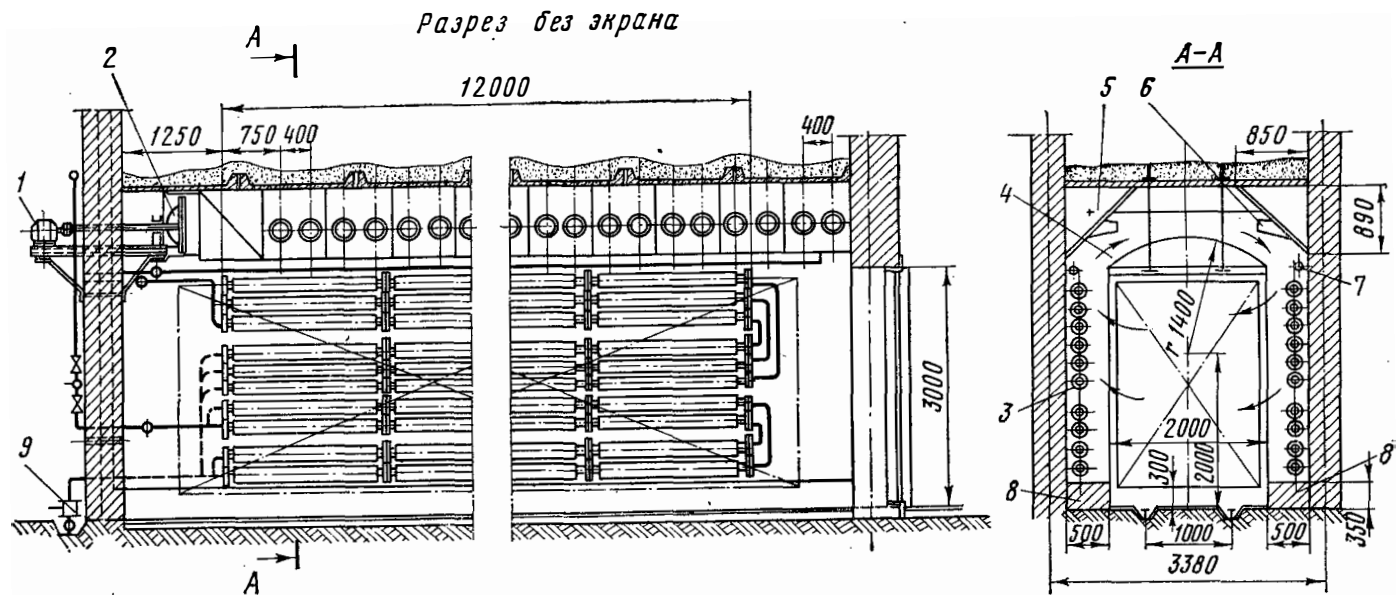


Рис. 20. Сушильная камера ЦНИИМОД — Гипродрев с эжекционной реверсивной циркуляцией:

1 — электродвигатель, 2 — осевой высоконапорный вентилятор, 3 — калорифер, 4 — подвесной экран, 5 — нагнетательный распределительный воздуховод с соплами, 6 — сопла, 7 — увлажнительная труба, 8 — экран, 9 — конденсатоотводчик

Нагнетательные воздуховоды 5 имеют треугольное сечение, что улучшает аэродинамику камер. Сопла 6 воздуховодов выполнены из листовой стали, предохраненной от коррозии. Калорифер 3 из ребристых чугунных труб размещен на продольных боковых стенках камеры. Электродвигатели 1 присоединены к валам вентиляторов с помощью эластичных муфт. В камере установлены консольно два вентилятора 2 перед каждым нагнетательным воздуховодом.

В надштабельном пространстве смонтирован подвесной экран 4 из листовой стали на каркасе из угловой стали. Образующий экраном канал служит для смешения эжектирующего воздуха, поступающего из сопел, и эжектируемого воздуха, подсосываемого из рабочей части камеры.

Струи воздуха, выходящие из сопел, на середине ширины канала смыкаются и подходят к противоположной стене общим потоком. Этот поток воздуха опускается у стены вниз, поступает в штабеля досок, забирает из них влагу и затем в пространстве у противоположной стены поднимается вверх, вторично подсосывается эжектирующей струей и опять нагнетается ею к штабелям. Воздух при подъеме и опускании соприкасается с калориферами и нагревается. Таким образом, поток воздуха многократно циркулирует по поверхности калориферов и материала.

Эжекционный принцип циркуляции позволяет в 3—4 раза сократить количество воздуха, проходящего через вентилятор, без уменьшения объема циркулирующего воздуха в камере. Реверсирование воздуха достигается поочередным включением в работу одного из двух вентиляторов. Скорость циркуляции воздуха по материалу составляет 0,5—1,3 м/с. Повышение скорости требует значительного увеличения мощности электродвигателей.

В нижних продольных углах камер имеются экраны из кирпича, предназначенные для предотвращения перетекания воздуха под штабелями. Отработавший насыщенный влагой воздух удаляется из камеры через вытяжную трубу.

На многих предприятиях эксплуатируются камеры ВНИИДМАШ — Гипродревпрома с эжекционным побуждением воздуха (рис. 21). Воздух, нагнетаемый центробежным вентилятором 2 вверх, попадает в один из двух продольных распределительных воздуховодов 6, проходящих по верху камеры. Отсюда воздух выходит через сопла.

Над вентилятором в воздуховоде установлена реверсивная коробка 4 с перекидной заслонкой. При повороте заслонки воздух выходит из другого ряда сопел нагнетательного канала и движение его изменяется на противоположное (реверсируется).

Необходимое условие правильной работы этих камер — герметичность попеременного перекрывания реверсивной перекидной заслонкой каждого нагнетательного канала.

Камеры с эжекционной реверсивной циркуляцией воздуха имеют ряд недостатков, основными из которых являются неполадки в работе эжекционных узлов и повышенный удельный расход электроэнергии.

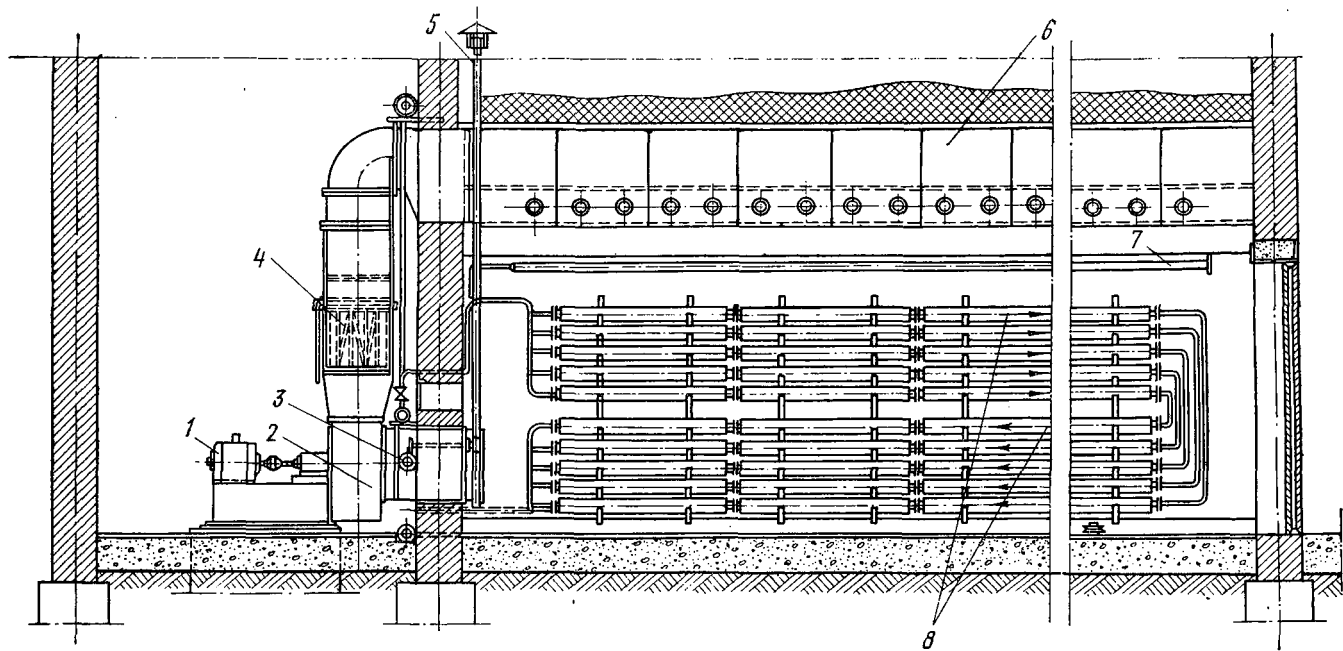


Рис. 21. Сушильная камера ВНИИДМАШ — Гипродревпром с эжекционной реверсивной циркуляцией:
 1 — электродвигатель, 2 — центробежный вентилятор, 3 — патрубок с шибером для пригона свежего воздуха, 4 — реверсивная коробка с перекидной заслонкой, 5 — вытяжная труба с шибером, 6 — распределительный воздухопровод с соплами, 7 — увлажнительная труба, 8 — калорифер

Газовые лесосушильные камеры

В газовых лесосушильных камерах для испарения влаги из древесины используется теплота газов, получаемых от сжигания в специальной топке сырых кусковых древесных отходов или природного газа. Для осуществления циркуляции газов по высушиваемому материалу использован принцип эжекционного побуждения. Циркуляция сушильного агента реверсивная, что способствует более равномерному просыханию древесины.

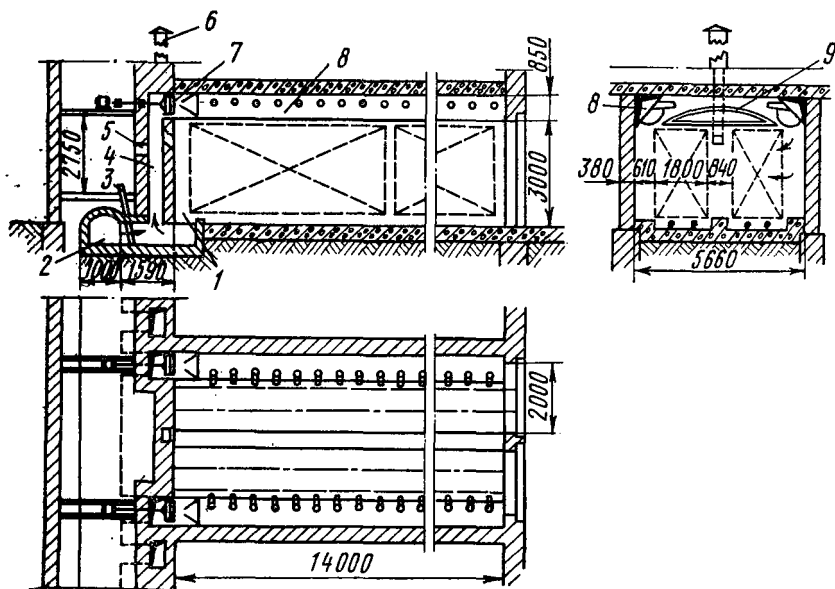


Рис. 22. Газовая сушильная камера ЦНИИМОД — Гипродрев на древесном топливе:

1 — отверстия для засоса циркулирующей смеси газов, 2 — боров, 3 — шибер, 4 — вертикальный газоход (канал), 5 — отверстие с заслонкой для подачи свежего воздуха, 6 — вытяжная труба, 7 — осевой высоконапорный вентилятор, 8 — газоход с соплами, 9 — подвесной экран

По сравнению с паровыми лесосушильными камерами стоимость строительства газовых камер меньше примерно на 35%, так как отпадает необходимость в котельных, паропроводах и калориферах. Кроме того, в котельных большое количество тепла теряется с отходящими газами, а в паровых калориферах — с уходящим горячим конденсатом. Газовые камеры используют для сушки пиломатериалов хвойных пород неотвественного назначения.

На рис. 22 показана газовая сушильная камера ЦНИИМОД — Гипродрев, в которой для испарения влаги используется бездымный газ, получаемый в топке при сжигании сырых кусковых древесных отходов. Четыре камеры обслуживает одна топка с системой газоходов.

В торцевой стене, примыкающей к коридору управления, имеются два вертикальных газохода 4 с шиберами, соединенных с общим горизонтальным газораспределительным боровом 2, идущим от топki. Вертикальные газоходы соединены двумя отверстиями 1 с пространством сушильной камеры. Через эти отверстия вентиляторами подсасывается отработавший газ.

Вблизи топki на газораспределительном борове имеется главный шибер. В верхней части вертикальных газоходов установлены

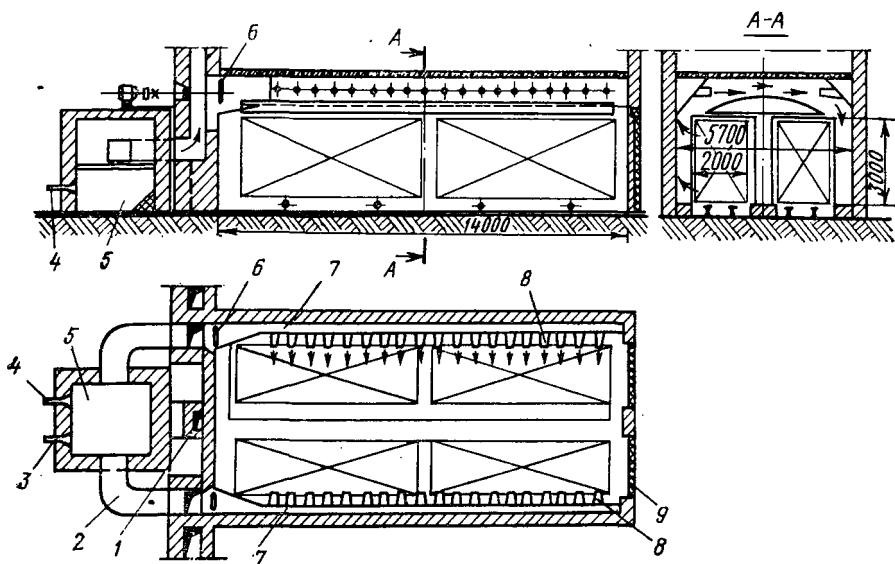


Рис. 23. Газовая сушильная камера ВНИИДМАШ — Моспроектстройиндустрия: 1 — вытяжная труба, 2 — газоходы, 3 — дополнительная горелка, 4 — основная горелка, 5 — топка, 6 — осевые высоконапорные вентиляторы, 7 — нагнетательные каналы, 8 — сопла, 9 — загрузочные двери

осевые высоконапорные вентиляторы, которые засасывают топочные и отработавшие газы из камеры и подают эту смесь с температурой не выше 150°C в нагнетательные газоходы 8 треугольного сечения с соплами. Температура смеси регулируется шиберами 3, установленными на газоходах. Выходя из сопел, газовая смесь вторично смешивается с циркулирующей по материалу смесью.

Направление потока движущегося по материалу агента сушки периодически изменяется на противоположное (реверсируется), что способствует ускорению и равномерности просыхания материала. Реверсирование достигается выключением одного электродвигателя с вентилятором и пуском второго, в результате чего струи газа выбрасываются из противоположного ряда насадок.

Вентиляторы 7 установлены консольно. Подшипники находятся в коридоре управления, один из них — в нише стены. Отработавший влажный газ удаляется из камеры через вытяжную трубу 6. В по-

следней конструкции камеры предусмотрено паровое увлажнительное устройство.

На рис. 23 показана газовая сушильная камера ВНИИДМАШ — Моспроектстройиндустрия, работающая на природном газе. Газ сжигается в специальной отдельной топке 5, имеющей основную 4 и дополнительную 3 горелки инжекционного действия. Отходящие от топки газоходы 2 подключены к вертикальным каналам, которые соединены с пространством камеры двумя отверстиями.

Реверсивная циркуляция газовой смеси осуществляется попеременно работающими осевыми высоконапорными вентиляторами 6 серии В № 10, установленными консольно на металлической раме, опирающейся на две стены.

Газы из топки примешиваются в газоходе к потоку рециркулирующей смеси для ее подогрева и повторного поступления в сушильную камеру. Перед вентилятором подсасывается отработанная смесь из камеры и затем нагнетается в каналы 7 с соплами 8. При выходе из сопел смесь еще раз подсасывается, и полученная смесь поступает в штабеля высушиваемого материала.

Температура газов в топке достигает 1000—1300° С, в камере циркулирует смесь температурой 100—115° С. Расход природного газа в среднем 50 м³/ч. Часть отработавшей смеси удаляется наружу через вытяжную трубу 1.

Рабочая газовая смесь бездымна. Пиломатериалы, высушенные в правильно работающих газовых камерах, не темнеют.

В табл. 9 приведены технические характеристики стационарных паровоздушных и газовых камер периодического действия.

Сборные металлические камеры

Для сушки древесины перегретым паром или в среде, близкой к перегретому пару, применяют сборные металлические камеры разных конструкций и размеров.

Среду перегретого пара получают путем перегрева влаги, испаряющейся из древесины, загруженной в камеру, а не впуском перегретого пара из котла. Камера как бы выполняет роль котла, работающего при атмосферном давлении, а калориферы — роль пароперегревателя. В начальный период процесса сушки находящийся в камере воздух вытесняется парами испаряющейся из древесины влаги, и дальнейший процесс происходит в среде перегретого пара. Скорость циркуляции агента сушки по материалу составляет 1,5—3,5 м/с. В камерах устанавливают осевые вентиляторы. Двери плотно закрывают винтовыми прижимами.

На рис. 24 показано устройство сборной металлической сушильной камеры Гипродревпрома СПВ-62. Камера имеет трапециевидную форму потолочного перекрытия, аналогичную рассмотренной ранее и приведенной на рис. 17.

Камеру собирают из четырех однотипных щитовых (утепленных) секций 2. У боковых стен имеются наклонные экраны.

В вентиляционном канале камеры на поперечных валах между

Технические характеристики лесосушильных камер периодического действия

Показатели	Паровые камеры					Газовые камеры	
	ЛТА — Гипродрев с осевыми реверсивными вентиляторами на поперечных валах	ВПКТИМ с осевыми реверсивными вентиляторами на вертикальных валах	ВНИИДМАШ — Гипродревпром с центробежным вентилятором и эжекционно-реверсивной циркуляцией	ВПКТИМ с осевыми реверсивными вентиляторами на поперечных валах	ЛатНИИЛХП с роторными осевыми вентиляторами и нереверсивной циркуляцией	ЦНИИМОД — Гипродрев с эжекционно-реверсивной циркуляцией (на древесном топливе)	ВНИИДМАШ — Моспроектстройиндустрия с эжекционно-реверсивной циркуляцией (на природном газе)
Внутренние размеры камеры (длина × ширина × высота) с учетом вентиляторного помещения, м	13,7×5,7× ×4,4	14×3,1×3	19×3,1×4,45	14×3,1× ×4,36	14×3×3	14×5,7×3,9	14×5,7×3,9
Число штабелей в камере при длине досок 6,5 м	4	2	2	2	2	4	4
Ширина и высота штабеля, м	1,8×2,6	1,8×2,6	1,8×2,6	1,8×2,6	1,8×2,6	1,8×2,6	1,8×2,6
Емкость камеры в условном материале, м ³	58,8	29,4	29,4	29,4	29,4	58,8	58,8
Расчетная годовая производительность камеры в условном материале, м ³	6800	3400	3400	3400	3400	6800	6800

Показатели	Паровые камеры					Газовые камеры	
	ЛТА — Гидродрев с осевыми реверсивными вентиляторами на поперечных валах	ВПКТИМ с осевыми реверсивными вентиляторами на вертикальных валах	ВНИИДМАШ — Гидродревпром с центробежным вентилятором и эжекционно-реверсивной циркуляцией	ВПКТИМ с осевыми реверсивными вентиляторами на поперечных валах	ЛатНИИЛХП с роторными осевыми вентиляторами и нереверсивной циркуляцией	ЦНИИМОД — Гидродрев с эжекционно-реверсивной циркуляцией (на древесном топливе)	ВНИИДМАШ — Моспроектстройиндустрия с эжекционно-реверсивной циркуляцией (на природном газе)
Тип и номер вентилятора	Осевой реверсивный серии У-12 № 10	Осевой реверсивный серии У-12 № 7	Центробежный Ц4-70 № 12	Осевой реверсивный серии У-12 № 10	Роторный диаметром 2 мм	Осевой серии В № 8—9	Осевой серии В № 10
Количество вентиляторов в камере, шт.	6	8	1	6	2	2	2
Установленная мощность электродвигателей, кВт	22,2	17,6	24	16,8	28	20	40
Тип калорифера	Пластинчатые и чугунные ребристые трубы		Чугунные ребристые трубы			—	—
Поверхность калориферов, м ²	962	480	480	520	392	—	—
Тип топки	—	—	—	—	—	Полугазовая на древесном топливе	На газообразном топливе
Количество топок на блок из пяти камер	—	—	—	—	—	1	На каждую камеру одна топка

Примечание. Годовая производительность камер приведена из расчета применения форсированного режима с повышенной температурой (до 110°С) и продолжительности сушки, согласно данным проектных организаций, 2,8 суток для пиломатериала с характеристикой условного. С применением других режимов и изменением продолжительности сушки производительность камер соответственно изменится.

О характеристике условного материала см. в § 42.

двумя подшипниками, вынесенными за пределы сушильного пространства, установлены четыре осевых реверсивных вентилятора 5 серии У-12 № 10. Вентиляторы приводятся в движение электродвигателями мощностью 4,5 кВт. Валы соединены с электродвигателями эластичными муфтами.

В вентиляционном канале смонтированы пластинчатые калориферы 4 (СТД-3009, модели Б-5 с пластинками из нержавеющей стали) с общей поверхностью нагрева 327 м². Камера рассчитана на за-

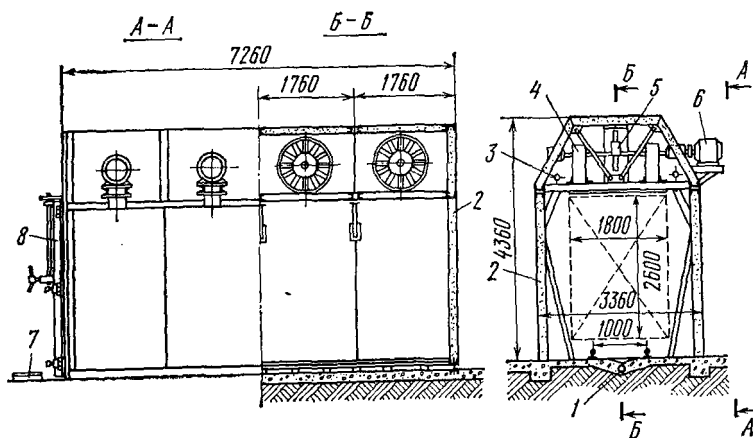


Рис. 24. Сборная металлическая сушильная камера Гипродревпрома СПВ-62:

1 — выхлопная труба, 2 — щитовая секция, 3 — увлажнительная труба, 4 — пластинчатый калорифер, 5 — осевой реверсивный вентилятор, 6 — электродвигатель, 7 — съемный участок рельсов, 8 — дверь

грузку одного штабеля с габаритными размерами 1,8×2,6×6,5 м. Расчетная скорость циркуляции сушильного агента по материалу в штабеле составляет около 3 м/с.

На рис. 25 показана сборная металлическая сушильная камера Валмет (Финляндия). Камеры Валмет имеют паровой или электрический обогрев. Внутренняя обшивка их выполнена из листового алюминия, а наружная — из стальных сетчатых листов. Между обшивками проложен слой теплоизоляции толщиной 100 мм из стекловолокна. Металлические двери снабжены винтовыми прижимами.

Камеру собирают из секций длиной по 1,25 м. В каждой секции установлен реверсивный осевой вентилятор с приводом от индивидуального электродвигателя. Вентиляторы изготовлены из легкого сплава. Подшипники вала вентилятора размещены вне камеры. Процесс сушки пиломатериалов в камере автоматизирован.

Имеется два типа паровых камер. Ширина камеры первого типа 1,7 м, она вмещает штабель длиной 6,0, шириной 1,2 и высотой 2,08 м.

Ширина камеры второго типа 2,4 м, она рассчитана на штабель размерами по ширине и высоте 1,7×2,08 м. Скорость циркуляции агента сушки по материалу 3 м/с.

На рис. 26 приведена цельнометаллическая камера фирмы «Са-теко» (Финляндия). Камера вмещает один штабель размером $2,0 \times 2,0 \times 6,0$ м.

Камеры изготовляют для разных размеров штабелей по ширине от 1 до 2 м и по длине от 3 до 8 м. Для обеспечения достаточной прочности каркас выполняют из фасонной стали, а для герметичности стальные листы обшивки толщиной 3—4 мм сваривают. Тепло-

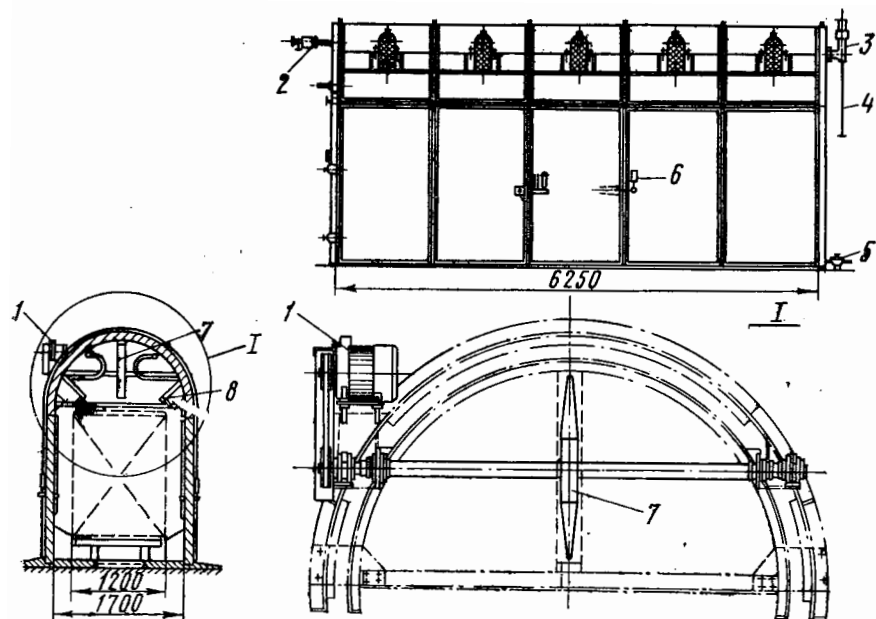


Рис. 25. Сборная металлическая сушильная камера Валмет (Финляндия):
 1 — электродвигатель, 2 — ввод пара, 3 — выхлопная труба, 4 — тяга задвижки от выхлопной трубы, 5 — конденсатоотводчик, 6 — психрометр, 7 — вентилятор, 8 — калорифер

изоляция ограждений камер производится при их установке. Для этого используют минеральную шерсть, покрытую гофрированным алюминием. Дверь снабжена винтовыми прижимами, имеет люк, через который можно определять по контрольным образцам текущую влажность находящегося в камере материала, не прерывая процесса сушки. Края двери и ее проем облицованы нержавеющей листовым металлом.

Камеру устанавливают на фундамент под навесом для защиты от атмосферных осадков. Пиломатериалы укладывают в штабель на прокладках без шпаций. Процесс сушки пиломатериалов автоматизирован и проходит при температуре $120\text{—}130^\circ\text{C}$. Циркуляция агента сушки реверсируется.

Эти камеры целесообразно применять для сушки пиломатериалов невысокой начальной влажности, например от транспортной

влажности до эксплуатационной. Подобные камеры разработаны Гипродревпромом в разных модификациях.

На рис. 27 приведена сборная металлическая лесосушильная камера Хильдебранд (ФРГ). В камеру одновременно загружается шесть штабелей размером $1,2 \times 1,65 \times 6,5$ м. Пиломатериалы укладывают в штабеля на прокладках без шпаций.

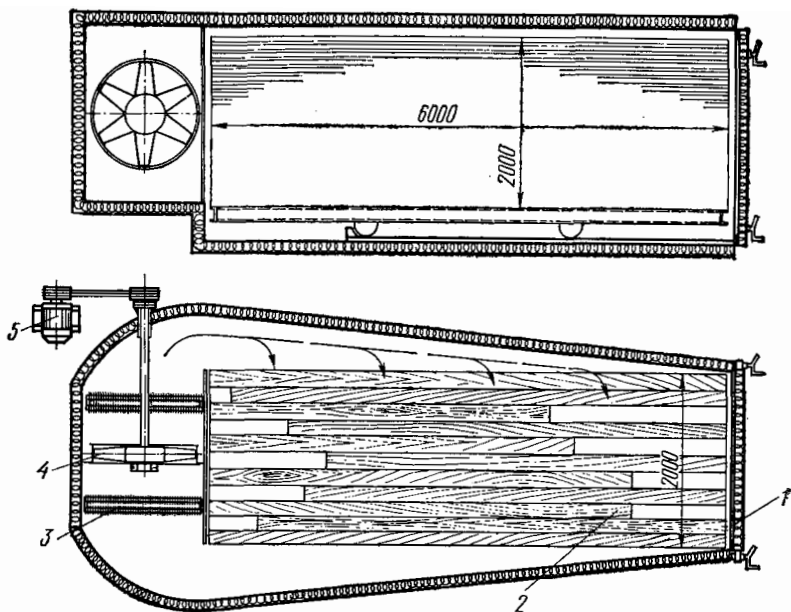


Рис. 26. Схема металлической камеры «Сатeko» (Финляндия):

1 — металлическая дверь с винтовыми прижимами и смотровым люком, 2 — штабель пиломатериалов, 3 — калорифер, 4 — реверсивный вентилятор, 5 — электродвигатель

Камеру монтируют из отдельных элементов. Корпус и утепленные панели ограждения камеры выполнены из профильного и листового алюминия. Корпус камеры установлен на неглубоком бетонном фундаменте 2. В полу камеры устроены желоба 1 для отвода воды.

В камере проложены два рельсовых пути. Снаружи у дверей камеры устроен приямок, который перекрывается съемным рельсовым мостиком. После закрытия дверей рельсовый мостик убирается и щель внизу перекрывается щитком. В канале между ложным потолком и перекрытием установлены десять осевых вентиляторов 13 (№ 8 с кручеными лопастями), за вентиляторами расположены направляющие аппараты 14 и диффузоры 11, которые выравнивают воздушный поток и обеспечивают равномерное прохождение воздуха по всей площади калориферов. Циркуляция воздуха по материалу горизонтально-поперечная переверсивная.

Камера оборудована герметически закрывающимися дверями, которые передвигаются по монорельсу. Для определения текущей

влажности материала по контрольным образцам в дверях имеется открывающийся люк.

Электродвигатели 15 и опоры с подшипниками находятся вне камеры. Калориферы 9 смонтированы в вентиляционном канале (над ложным потолком). У труб калорифера внутренние стенки изготовлены из стали, а наружные — из алюминиевых оребренных труб. Поверхность нагрева калорифера 400 м². За калорифером в промежутке между продольной стеной камеры и ложным потолком установлена распределительная решетка 6. В калорифер поступает пар с избыточным давлением 6 кгс/см², а в увлажнительную трубу 16 насыщенный пар давлением не более 0,5 кгс/см². Для этого на паропроводах установлены регулирующие клапаны 7 и 8.

Проведение процесса сушки в камере автоматизировано. Установка позволяет перейти в любое время на ручное управление.

Процесс сушки материала в камере проходит при температуре по сухому термометру 130°С и мокрому 95°С. Этот режим поддерживается на протяжении всего времени сушки. Перед началом сушки материал прогревают воздухом влажностью, близкой к 100%. Постепенно параметры среды доводятся до приведенного выше режима сушки. После сушки проводится кондиционирующая обработка материала при $t_c = 70^\circ$ и $t_m = 57^\circ$ С.

Технические характеристики сборных металлических камер периодического действия приведены в табл. 10.

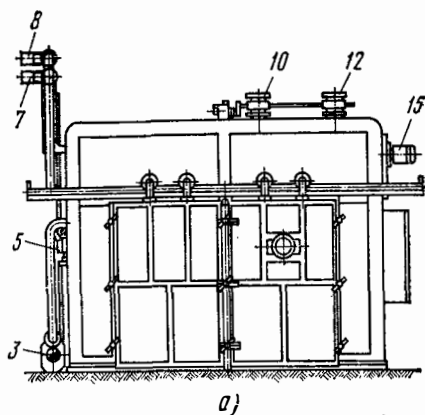
На рис. 28 представлена цельнометаллическая нагревательная установка сварной конструкции ПАП, используемая для сушки пиломатериалов. В установках ПАП применяют новый принцип нагрева без использования паровых, электрических и других нагревателей. Эти установки широко используют в промышленности для различных технологических процессов (термической обработки металлических и неметаллических заготовок, изделий и конструкций), а также для отопления помещений в полевых условиях.

Принцип действия установок заключается в следующем. Ротор центробежного вентилятора с лопатками специального профиля вращается с большой скоростью в замкнутом теплоизолированном контуре. При таких условиях значительная доля механической энергии эквивалентно преобразуется в тепловую, нагревая сушильный агент до высоких пределов, тепло передается материалу конвективным способом.

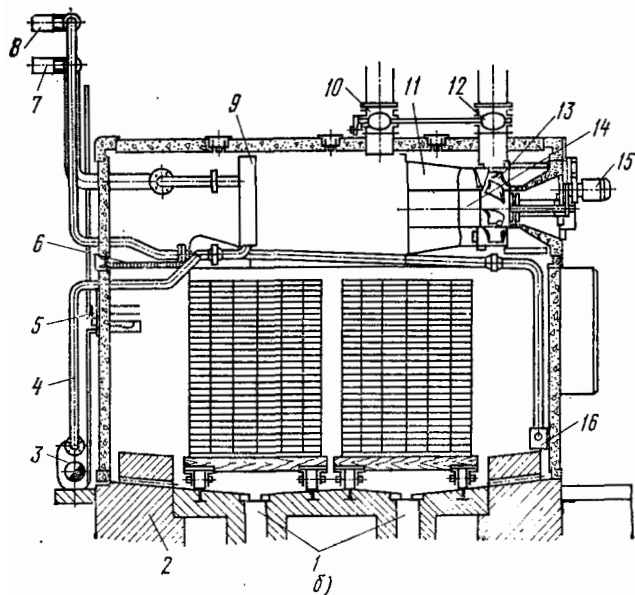
Вентилятор одновременно осуществляет циркуляцию агента сушки по высушиваемому материалу.

Перед ротором 3 вентилятора установлена дроссельная жалюзийная решетка 5, с помощью которой регулируется количество сушильного агента, проходящего через вентилятор. Чем больше сушильного агента проходит через ротор вентилятора, тем больше будет «аэродинамические потери», а следовательно, тем выше и достигаемая температура процесса в установке.

Управляют дросселирующей жалюзийной решеткой специальным приспособлением 6.



а)



б)

Рис. 27. Сборная металлическая камера Хильдебранд (ФРГ):
 а — общий вид со стороны загрузочных дверей, б — поперечный разрез;
 1 — желоба для отвода влаги, 2 — фундамент, 3 — конденсатоотводчик,
 4 — конденсационная линия от калорифера, 5 — приборы для измерения
 температуры по сухому и мокрому термометрам сопротивления, 6 —
 распределительная решетка, 7 — регулирующий клапан подачи пара
 в калорифер, 8 — регулирующий клапан подачи пара в увлажнительную
 трубу, 9 — калорифер, 10 — труба с регулируемой заслонкой для уда-
 ления отработанного воздуха, 11 — диффузор, 12 — труба с регулиру-
 емой заслонкой для подачи свежего воздуха, 13 — осевой вентилятор,
 14 — направляющий аппарат, 15 — электродвигатель, 16 — увлажни-
 тельная труба со сборным баком

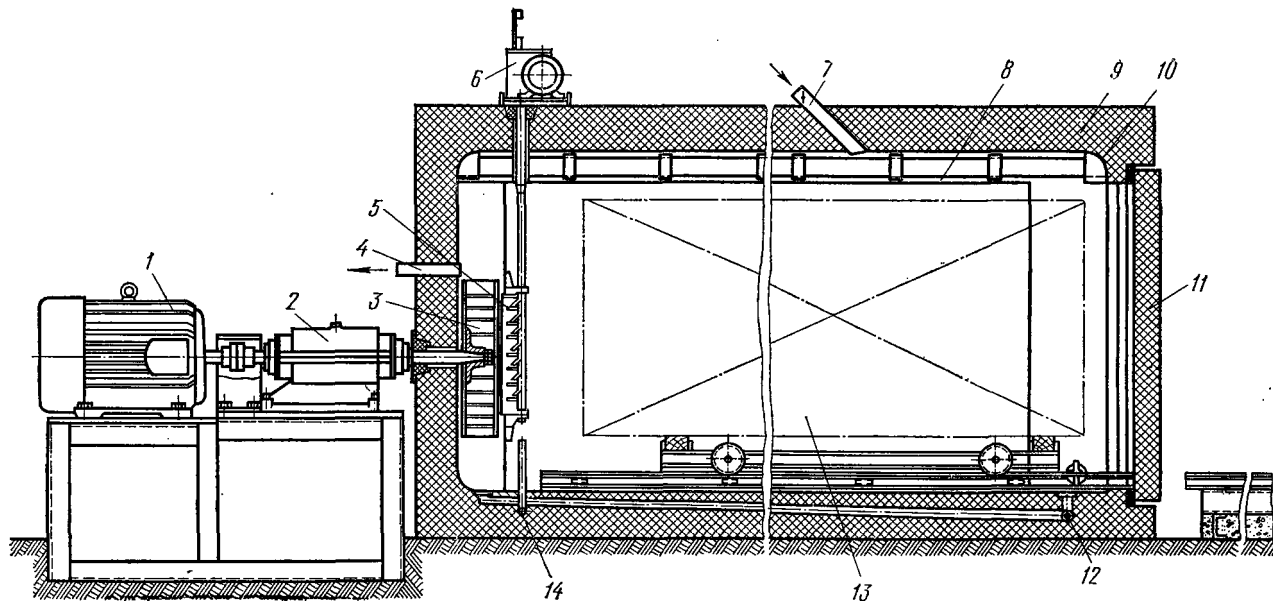


Рис. 28. Нагревательная установка типа ПАП для сушки пиломатериалов:

1 — электродвигатель, 2 — привод (может устанавливаться клиноременная передача), 3 — ротор вентилятора с лопатками специального профиля, 4 — устройство для удаления части обработанного агента сушки, 5 — дроссельная жалюзийная решетка, 6 — приспособление для управления дроссельной решеткой, 7 — устройство для подачи свежего воздуха, 8 — экран, 9 — теплоизоляция, 10 — внутренняя обшивка, 11 — дверь с винтовыми прижимами, 12 — сливная труба, 13 — штабель пиломатериала, 14 — увлажнительная труба

Технические характеристики сборных металлических камер периодического действия

Показатели	Гипродревпром СПВ-62	Хильдебранд (ФРГ)	Валмет (Финляндия)	
			тип I	тип II
Внутренние размеры камеры (длина × ширина × высота) с учетом вентиляторного помещения, м	7×2,8×4,3	21,8×4,9×3,25	6,25×1,7×3,25	6,25×2,4×3,25
Число штабелей в камере при длине досок 6,0—6,5 м	1	6	1	1
Ширина и высота штабеля, м	1,8×2,6	1,2×1,65	1,2×2,08	1,7×2,08
Емкость камеры в условном материале, м ³	14,7	37,37	7,25	10,3
Расчетная годовая производительность камеры в условном материале, м ³	2900	7400	1400	2000
Тип и номер вентилятора	Осевой реверсивный серии У-12 № 10	Осевой № 8	Осевой реверсивный	диаметром 900 мм
Количество вентиляторов в камере, шт.	4	10	5	5
Установленная мощность электродвигателей, кВт	18	22	7,5	7,5
Тип калориферов	Пластинчатые	Стальные трубы с алюминиевой оребренной футеровкой	Стальные оребренные трубы	
Поверхность калориферов, м ²	327	400	180	220
Рабочее давление пара в трубах калорифера, кгс/см ²	4	6	От 5 до 8	
Максимальная температура процесса, сушки, °С	115—120	130	115—150	
Система обогрева	Паром	Паром	Паром	
Ограждение камер	Двойная обшивка из листовой стали с утеплителем	Каркас с двойной обшивкой из листового алюминия с утеплителем	Наружная обшивка из листовой стали, внутренняя — из листового алюминия. Утеплитель — минеральная вата	

Примечание. Годовая производительность камер приведена из расчета применения при сушке среды, близкой к перегретому пару, и продолжительности процесса, согласно данным проектных организаций, 1,6 суток для пиломатериала с характеристикой условного.

В промышленности нашли применение одноштабельные камеры в основном с размерами штабеля пиломатериала $1,8 \times 2,6 \times 6,5$ м, которые оборудованы металлической дверью 11 с винтовыми прижимами. Внутренняя обшивка 10 камеры, экран 8, жалюзийная решетка 5 перед вентилятором, ротор вентилятора 3 и другие детали, имеющие контакт с агрессивной средой, выполнены из нержавеющей стали. В камере проложен рельсовый путь. Снаружи камеры у дверей устроен откидной рельсовый мостик.

Для осуществления необходимого при сушке воздухообмена с наружной средой имеются устройства 4 и 7 для удаления отработанного агента сушки и для подсоса свежего воздуха.

Внутри камеры у торцевой стенки установлен ротор вентилятора 3 с наружным диаметром 1000 мм. Мощность электродвигателя 75 кВт при 1440 об/мин. Испытаниями было установлено, что через штабель проходит около 30% всего объема воздуха, циркулирующего в установке, остальное его количество проходит, минуя штабель. Циркуляция агента сушки по материалу продольная нереверсивная. Пиломатериалы укладывают на прокладках, располагаемых поперек камеры, со шпациями, что является недостатком этой конструкции камер. При соответствующем устройстве экранов (образующих с внутренней обшивкой камеры замкнутый канал) и размещении ротора вентилятора с приводом можно осуществить горизонтально-поперечную циркуляцию агента сушки по материалу с укладкой его без шпаций, что позволяет повысить полезную емкость камеры до 30% и улучшить циркуляцию сушильного агента по материалу.

Для сушки пиломатериалов эти установки следует оборудовать системой увлажнительных труб с подачей в них пара избыточным давлением порядка $0,5 \text{ кгс/см}^2$.

Камеры ПАП могут применяться в частных случаях при небольших объемах сушки, в основном пиломатериалов мягких хвойных пород. Недостаток их — высокий расход электроэнергии.

§ 18. ПАРОВОЗДУШНЫЕ И ГАЗОВЫЕ КАМЕРЫ НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ

Камеры непрерывного действия строят в виде длинного тоннеля, вмещающего несколько штабелей. Материал загружается с одного конца камеры, называемого «сырым» и выгружается с противоположного, называемого «сухим». Режим сушки поддерживается в «сухом» и «сыром» концах, в промежуточных зонах камеры саморегулируются постоянные режимные условия. По мере продвижения от «сырого» конца к «сухому» штабель попадает в условия с более высокой температурой и более низкой относительной влажностью. В «сухом» конце камеры агент сушки имеет максимальную температуру и минимальную влажность.

В камерах непрерывного действия осуществляется противоточная принудительная циркуляция агента сушки. Материал в процессе сушки перемещается навстречу движению воздуха (или газовой

смеси). В некоторых конструкциях камер продольные стены выполняют зигзагообразными или устанавливают экраны (пиластры), что обеспечивает реверсирование противоточной побудительной циркуляции. При перемещении штабелей в следующие зоны камеры поток агента сушки поступает в штабель с противоположной стороны.

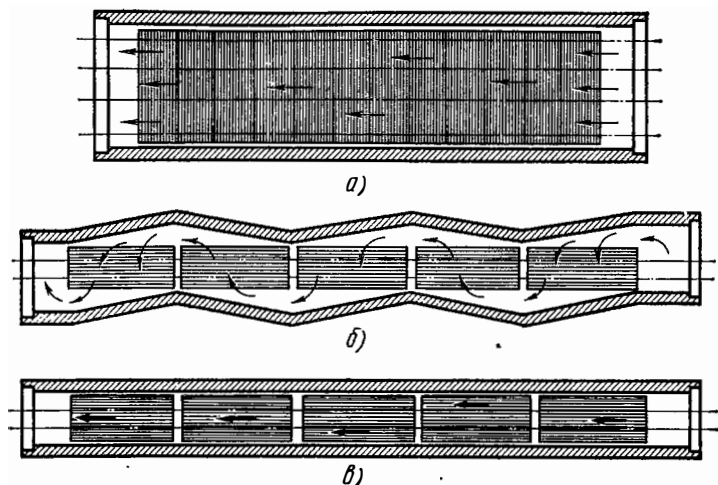


Рис. 29. Противоточные камеры непрерывного действия:

а — с прямолинейной циркуляцией и поперечной загрузкой штабелей, *б* — с поперечно-реверсивной циркуляцией и продольной загрузкой штабелей, *в* — с прямолинейной циркуляцией и продольной загрузкой штабелей (с укладкой пиломатериала со шпациями)

На рис. 29 приведены варианты схем противоточных камер непрерывного действия. В камерах с прямолинейной циркуляцией и продольной загрузкой пиломатериал укладывают со шпациями. Эти камеры к новому строительству не рекомендуются.

Паровоздушные камеры

Камера ЦНИИМОД-32 непрерывного действия с противоточной поперечно-реверсивной циркуляцией и продольной загрузкой штабелей показана на рис. 30.

Зигзагообразные боковые стены камеры обеспечивают поперечную реверсивную циркуляцию воздуха по вышеупомянутому материалу. Поэтому пиломатериалы укладывают в штабеля плотно, без шпаций. При этом необходимо строго соблюдать нужные габаритные размеры штабелей и тем самым предотвращать проход воздуха между потолком и верхом штабелей и выступами боковых стен.

Для побуждения воздуха служит осевой вентилятор 5 серии У-12 № 14; воздух нагревается пластинчатыми калориферами 2. Вентилятор нагнетает нагретый воздух по рециркуляционному каналу в сушильное помещение со штабелями.

На рис. 31 показан общий вид сушильного цеха, имеющего камеры ЦНИИМОД-49 с противоточной прямолинейной циркуляцией

и поперечной загрузкой штабелей. В каждой камере установлено по три осевых вентилятора 3 серии В № 12 и пластинчатые калориферы 2.

Вместо трекового транспорта запроектировано применение роликовых шин в камерах, на траверсных тележках, погрузочно-разгрузочных площадках и в остывочном помещении. Трековые тележки заменены подштабельным основанием из швеллеров, которые катят-

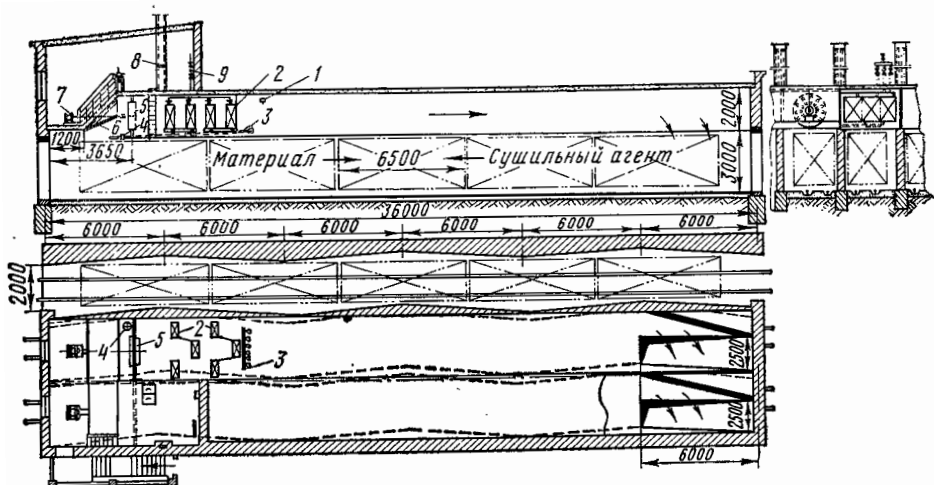


Рис. 30. Сушильная камера непрерывного действия ЦНИИМОД-32 с противоточной поперечно-реверсивной циркуляцией и продольной загрузкой штабелей:

1 — датчик дистанционного психрометра, 2 — калориферы, 3 — увлажнительная труба, 4 — конденсатоотводчик, 5 — осевой вентилятор, 6 — щит для регулирования расхода циркулирующего воздуха, 7 — электродвигатель, 8 — вытяжная труба, 9 — парораспределительный коллектор

ся со штабелем по роликам. Ролики в камере по ее длине устанавливаются с уклоном 0,005 м для облегчения перемещения штабелей. Расчетная скорость циркуляции воздуха по материалу составляет 4—5 м/с.

Гипердревом разработан проект блока из пяти камер ЦНИИМОД-56 (по типу камер ЦНИИМОД-49) с противоточной циркуляцией агента сушки и поперечной загрузкой штабелей. Блок этих камер в отличие от камер ЦНИИМОД-49 оборудован двумя траверсными путями с автоматизированными тележками, которые заходят во внутрикамерные вспомогательные помещения на концах камер через двери, расположенные сбоку этих помещений. С траверсной тележки штабеля сдвигаются в соответствующую камеру толкателями с телескопическим устройством. В «сухом» конце камеры, за последним штабелем, уклон роликовых шин значительно больший, чем в самой камере, и при выгрузке штабель от толчка передвигается на роликовые шины траверсной тележки.

В каждой камере установлено по три осевых вентилятора серии В № 14 и пластинчатые калориферы с общей поверхностью нагрева

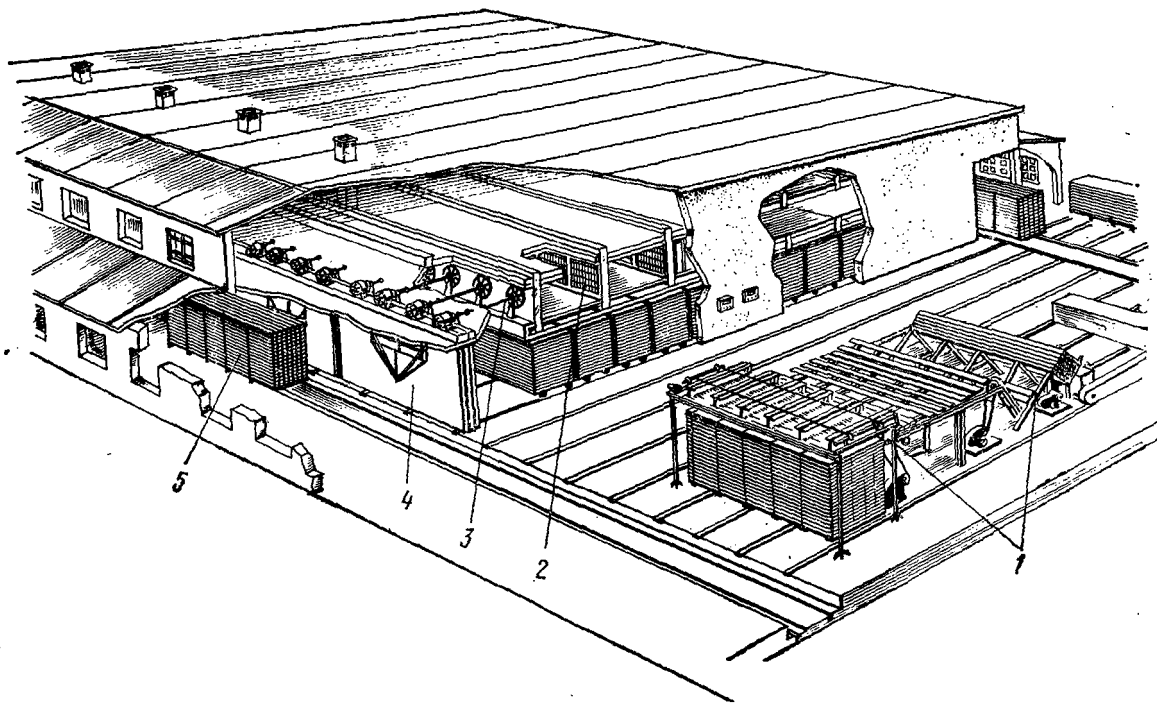


Рис. 31. Сушильные камеры непрерывного действия ЦНИИМОД-49 с противоточной прямой циркуляцией и поперечной загрузкой штабелей:

1 — штабелеукладчик, 2 — пластинчатые калориферы, 3 — осевые вентиляторы с электродвигателями, 4 — загрузочные двери, 5 — штабель

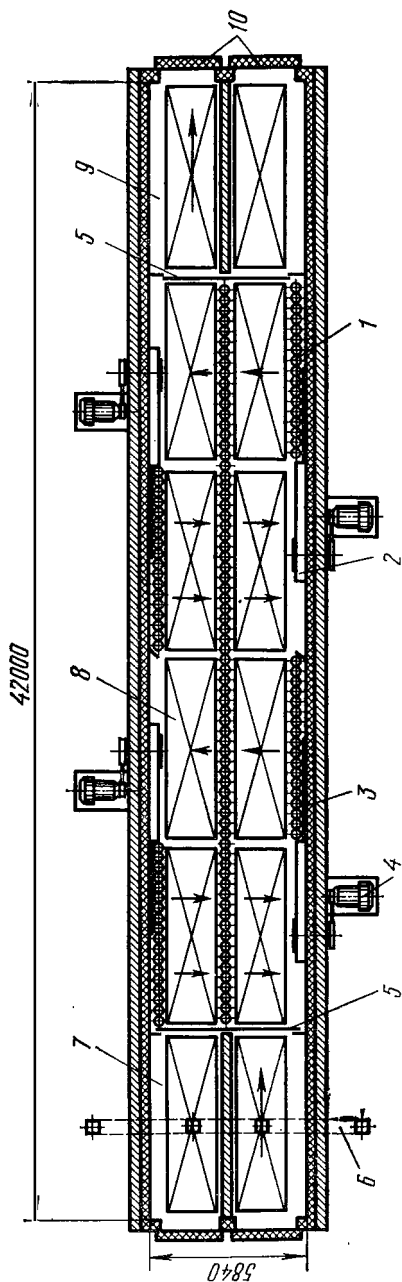


Рис. 32. Лесосушильная камера непрерывного действия ЛатНИИЛХП с поперечной циркуляцией и продольной загрузкой штабелей:

1 — калорифер, 2 — роторный вентилятор, 3 — направляющий экран, 4 — направляющий экран, 5 — штора, 6 — канал для отвода конденсата, 7 — отсек прогрева пиломатериалов, 8 — штабель пиломатериалов, 9 — отсек охлаждения пиломатериалов, 10 — двери

850 м². Расчетная скорость циркуляции агента сушки по материалу 3—5 м/с.

ЛатНИИЛХП разработал стационарную двухпутную камеру непрерывного действия с поперечной позонной циркуляцией и продольной загрузкой штабелей (рис. 32). Внутренние размеры камеры 42×5,84×3 м. Ограждение внутри камеры в зонах начального прогрева и остывания материала перед выгрузкой — алюминиевые листы на сварке, в промежуточных четырех зонах сушки — листовая сталь, покрытая битумным лаком. Утеплитель из стекловаты. Снаружи камеры — кирпичные стены. Зоны прогрева и остывания не имеют калориферов и принудительной циркуляции. Они отделены от зон сушки шторами из стеклоткани. В камере предусмотрено проводить сушку по нормальным режимам и в среде, близкой к перегретому пару.

За последнее время для сушки экспортных и обезличенных по назначению товарных пиломатериалов разработаны и рекомендуются к применению низкотемпературные лесосушильные камеры непрерывного действия; подробное описание одной из них приведено ниже.

На рис. 33 показана схема сборной низкотемпературной камеры не-

прерывного действия с противоточной прямолинейной циркуляцией воздуха и поперечной загрузкой штабеля (Валмет).

Внутренние размеры камеры $7,2 \times 5,0 \times 20,5$ м (высота вместе с вентиляционным каналом). Камера вмещает десять штабелей размером $1,8 \times 3,0 \times 7,0$ м. Штабеля 1, уложенные на подштабельных швеллерных балках, перемещаются по четырем роликовым конвейерам, имеющим уклон в сторону «сухого» конца камеры. Под-

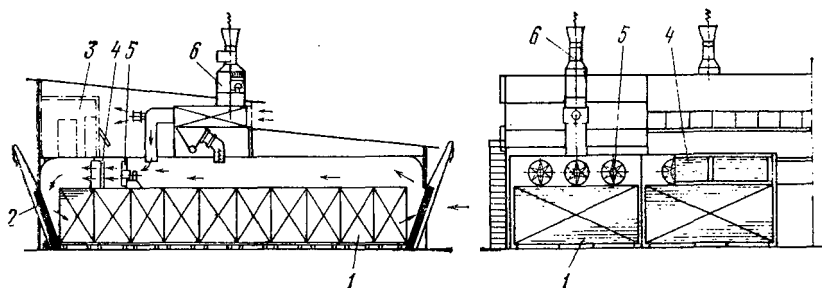


Рис. 33. Сборная низкотемпературная сушильная камера Валмет непрерывного действия с противоточной прямолинейной циркуляцией воздуха и поперечной загрузкой штабелей:

1 — штабеля пиломатериалов, 2 — дверь, 3 — коридор управления, 4 — калорифер, 5 — осевой вентилятор, 6 — рекуперационная установка

штабельные балки несколько длиннее ширины штабелей, благодаря чему между ними сохраняются пространства, которые обеспечивают нормальную циркуляцию агента сушки через все штабеля. Кроме этого, штабеля продвигаются по роликовому конвейеру не давлением штабеля на штабель, а выступающими за штабеля подштабельными балками. На конвейере установлено тормозное устройство, с помощью которого регулируется выкатка штабелей из камер.

Блок из шести камер обслуживается общей теплообменной установкой. В калориферы 4 из ребристых труб подается вода, нагретая до 110°C . Циркуляция воды в системе осуществляется центробежным насосом. Калориферы установлены в вентиляционном канале под углом (примерно 100°). Поверхность нагрева калорифера 550 м^2 .

Стены камеры смонтированы из панелей. Стороны панелей, обращенные внутрь камеры, изготовлены из листовой стали. Наружные стороны выполнены из гофрированного листового алюминия. Стыки между панелями герметизированы мастикой и закрыты планками из листовой стали. Боковые стены и потолочное перекрытие теплоизолированы матами из стекловолна. Между теплоизоляцией и наружной поверхностью панелей имеется воздушное пространство. Изнутри камеры поверхности панелей покрыты термостойкой антикоррозионной краской. Панели, находящиеся у дверного проема, изготовлены из нержавеющей стали.

В вентиляционном канале камеры (у «сухого» конца) установлены три осевых вентилятора 5 диаметром 1250 мм. Вентиляторы насажены на валы электродвигателей мощностью по 20 кВт при 970 об/мин.

Замеренная при испытании камеры средняя скорость противоточной циркуляции сушильного агента по материалу толщиной 22 мм составляет 1,6 м/с, толщиной 50 мм — 3,36 м/с. Для этих камер первостепенное значение имеет укладка полногабаритных по высоте и длине штабелей, иначе большое количество агента сушки будет проходить мимо штабелей. При выполнении указанных выше условий камера обеспечивает равномерное просыхание материала в штабеле.

Двери 2 установлены с наклоном внутрь камер. При загрузке и выгрузке камер они специальным устройством по направляющим поднимаются вверх, а в закрытом состоянии образуют наклонные экраны, которые способствуют равномерному распределению воздуха по высоте штабелей. В последних конструкциях камер дверные полотна не имеют наклона.

В коридоре управления 3, находящемся над сушильным помещением камер, проложены трубопроводы и смонтированы приборы для автоматического регулирования процесса сушки. Регулируются подача пара для нагрева воды, температура в камере по сухому, мокрому и пожарному термометрам, а также количество удаляемого отработанного воздуха. Для контроля воздушной среды в камерах установлены самопишущие дистанционные термометры.

Каждая камера оборудована рекуперационной установкой 6, в которой с помощью вентилятора удаляемым отработанным горячим воздухом подогревается свежий воздух, поступающий в камеру. Частью нагретого воздуха с помощью небольшого вентилятора вентилируется чердачное помещение и воздушное пространство у стеновых ограждений для предотвращения увлажнения теплоизоляции. При работе камеры действуют вытяжной вентилятор рекуперационной установки и вентиляторы, установленные в вентиляционном канале камеры.

При сушке, например, сосновых пиломатериалов толщиной до 50 мм поддерживают температуру на «сухом» конце камеры 44—53° С, а для толстых досок (50—75 мм) на 2—3° С меньше. Психрометрическая разность при этом не должна превышать 14° С, а для толстых досок 11° С. На «сыром» конце камеры температура не должна быть более 36° С, а психрометрическая разность в пределах 1—3° С. Для еловых пиломатериалов температурные значения режима сушки повышаются примерно на 4—5° С.

ЦНИИМОД совместно с Ленинградской лесотехнической академией предложили конструкцию сборной низкотемпературной камеры непрерывного действия с продольной загрузкой штабелей и горизонтально-поперечной циркуляцией сушильного агента (ЦНИИМОД — ЛТА-65).

На рис. 34 приведены продольный и поперечный разрезы блока из двух камер. Каждая камера по ширине имеет шесть путей. По длине камеры помещается семь типовых штабелей 1. Калорифер 2

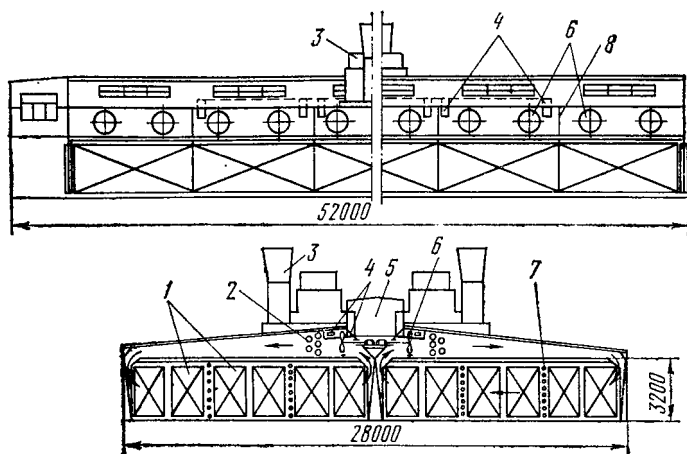


Рис. 34. Блок из двух сборных низкотемпературных сушильных камер ЦНИИМОД — ЛТА-65 непрерывного действия с поперечной циркуляцией воздуха и продольной загрузкой штабелей:

1 — штабеля пиломатериалов, 2 — калорифер из ребристых труб, 3 — рекуперационная установка, 4 — воздухообменные каналы, 5 — коридор управления, 6 — вентилятор, 7 — калорифер из гладких труб, 8 — перегородка

из ребристых труб смонтирован в надштабельном вентиляционном канале, а калорифер 7 из гладких труб — в промежутках между двумя путями штабелей. Общая поверхность нагрева калориферов 1500 м². В камере установлено 14 вентиляторов 6 серии В № 10 и 12

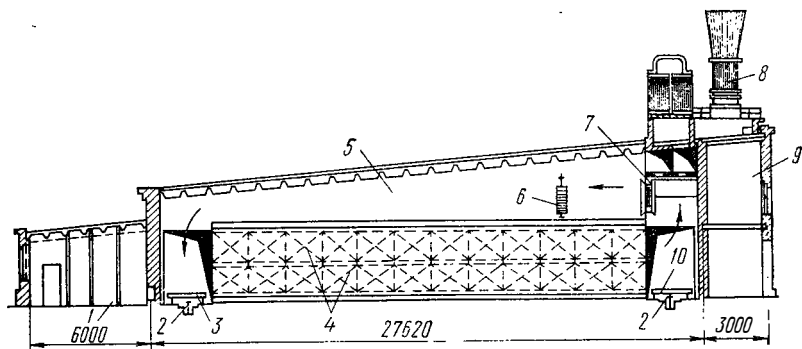


Рис. 35. Низкотемпературная лесосушильная камера для экспортных пиломатериалов (Гипродрев):

1 — вспомогательные помещения, 2 — целные конвейеры, 3 — траверсная тележка выгрузочного конца камеры, 4 — пакетные штабеля, 5 — рециркуляционный канал, 6 — калорифер, 7 — вентиляторы, 8 — рекуперационная установка, 9 — коридор управления, 10 — траверсная тележка загрузочного конца камеры

общей мощностью 92 кВт. Ограждение камер — сборные железобетонные панели с утеплителем. Камеры оборудованы рекуперационными установками 3.

При однотипном конструктивном решении можно строить камеры разной производительности — шести-, четырех- или двухпутные. В одной камере на каждом рельсовом пути сушат материал разной толщины. Расчетная производительность блока из двух шестипутных камер 84 000 м³ условных пиломатериалов в год.

Гипродревом по типу камер ЦНИИМОД-56 разработан проект камер для низкотемпературной сушки экспортных и других пиломатериалов (рис. 35). Камеры оборудованы рекуперационными установками.

Газовые камеры

В газовых сушильных камерах непрерывного действия в отличие от паровых теплота подается топочными газами.

На рис. 36 приведен общий вид газовых камер ЦНИИМОД — Гипродрев с противоточной поперечно-реверсивной циркуляцией и

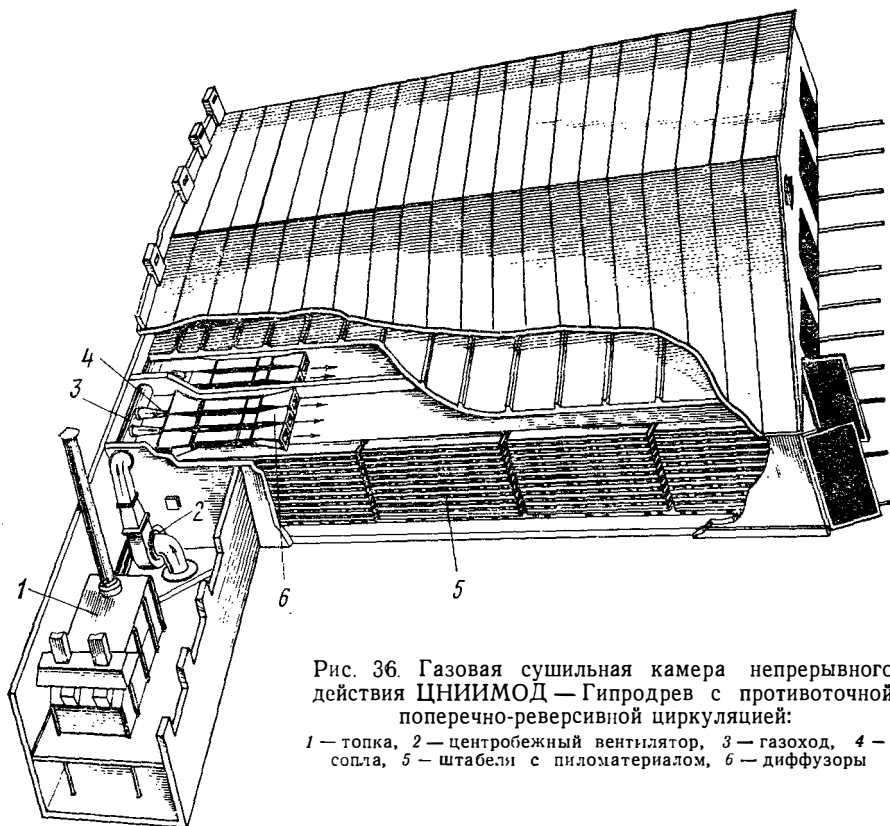


Рис. 36. Газовая сушильная камера непрерывного действия ЦНИИМОД — Гипродрев с противоточной поперечно-реверсивной циркуляцией:

1 — топка, 2 — центробежный вентилятор, 3 — газоход, 4 — сопла, 5 — штабелю с пиломатериалом, 6 — диффузоры

продольной загрузкой штабелей. Центробежный вентилятор 2 (№ 16) засасывает топочные газы по борovu из топки 1 и одновременно забирает через газоход часть отработавших газов из сушильных камер. Оба эти потока газов смешиваются перед вентилятором. Из топки подсасывается значительно меньше газов, чем из камер, и получаемая смесь приобретает температуру 150—200° С.

Для побуждения циркуляции по высушиваемому материалу используется эжекция. Вентилятор нагнетает смесь в металлический газоход 3, проходящий через все камеры (внутри камер со стороны

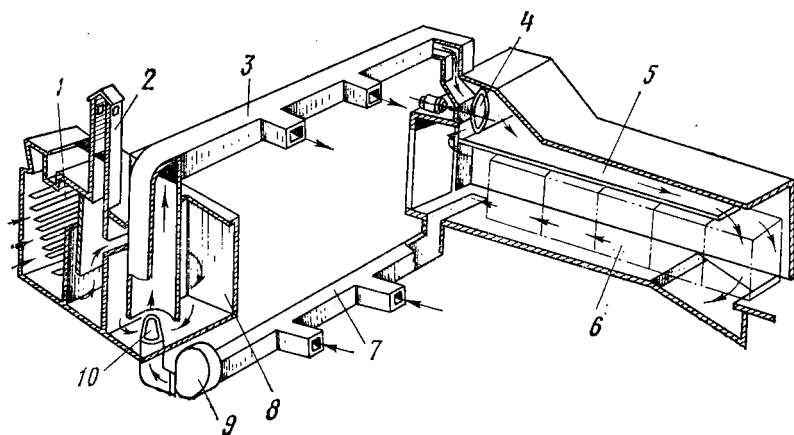


Рис. 37. Газовая сушильная камера непрерывного действия Союзтеплостроя с противоточной прямолинейной циркуляцией:

1 — топка, 2 — растопочная труба, 3 — распределительный борov, 4 — осевой вентилятор (в каждой камере), 5 — рециркуляционный канал, 6 — штабеля с пиломатериалом, 7 — канал для отработавшей газовой смеси, 8 — циклон, 9 — вентилятор, 10 — сопло

«сырого» конца). В каждой камере на газоходе установлены три сопла 4. Выходящий из сопел газ подсасывает (эжектирует) отработавшую смесь газов из «сырого» конца камеры, и рабочая газовая смесь через диффузоры 6 по рециркуляционному каналу подается в «сухой» конец камеры с температурой до 120° С.

Зигзагообразные продольные стены камер сообщают газовой смеси поперечно-реверсивное направление. На соплах имеются заслонки, что позволяет частично регулировать режимы сушки в камере, перекрывая отдельные сопла.

Одна топка 1 обслуживает пять камер. Часть отработавшей смеси выбрасывается из камер через вытяжную трубу. Пиломатериалы укладывают в штабеля без шпаций.

На рис. 37 представлена общая конструктивная схема одной камеры из блока газовых камер непрерывного действия СТС-1 (Союзтеплострой) с противоточной прямолинейной циркуляцией и продольной загрузкой штабелей.

Технические характеристики лесосушильных камер непрерывного действия

Показатели	Паровые камеры			Газовые камеры	
	ЦНИИМОД-32 с противоточной поперечно-реверсивной циркуляцией	ЦНИИМОД-49 с противоточной циркуляцией	Гипролеспром НБ-1 с противоточной циркуляцией	ЦНИИМОД — Гипродрев с противоточной поперечно-реверсивной циркуляцией	Союзенлострой СТС-1 с противоточной циркуляцией
Внутренние размеры камеры (длина×ширина×высота) с учетом вентиляторного помещения, м	36×2,5×5	24×7×5	36×6,8×4,5	36×2,8×4,5	36×2,6×4,4
Число штабелей в камере длиной 6,5 м	5	10	18	5	5
Ширина и высота штабеля, м	18×2,6	1,8×2,6	1,8×2,6	1,8×2,6	2,4×2,5
Емкость камеры в условном материале, м ³	73,5	147	254,7	73,5	94,4
Расчетная годовая производительность камеры в условном материале, м ³	4900	8950	15 500	4900	5750
Тип и номер вентилятора	У-12 № 14	Осевой серии В № 12	Д № 10	Центробежный среднего давления № 16	Осевой № 8,5 в каждой камере и один центробежный на блок камер
Количество вентиляторов в камере, шт.	1	3	4	Один на блок из пяти камер	Один осевой
Установленная мощность электродвигателей, кВт	10—13	23,5	18	40	6,3
Тип калориферов	—	Пластинчатые	—	—	—
Поверхность калориферов, м ²	367	480	571	—	—
Тип топки	—	—	—	Полугазовая на древесном топливе	Колосниковая на древесном топливе
Количество топков на блок из пяти камер	—	—	—	1	1 (на блок камер)

Примечания: 1. Годовая производительность камер приведена из расчета продолжительности сушки для пиломатериалов с характеристикой условного при противоточной поперечно-реверсивной циркуляции — 5 суток, противоточной — 5,5 суток.

2. По проектам Гипродрева в камерах ЦНИИМОД-32 по длине размещено 6 штабелей, ЦНИИМОД-49 — 11 штабелей, увеличена поверхность калориферов.

3. Камеры Гипролеспрома НБ-1 с поперечной загрузкой штабелей из-за большой длины не отвечают технологическим требованиям.

Топка 1 обслуживает несколько камер. Центробежный вентилятор 9 отсасывает отработавшую смесь газов из сушильных камер и подает ее в камеру смешения. Сопло 10 эжектирует в пужном объеме газ из топки. Далее смесь газов поступает в распределительный боров 3.

Осевые вентиляторы 4, установленные консольно в каждой камере, подсасывают часть газов из распределительного борова 3, свежий воздух, а также отработавший газ из «сырого» конца камер и нагнетают эту рабочую смесь в рециркуляционный канал 5 и далее в сушильное помещение. Материал нужно укладывать в штабеля со шпациями, что является недостатком камер СТС-1. При строительстве боковых стен камеры зигзагообразными (см. рис. 30) полезная емкость ее повысится на 25—30% и улучшится равномерность просыхания пиломатериалов. Возможность индивидуального регулирования камер является их положительной стороной. Технические показатели основных конструкций камер непрерывного действия приведены в табл. 11.

На многих предприятиях еще работают лесосушильные камеры периодического и непрерывного действия устаревших конструкций с естественной и слабой побудительной циркуляцией. При удовлетворительном состоянии строительных ограждений эти камеры подлежат переоборудованию на камеры со скоростной побудительной реверсивной циркуляцией воздуха.

В камерах периодического действия с эжекционной циркуляцией воздуха повышают мощность вентиляционного оборудования. Подшипники осевых вентиляторов выносят в коридор управления. Возможна установка в реконструируемых камерах внутренних осевых реверсивных вентиляторов, например на поперечных валах (см. рис. 17).

В модернизируемых камерах всех типов увеличивают поверхность нагрева калориферов. В двухпутных камерах периодического действия ребристые трубы калориферов дополнительно располагают в среднем промежутке между штабелями.

Реконструкция позволяет значительно увеличить производительность камер (до 1,5—2 раз) за счет укладки пиломатериалов в штабеля без шпаций и использования форсированных режимов сушки, а также улучшить равномерность просыхания пиломатериалов. Стоимость реконструкции значительно ниже строительства новых камер.

§ 19. ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЛЕСОСУШИЛЬНЫХ КАМЕР

При определении области применения тех или иных лесосушильных камер, кроме конструктивных достоинств, учитывают характер производства, ассортимент и объем выпускаемых изделий и предъявляемые к качеству высушиваемого материала требования.

Так, для качественной сушки пиломатериалов хвойных и твердых лиственных пород разных размеров, со снятием после сушки

напряжений, подвергающихся точной механической обработке, необходимо применять паровоздушные камеры периодического действия с побудительной реверсивной циркуляцией. Металлические камеры периодического действия рекомендуются для скоростной сушки в среде перегретого пара пиломатериалов хвойных и мягких лиственных пород. Сушить пиломатериалы твердых лиственных пород в среде перегретого пара не следует, так как в этом случае не удастся обеспечить удовлетворительное качество материала.

Для сушки большого количества однородных хвойных пиломатериалов, не требующих высокого качества (тара, части строительных изделий и т. п.), следует применять паровые камеры непрерывного действия. Для этих же целей можно применять газовые камеры периодического действия с индивидуальными топками на газообразном или жидком топливе при условии отсутствия на предприятии котельной.

На предприятиях средней производственной мощности рационально использовать камеры непрерывного действия с противоточной поперечно-реверсивной циркуляцией и продольной загрузкой штабелей, а на крупных предприятиях — камеры с противоточной прямолинейной циркуляцией и поперечной загрузкой штабелей.

На больших предприятиях, выпускающих одновременно разные по ассортименту и качеству изделия, целесообразно иметь камеры периодического и непрерывного действия.

Глава VI

ОБОРУДОВАНИЕ ЛЕСОСУШИЛЬНЫХ КАМЕР

§ 20. СТРОИТЕЛЬНЫЕ ОГРАЖДЕНИЯ

Строительными ограждениями сушильных камер являются стены, перекрытия, полы и двери. Эти ограждения должны быть устроены так, чтобы потери тепла и пара через них были минимальными и чтобы в камерах можно было легко создать режимы сушки с нужной температурой и относительной влажностью воздуха.

Лесосушильные камеры устраивают в капитальных зданиях, отдельно стоящих или примыкающих к зданию деревообрабатывающего цеха. Стены камер делают обычно из кирпича, реже из железобетона. Применяют обыкновенный глиняный кирпич марки М-75, удовлетворяющий требованиям ГОСТ 530—71, и цементный раствор марки М-50.

Наружные стены, граничащие с открытым воздухом, выкладывают в 2 1/2 кирпича, что соответствует толщине 630 мм, внутренние стены, выходящие в отапливаемое помещение, и промежуточные — между камерами — выкладывают в два кирпича, что соответствует толщине 510 мм.

Кладка должна вестись с расшивкой швов. Кладка стен впустошовку недопустима, ибо если даже их затем оштукатурить, они

все равно будут легко пропускать пар и влажный воздух и быстро разрушаться. Ни в коем случае недопустимо оштукатуривать стены сушильных камер снаружи, так как внутренняя поверхность штукатурного слоя вследствие конденсации паров влаги на нем отпотевают. Накопление влаги в этом слое и замерзание ее в зимнее время приводят к отслоению штукатурки и выкрашиванию наружной части кладки стен.

Влага, выделяющаяся из древесины при ее сушке, содержит растворы органических кислот — уксусной и других, которые разрушительно действуют на некоторые строительные материалы, например на известь. Поэтому нельзя применять для кладки стен силикатный (известковый) кирпич. От действия кислот быстро разрушается и розовый, плохо обожженный кирпич.

Чтобы влажный воздух не проникал внутрь кладки, стены изнутри покрывают влагоизолирующим слоем, например битумным лаком (ГОСТ 5631—70), или промазывают за два раза мастикой, приготовленной из нефтяного битума марки V (ГОСТ 8771—58) на уайт-спирите (53 части по массе битума на 47 частей уайт-спирита).

Потолочное перекрытие устраивают из железобетонной плиты, поверх которой накладывают влагонепроницаемый слой из битумной мастики и наклеивают на него толь. Потолочное перекрытие утепляют обычно слоем шлака толщиной 300—350 мм. Для этой же цели используют пенобетонные плиты, пеностекло и другие теплоизоляционные материалы.

Перекрытия устраивают и из сборных железобетонных плит. В этом случае, помимо влаго- и теплоизоляции потолка, необходимо тщательно заделать цементным раствором стыки между плитами.

Полы в камерах выполняют из бетона с гладкой цементной затиркой. Рельсы, прокладываемые в камерах на шпалах, заделывают заподлицо с полом.

Очень ответственной частью ограждений являются загрузочные двери. Двери имеют большие габаритные размеры, так как через них в камеры закатывают крупные сушильные штабеля на вагонетках. При плохом устройстве дверей теряется много тепла.

Загрузочные двери должны быть прочными, долговечными, легко открываться, обладать малой теплопроводностью и хорошей герметичностью створов.

Пример конструкции двустворчатой металлической двери приведен на рис. 38. Каркас двери изготовлен из угловой или швеллерной стали, обшит нержавеющей листовым металлом (сталью или алюминием, но не дюралем) с утеплением из неорганических материалов — стекловолокна, пеностекла, минеральной ваты и т. п.

Чтобы дверной проем закрывался плотно, в канавках вдоль линии створов проложены уплотняющие валики 5 из расплетенного асбестового шнура или теплостойкой резины.

Уплотнение нижнего створа в местах прохода рельсового пути обеспечивается устройством откидного участка рельсов 4, которые

после прохода вагонетки со штабелем опрокидываются внутрь углубления перед дверью. Дверные полотна прижимаются винтовыми запорами 3, а верхний створ — рычажными запорами 1.

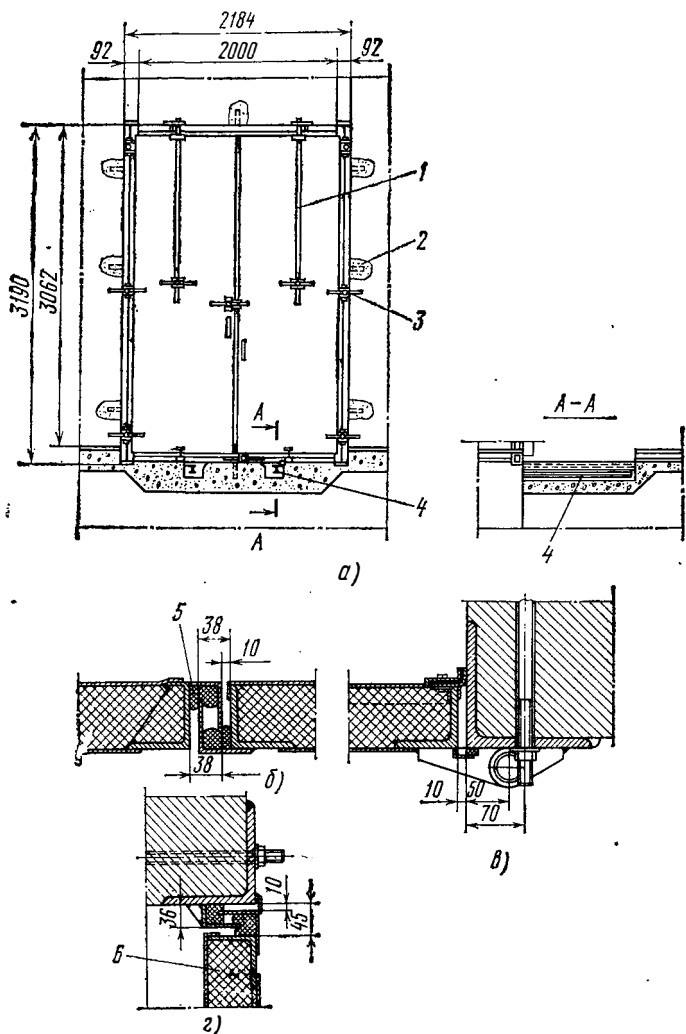
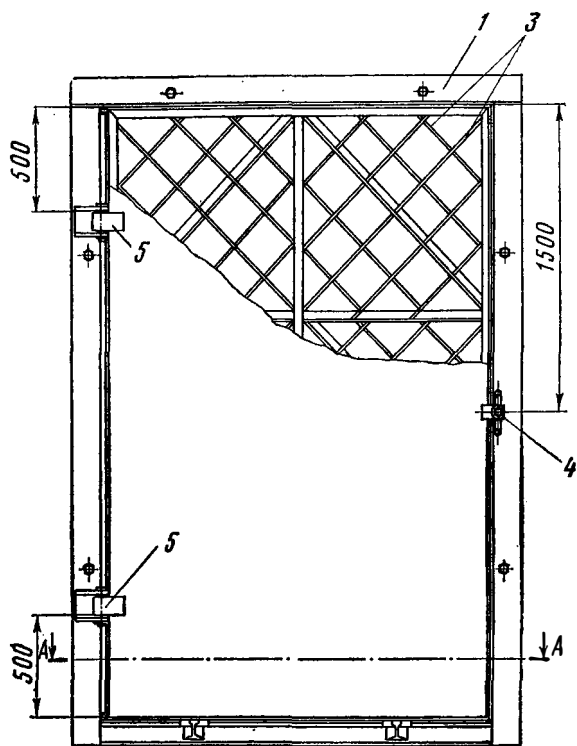


Рис. 38. Металлическая двустворчатая дверь:

a — общий вид, *б* — вид среднего створа с уплотнением, *в* — вид бокового створа, *г* — вид верхнего створа; 1 — рычажный запор, 2 — крепление рамы в проеме, 3 — винтовой запор, 4 — откидной участок рельсов, 5 — герметизирующая набивка (асбестовый шнур), 6 — утепляющий материал

На рис. 39 показана одностворчатая дверь для сушильных камер. Ее преимущество в том, что у нее отсутствует средний вертикальный створ, который трудно герметизировать.

Иногда устраивают подъемно-сдвижные двери. Для их перемещения и установки используется специальный кран, который дви-



A-A
2000

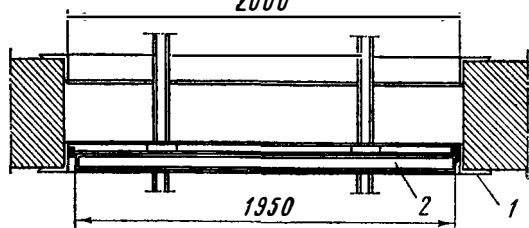


Рис. 39. Одностворчатая дверь:
1 — закладная рама, 2 — дверное полотно, 3 — решетка, заполненная утепляющим материалом, 4 — винтовой за-
пор, 5 — дверная петля

жется по рельсу, смонтированному на стене камеры. Эти двери применяют, как правило, в сушильных камерах с очень широким дверным проёмом. Такие двери показаны на рис. 31 в камерах с поперечной загрузкой штабелей.

§ 21. КАЛОРИФЕРЫ И УВЛАЖНИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА

Калориферы

Для нагревания сушильного агента в камерах применяют калориферы, которые по характеру нагревающей их среды — теплоносителя подразделяются на паровые, обогревающие воздух с помощью тепла насыщенного водяного пара, и газовые, использующие тепло топочных газов.

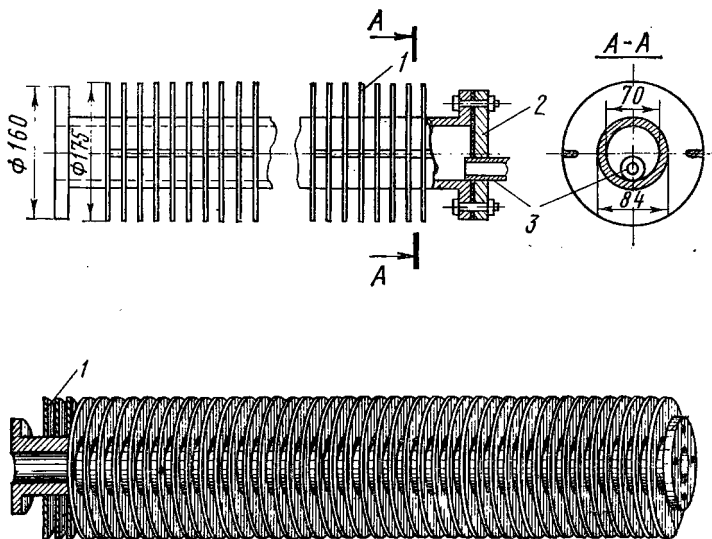


Рис. 40. Чугунная ребристая труба и подключение к ней конденсатопровода:

1 — чугунная ребристая труба, 2 — стальной фланец, 3 — стальная труба, отводящая конденсат

Паровые калориферы. Различают калориферы сборные, собираемые внутри камер из чугунных ребристых труб (реже из гладких стальных труб), и компактные стальные (пластинчатые), изготовляемые на заводах и поставляемые потребителю уже в готовом виде.

В сушильных камерах наиболее часто устанавливают сборные калориферы из чугунных ребристых труб (рис. 40). Техническая характеристика этих труб приведена в табл. 12.

В камерах с естественной циркуляцией воздуха калорифер размещают обязательно ниже штабеля, обычно в подвальной части,

чтобы использовать стремление нагретого воздуха подняться вверх и тем самым подать тепло к материалу.

В камерах с побудительной циркуляцией, где движение нагретого воздуха осуществляется с помощью вентиляторов, калорифер может быть расположен на уровне штабеля или выше него. Очень удобно настенное расположение труб калорифера, дающее возможность легкого доступа к трубам для осмотра и ремонта.

Устройство настенного калорифера показано на рис. 41 в двух схемах. По первой схеме (рис. 41, а) ребристые чугунные трубы собраны в П-образные змеевики. Благодаря этому вводные и выводные концы калориферных линий располагаются с одной стороны и сокращается длина подводящих труб.

По второй схеме (рис. 41, б) ребристые трубы соединяют в короткие параллельные секции. Длина труб в каждой секции не должна превышать 6 м. Пар к началу каждой секции подводится по линиям газовых труб. Вторая схема выгоднее в том отношении, что при аварии одной какой-либо линии ребристых труб и отключении ее выходит из строя меньшая поверхность нагрева, чем в калорифере по первой схеме. Параллельное соединение позволяет более компактно размещать линии труб настенного калорифера.

Фланцы отдельных ребристых труб соединяют с помощью болтов на прокладках из паронита. Ребристые трубы присоединяют к стальным гладким трубам, подводящим пар или отводящим конденсат, с помощью стальных фланцев.

Труба, отводящая конденсат, присоединяется к ребристой трубе с помощью фланца с эксцентрическим отверстием, как показано на рис. 40 (поз. 3). Это обеспечивает беспрепятственный сток конденсата из линий калорифера. Трубы калорифера и подводящие

Таблица 12

Чугунные ребристые трубы

Длина трубы, м	Число ребер	Диаметр ребер, мм	Внутренний диаметр трубы, мм	Поверхность нагрева, м ²	Масса трубы, кг
2,0	93	175	70	4,0	70,0
1,5	68	175	70	3,0	52,5
1,0	43	175	70	2,0	35,0

паропроводы прокладывают с уклоном 0,005÷0,01, а трубы, отводящие конденсат, с уклоном не менее 0,01 по ходу пара или конденсата. Линии труб монтируют на стенах камеры с помощью специальных подвесок.

Рационально располагать батареи калориферных труб с некоторым наклоном к вертикальной плоскости (см. рис. 17). Это способствует лучшему распределению воздуха по высоте штабеля и увеличивает теплоотдачу калорифера.

Стальные (пластинчатые) калориферы (ГОСТ 7201—70) в зависимости от вида теплоносителя подразделяются на два типа: КВ,

обогреваемые водой, и КП, обогреваемые паром. В сушильных камерах применяют калориферы КП.

Калориферы КП изготавливают пяти моделей в зависимости от

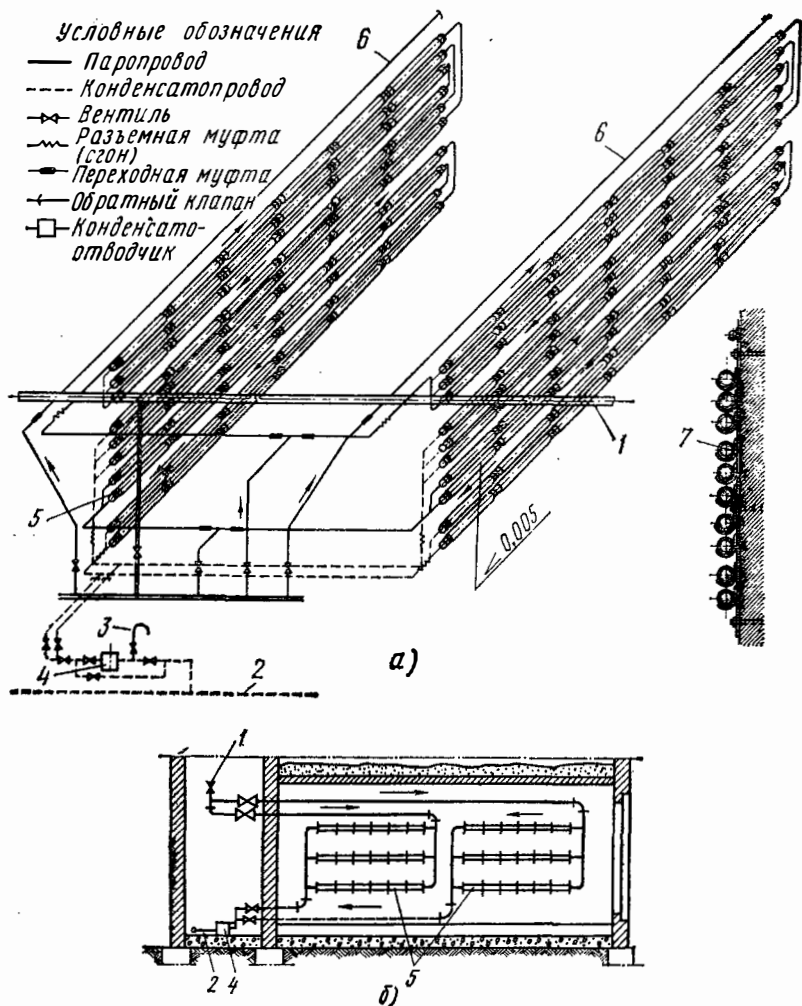


Рис. 41. Сборные калориферы из чугунных ребристых труб в лесосушильных камерах с побудительной циркуляцией:

а — секции калорифера соединены в П-образные змеевики, б — секции калорифера соединены параллельно; 1 — паровая магистраль, 2 — конденсатомангистраль, 3 — контрольная трубка, 4 — конденсатоотводчик, 5 — ребристые чугунные трубы, 6 — увлажнительные трубы, 7 — монтаж труб на стене в П-образные змеевики

степени нагрева воздуха одним калорифером и его аэродинамического сопротивления. Порядковый номер калорифера (от 1 до 12) определяет его габаритные размеры. Устройство стального калорифера КП показано на рис. 42.

Пар подается через верхний патрубок 1 в парораспределительный коллектор 2 и проходит по трубам 3, нагревая их и посаженные на них пластинки 4.

Конденсат собирается в нижнем коллекторе 6 и отводится через патрубок 5 к конденсатоотводчику. Движение воздуха через калорифер направлено перпендикулярно оси оребренных трубок и параллельно плоскости ребер, как указано стрелками.

Недостаток компактных калориферов — засоряемость живого сечения вследствие заноса с воздухом мусора, пыли и разрушения пластинок от коррозии. В лесосушильных камерах допускаются к установке калориферы с пластинками из некорродирующего металла.

Газовые калориферы. Газовые калориферы встречаются в настоящее время очень редко, только в отдельных небольших сушильках устаревших типов. Такие калориферы представляют собой газоходы (борова), сложенные из кирпича и расположенные в подвальной части камеры.

Имея массивные стенки, толщина которых из соображений пожарной безопасности делается не меньше 250 мм, эти калориферы передают в камеру совсем мало тепла, в них велики потери тепла с отходящими газами.

Увлажнительные устройства

Для увлажнения воздуха в камерах прокладывают специальные трубы, через которые в определенные периоды процесса сушки (при прогреве материала, при тепловлагообработке) подается пар.

Увлажнительные устройства собирают из стальных (газовых) труб диаметром 50 мм. В стенке трубы через каждые 300 мм высверливают отверстия диаметром 5 мм. Пар пускают с помощью отдельного вентиля.

§ 22. ТЕПЛОВАЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ КАЛОРИФЕРОВ

Количество тепла, отдаваемого паровым калорифером в камеру, находится в прямой зависимости от следующих величин:

величины, отдающей тепло поверхности, так называемой поверхности нагрева труб калорифера;

разности температур теплоносителя (в паровых калориферах — пара), поданного в калорифер, и воздуха, нагретого калорифером;

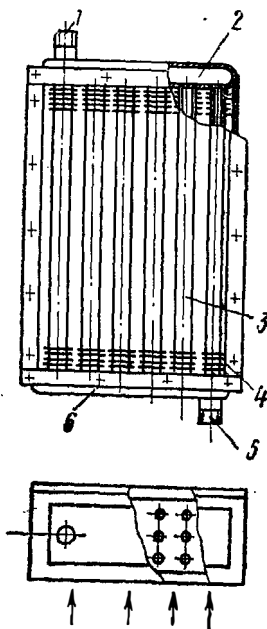


Рис. 42. Стальной калорифер КП:

1 — входной патрубок, 2 — парораспределительный коллектор, 3 — трубы для прохода пара, 4 — ребра-пластинки из листовой стали, 5 — выходной патрубок, 6 — конденсатный коллектор

величины коэффициента теплопередачи калорифера, представляющей количество тепла в килокалориях, передаваемого в час 1 м² поверхности нагрева калорифера на 1° разности температур пара и воздуха.

Следовательно, количество тепла Q (ккал/ч), отдаваемого паровым калорифером, можно выразить формулой

$$Q = F(t_{\text{п}} - t_{\text{в}})K,$$

где F — величина поверхности нагрева калорифера, м²; $t_{\text{п}}$ — температура пара, °С; $t_{\text{в}}$ — температура воздуха в камере, °С; K — коэффициент теплопередачи калорифера.

Коэффициент теплопередачи зависит от конструкции калорифера и скорости воздуха, проходящего мимо труб калорифера. Для сборного калорифера, устроенного из ребристых чугунных труб по схеме на рис. 41, величину K можно принимать по табл. 13.

Таблица 13

Зависимость между величиной коэффициента теплопередачи K и скоростью воздуха для калориферов из ребристых труб

Скорость воздуха, м/с	1,0	1,5	2	2,5	3	4	5	7	10
Величина K , ккал/м ² ·ч× ×град	7,0	8,5	9,2	10,0	10,7	12,0	13	14,5	17

Пример расчета сборного калорифера. Предположим, что необходимо определить количество тепла, отдаваемого калорифером из ребристых труб, изображенным на рис. 41. Общая поверхность нагрева F калорифера, состоящего из 120 труб по 4 м² каждая, равна 480 м².

В трубы калорифера поступает насыщенный пар под избыточным давлением 3 кгс/см² (по манометру, установленному перед камерой). Следовательно, абсолютное давление пара равно 3+1=4 атмосферы абсолютных. Температуру такого пара $t_{\text{п}}$ находим по специальным таблицам, она равна 143°С. Температуру воздуха, выходящего из штабеля и поступающего к калориферу, примем $t_{\text{в}}=80^{\circ}\text{C}$.

Скорость воздуха, омывающего трубы калорифера, примем 2,5 м/с, значение коэффициента теплопередачи K ребристых труб по табл. 13 равно

$$K = 10 \frac{\text{ккал}}{\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{град}}.$$

Часовое количество тепла, отдаваемого калорифером в камеру, в наших условиях будет равно

$$Q = 480 (143 - 80) \cdot 10 = 302\,400 \text{ ккал/ч.}$$

Чтобы узнать, какое количество пара потребуется для подачи в камеру такого количества тепла, следует величину Q ккал/ч разделить на 500 ккал/кг, считая, что пар отдаст в калорифере в среднем 500 ккал на каждый килограмм своей массы.

Потребный расход пара на камеру составит

$$D = 302\,400 : 500 = 605 \text{ кг/ч.}$$

Для расчета компактного стального калорифера требуется знать несколько дополнительных показателей, которые здесь не приводятся и берутся из справочников и каталогов.

Расчетную теплоотдачу кирпичных огневых (газовых) калориферов при толщине стенки 250 мм следует принимать не выше 700—750 ккал/м².

§ 23. КОНДЕНСАТООТВОДЧИКИ

Назначение конденсатоотводчиков

Принцип действия парового калорифера заключается в следующем. Пар, проходя по нагревательным трубам, передаст свое тепло их стенкам, а через них и окружающему воздуху. При этом пар охлаждается и превращается в жидкость (конденсируется), высвобождая так называемую скрытую теплоту парообразования, равную в среднем 500 ккал на каждый килограмм скопленного пара.

Если же пар, проходя через трубы калорифера, не будет превращаться в конденсат, то скрытая теплота пара не используется в калорифере и потеряется за пределами камеры. Количество отданного тепла в килокалориях на килограмм пара в этом случае резко упадет. Практически в таких условиях теплоотдача пара составит всего 40—50 ккал/кг, т. е. понизится примерно в 10 раз.

Во избежание перерасхода пара необходимо стремиться к возможно более полной его конденсации в калорифере. Поэтому за калорифером ставят конденсатоотводчики, назначение которых пропускать конденсат, но задерживать пар. На каждую камеру устанавливают один или два конденсатоотводчика. Обычно их располагают за пределами камеры (например, в коридоре управления), в местах, доступных для постоянного наблюдения, и снабжают контрольной трубкой с вентилем.

Если на камеру установлен один конденсатоотводчик, а число отдельно управляемых секций калорифера больше одной (см. рис. 41), то в конце каждой такой секции монтируют обратный клапан. Обратным клапаном отделяют одну секцию калорифера от остальных, чтобы не дать возможности пару или конденсату проникнуть в нее со стороны выходного конца калорифера, когда в этой секции после закрытия входного парового вентиля и прекращения подачи пара образуется разрежение.

Если не установить обратных клапанов, то неработающие линии калорифера быстро заполняются сначала паром, а затем конденсатом. Это приведет к тому, что при очередном впуске в них пара из-за резкого столкновения паровых и водяных масс произойдут так называемые гидравлические удары, которые могут нарушить плотность соединения труб.

Конструкция конденсатоотводчиков и их работа

Из различных систем конденсатоотводчиков в лесосушильных установках применяют гидростатические (поплавковые) и термодинамические.

Поплавковые конденсатоотводчики бывают двух

типов — с открытым и закрытым поплавками. Первые называются конденсационными горшками.

Рассмотрим принцип действия конденсатоотводчика с открытым поплавком модели 45ч46р (рис. 43). Внутри корпуса 2, закрытого крышкой 4, находится поплавок 7, представляющий собой стакан, ко дну которого прикреплен стержень 6 с запорным клапаном 9 на верхнем конце. Стержень и клапан перемещаются вверх и вниз внутри трубки 5. Со стороны выхода конденсата горшок снабжен внутренним обратным клапаном 8.

В корпус конденсатоотводчика поступает конденсат с примесью пара. Когда конденсат скапливается в нижней части корпуса, ста-

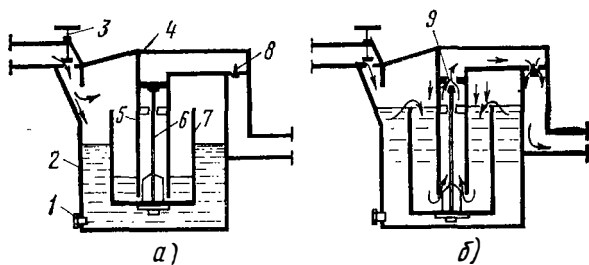


Рис. 43. Работа поплавкового конденсатоотводчика:
a — поплавок всплыл, прохода конденсата нет, горшок заполняется конденсатом, *б* — поплавок наполнился конденсатом, опустился на дно горшка, открыл проход конденсату в конденсатную магистраль; 1 — пробка для удаления грязи, 2 — корпус горшка, 3 — паровпускной вентиль горшка, 4 — крышка горшка, 5 — трубка, 6 — стержень, 7 — поплавок, 8 — обратный клапан, 9 — клапан

кан поплавок всплывает, закрывая клапаном выход пара и конденсата через верхний канал в конденсационную сеть (рис. 43, *a*).

По мере наполнения корпуса конденсат переливается через край внутрь стакана и последний опускается на дно (рис. 43, *б*). При этом клапан 9 открывает отверстие, через которое конденсат получает выход в спускную конденсатную линию по трубке 5. Как только уровень конденсата в стакане понизится, поплавок снова всплывет и закроет клапан.

Таким образом, исправный конденсатоотводчик выпускает только конденсат, задерживая пар. При этом слышится характерный звук пощелкивания, когда поплавок занимает верхнее и нижнее положения. По этому звуку можно судить об исправности горшка.

Конденсатоотводчики с открытым поплавком устанавливают на твердой горизонтальной площадке по уровню так, чтобы было обеспечено свободное, без заеданий, перемещение вертикального стержня поплавка. Обязательным является устройство обводной линии 1 (рис. 44), дающей возможность снимать горшок 2 для ремонта, и установка контрольной трубки 4 с вентилем 3, позволяющей время от времени проверять исправность действия горшка.

При исправном состоянии конденсатоотводчика, когда открывают вентиль 3, из контрольной трубки вытекает горячий конденсат

с небольшим количеством пара. Если же из нее выбивается почти один пар, то это означает, что горшок не исправен и требует ремонта. Если из трубки идет охлажденный конденсат с температурой ниже 100°C , значит горшок не успевает справиться с пропуском конденсата. Подобное явление обычно происходит во время прогрева камеры и материала, когда пар интенсивно конденсируется в холодных трубах калорифера. Если конденсат перед горшком остывает в середине и в конце процесса сушки, недостаточна пропускная способность конденсатоотводчика.

Более надежными в работе следует считать конденсатоотводчики 45ч9бк с опрокинутым поплавком.

Конденсатоотводчики термодинамические проще по устройству и меньше по габаритам. Поэтому они в последнее время получают широкое распространение.

Действие их основано на различии свойств пара и жидкости, имеющих разную плотность, а следовательно, и объем. Из одного кубометра пара получается около одного литра конденсата.

При определенной разности давлений через отверстие малого диаметра легко выпустить жидкость. Но для того чтобы пропустить через это отверстие в тысячу раз большее по объему количество пара, потребовалось бы развить огромную скорость и преодолеть очень большое сопротивление. Поэтому при наличии смеси пара и жидкости перед отверстием диаметром в несколько миллиметров пар практически не сможет пройти через него, пока не будет удалена вся жидкость. Каждому сечению отверстия соответствует своя величина расхода при определенном перепаде давлений до и после конденсатоотводчика.

На рис. 45 показано устройство конденсатоотводчика 45ч12нж термодинамического типа. Работает он следующим образом. При поступлении конденсата внутрь полости корпуса 1 диск 4 приподнимается, открывая проход конденсату через кольцевую камеру корпуса и далее на выход. При поступлении в конденсатоотводчик пара, скорость которого очень велика по сравнению со скоростью конденсата, под диском образуется вакуум, и диск прикроет отверстие, оставив незначительные зазоры. Часть пара поступит в пространство над диском и прижмет его к седлу 3.

По мере остывания пара и накопления конденсата крышка сно-

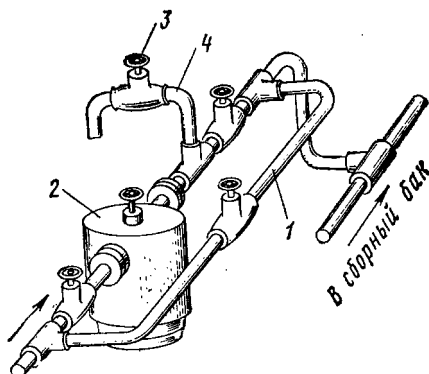


Рис. 44. Установка конденсатоотводчика:
1 — обводная линия, 2 — горшок, 3 — вентиль,
4 — контрольная трубка

ва приподнимается и открывает выход конденсату. Термодинамические конденсатоотводчики требуют аккуратной установки с соблюдением горизонтального положения диска.

На рис. 46 изображен дроссельный конденсатоотводчик, действующий также по термодинамическому принципу. Его преимущест-

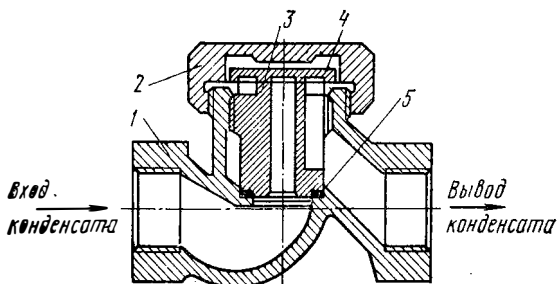


Рис. 45. Конденсатоотводчик термодинамический
45ц12нж:

1 — корпус, 2 — крышка, 3 — седло, 4 — диск (тарелка),
5 — прокладка

во заключается в возможности регулирования с помощью игольчатого клапана величины отверстия для прохода конденсата, что расширяет диапазон производительности прибора и позволяет точно настроить его на заданный расход конденсата.

Установка его проще по сравнению с другими конденсатоотводчиками, так как в данном случае не требуется строго соблюдать вертикальность корпуса.

Пропускная способность конденсатоотводчиков

Пропускную способность конденсатоотводчиков определяют по формуле для приборов поплавкового типа с достаточной точностью пригодной и для термодинамических конденсатоотводчиков:

$$Q = 32d^2 \sqrt{P_1 - P_2},$$

где Q — пропускная способность конденсатоотводчика, кг/ч; d — диаметр клапанного отверстия, мм; P_1 — дав-

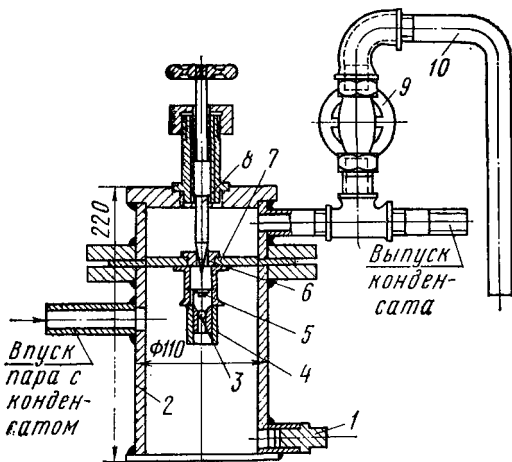


Рис. 46. Дроссельный конденсатоотводчик с игольчатым клапаном:

1 — пробка грязевика, 2 — корпус, 3 — шарик обратного клапана, 4 — патрубок обратного клапана, 5 — решетка, 6 — ниппель, 7 — диск шайбы, 8 — игольчатый клапан, 9 — вентиль контрольной трубки, 10 — контрольная трубка

ление перед конденсатоотводчиком, кгс/см²; P_2 — давление в сборном трубопроводе за конденсатоотводчиком, кгс/см².

Значение P_1 следует принимать в размере 0,9 от давления, показываемого манометром перед калорифером. Значение P_2 при свободном сливе конденсата, например в сборный бак, принимается равным нулю.

При наличии противодействия в конденсатопроводе, например при подаче конденсата на некоторую высоту, величина P_2 принимается по фактической величине противодействия, которое определяется по манометру.

§ 24. УСТРОЙСТВА ДЛЯ ПОБУЖДЕНИЯ ЦИРКУЛЯЦИИ СУШИЛЬНОГО АГЕНТА

Вентиляторы

Для побуждения циркуляции воздуха или газа в сушильных устройствах применяют воздуходувные машины, называемые вентиляторами. По конструктивным особенностям различают вентиляторы *осевые* и *центробежные*. Из последних выделяют так называемые *роторные* вентиляторы.

Общий вид осевого вентилятора показан на рис. 47. Он представляет собой диск 2 со втулкой, на котором закреплены плоские или профильные лопасти 1. Диск с лопастями (колесо вентилятора) вращается внутри цилиндрического кожуха, называемого обечайкой 3.

Центробежный вентилятор (рис. 48) состоит из кожуха 1 спиральной формы, укрепленного на станине 6. Внутри кожуха вращается ротор 5 (показан отдельно справа).

Роторный вентилятор (рис. 49) спирального кожуха не имеет. Вместо него устраивают экраны щиты, как описано ниже.

Разница в работе осевого и центробежного вентиляторов видна из схем (рис. 50).

Осевой вентилятор перемещает воздух прямолинейно вдоль оси вращения, а центробежный и роторный засасывают воздух вдоль оси вращения ротора, перемещая его по радиусу, и выбрасывают под действием центробежной силы через выхлопное отверстие под прямым углом к направлению всасывания.

Работа вентиляторов характеризуется показателями *давления*, *производительности*, *коэффициента полезного действия* и *мощности*.

Совокупность этих показателей определяет *аэродинамическую характеристику* вентилятора.

Д а в л е н и е, развиваемое вентилятором, измеряется либо в миллиметрах водяного столба, либо в килограммах на квадратный

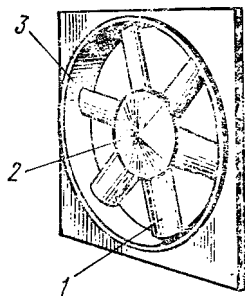


Рис. 47. Осевой вентилятор:

1 — лопасть, 2 — диск со втулкой, 3 — обечайка

метр ($\text{кгс}/\text{м}^2$): Различают давление *статическое*, *динамическое* и *полное*.

Статическое давление зависит от сопротивления движения пото-

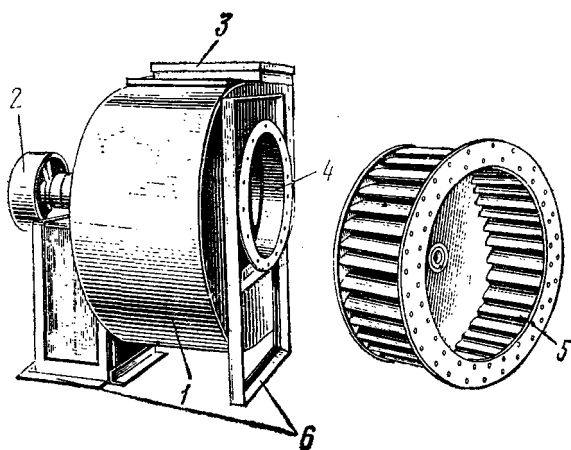


Рис. 48. Центробежный вентилятор:

1 — корпус (кожух), 2 — приводной шкив, 3 — выхлопное отверстие, 4 — всасывающее отверстие, 5 — ротор, 6 — станина

ка воздуха: от трения о стенки воздуховода, от наличия местных сопротивлений (например, выступы, повороты) и обозначается $h_{\text{ст}}$.

Динамическое давление зависит от скорости потока и плотности воздуха, обозначается $h_{\text{дин}}$.

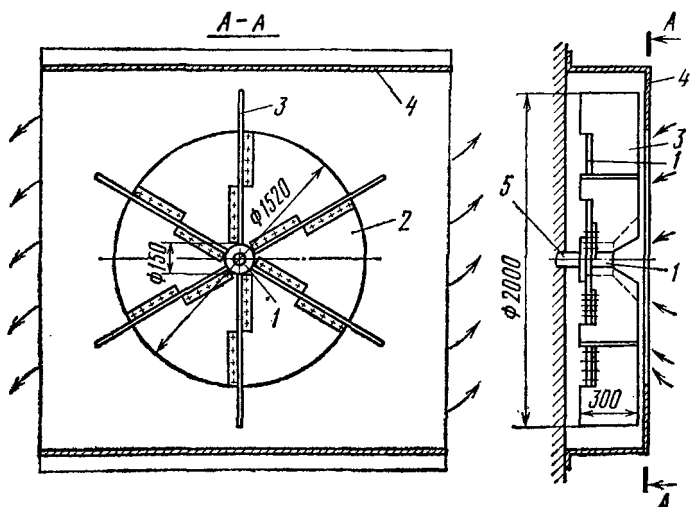


Рис. 49. Роторный вентилятор:

1 — ступица, 2 — диск, 3 — лопасти, 4 — щит-обечайка, 5 — вал

Полное давление равно арифметической сумме статического и динамического:

$$h_{\text{пол}} = h_{\text{ст}} + h_{\text{дин}}.$$

Производительность вентилятора выражается объемом воздуха, перемещаемого в единицу времени (в час или секунду), и обозначается Q м³/ч или Q м³/с.

Производительность вентилятора зависит от его размеров, частоты вращения и величины полного сопротивления, которое ему необходимо преодолевать.

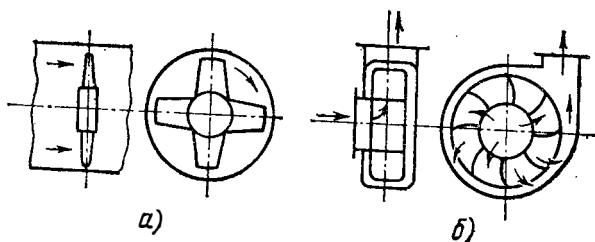


Рис. 50. Движение воздуха через осевой (а) и центробежный (б) вентиляторы

Расчетная производительность вентилятора определяется в зависимости от перечисленных выше величин по особым таблицам или графикам, которые называются характеристиками вентилятора и помещаются в справочниках и каталогах.

Мощность N , расходуемая вентилятором, зависит от его производительности Q , развиваемого полного давления $h_{\text{пол}}$, коэффициента полезного действия вентилятора $\eta_{\text{в}}$, коэффициента полезного действия передачи от электродвигателя $\eta_{\text{п}}$ и постоянного переводного коэффициента, равного 102.

Таким образом,

$$N = \frac{Q \cdot h_{\text{пол}}}{102 \cdot \eta_{\text{в}} \cdot \eta_{\text{п}}}.$$

Способы определения фактической производительности вентилятора и развиваемого им давления изложены ниже в гл. VII.

Осевые вентиляторы. На рис. 51 представлены четыре основные серии вентиляторов ЦАГИ, применяемые в лесосушильных установках.

Вентиляторы каждой серии характеризуются формой поперечного сечения лопасти и относительной величиной диаметра втулки — диска, на котором крепятся лопасти вентиляторного колеса. Чем больше диаметр втулки по отношению к диаметру всего колеса, тем выше развиваемое полное давление. В пределах каждой серии вентиляторы отличаются диаметром колеса и углом поворота лопаток к плоскости вращения (угол α).

Размер осевого вентилятора соответствует его номеру, который обозначается числом дециметров в диаметре вентиляторного коле-

са. Колесо диаметром 1000 мм, или 10 дц, будет иметь номер 10, а диаметром 1200 мм соответственно номер 12 и т. д.

Вентиляторы серии У и реверсивные служат для прямого побуждения циркуляции воздуха в сушильных камерах, где развиваемое полное давление не превышает 25—30 кгс/м². Реверсивные вентиляторы при изменении направления вращения колеса позволяют организовывать движение воздуха в прямом и обратном направле-

ниях или, как говорят, реверсировать поток воздуха.

Вентиляторы серии В — это высоконапорные машины. Они развивают давление до 100 кгс/м² и применяются для эжекционно-го побуждения воздушных потоков.

Вентиляторы К-06 с кручеными лопастями предназначаются для тех же целей, что и вентиляторы В. Они обладают высокими коэффициентами полезного действия по сравнению с вентиляторами серии В, следовательно, расходуют меньшую мощность при той же производительности.

Центробежные вентиляторы. Центробеж-

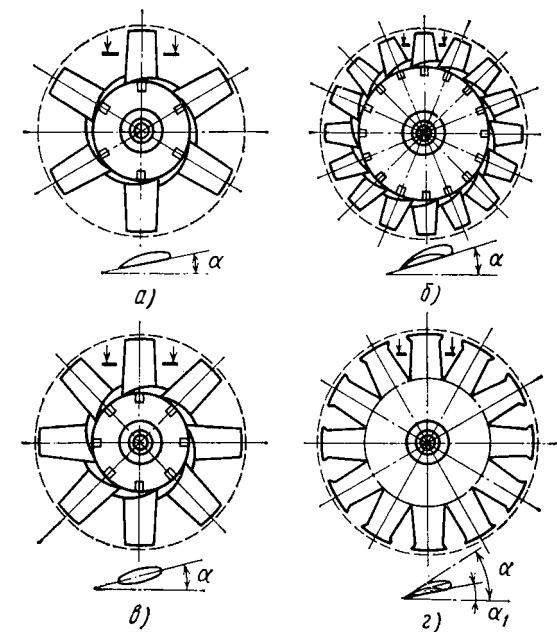


Рис. 51. Осевые вентиляторы ЦАГИ:

а — серии У, б — серии В, в — реверсивной серии, г — серии К-06

ные вентиляторы выпускаются *низкого, среднего и высокого давления*. В сушильных установках применяют центробежные вентиляторы низкого и среднего давления (до 150 кгс/м²). Из различных серий предпочтительнее вентиляторы серии Ц-9-57 (СТД-57) и Ц-4-70, отличающиеся хорошим качеством изготовления и более высоким коэффициентом полезного действия.

В пределах каждой серии центробежные вентиляторы разных размеров, так же как и осевые, обозначаются номерами. Номер центробежного вентилятора — это число целых дециметров в диаметре роторного колеса.

Центробежные вентиляторы различаются формой исполнения. Если смотреть на вентилятор со стороны привода, то машины, у которых ротор вращается по часовой стрелке, будут *правого вращения*, а против часовой стрелки — *левого вращения*. Кожух вентилятора может быть устроен так, что его выхлопное отверстие обращено или вправо, или влево, или вверх, или вниз.

Роторные вентиляторы. Устройство роторного вентилятора показано на рис. 49. Вентилятор состоит из диска 2 с прикрепленными к нему радиальными листовыми лопастями 3 и щита-обечайки 4. К центру диска приварена ступица 1, насаживаемая на вал 5, который приводится в движение от электродвигателя через шкив.

Установка вентиляторов. На рис. 52 показана установка осевого вентилятора ЦАГИ серии У-12 в сушильной камере непрерывного действия.

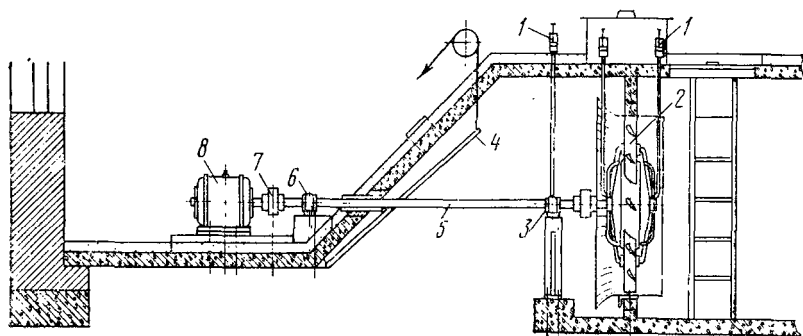


Рис. 52. Установка осевого вентилятора в сушильной камере непрерывного действия:

1 — пресс-масленка к подшипникам, 2 — вентилятор серии У, 3 — подшипник, воспринимающий температурную деформацию вала, 4 — щит для регулирования расхода циркулирующего воздуха, 5 — промежуточный вал, 6 — упорный шарикоподшипник, 7 — соединительная муфта МУВП, 8 — электродвигатель

го действия. Вал вентилятора 2 соединен с электродвигателем промежуточным валом 5 и двумя эластичными муфтами 7 МУВП. Промежуточный вал вращается в двух радиально-сферических подшипниках с затяжной втулкой. Подшипник 6 в корпусе является упорным и снабжен упорным кольцом, в то время как подшипник 3 на противоположном конце вала может перемещаться внутри корпуса для компенсации температурного удлинения вала.

Это устройство показано в более крупном масштабе на рис. 53. В наружном подшипнике 3 видно упорное кольцо 2, а внутрикамерный подшипник 7 установлен в корпусе 8 с оставлением люфтов 6 с обеих сторон.

Примеры монтажа осевых вентиляторов в камерах периодического действия можно видеть на рис. 15, 16, 17, 19, 20. Требования к установке подшипников здесь те же самые, что и в описанном выше случае. Сушильщик должен хорошо знать эти требования, чтобы обеспечить безаварийную работу вентиляторной установки в процессе сушки.

Центробежный вентилятор представляет собой готовый механизм, и монтаж его при установке относительно прост. Требуется только устроить фундаментную опору под вентилятор с электродви-

гателем и подсоединить воздуховоды. Необходимо обеспечить полную герметичность фланцевых соединений в воздуховодах.

При расположении вентилятора вне сушильной камеры (см. рис. 21 и 36) является обязательной тщательная и надежная теплоизоляция кожуха вентилятора и внешней поверхности воздуховодов, иначе внутренняя поверхность стенок будет всегда мокрой от конденсата, и это поведет к быстрому разрушению листового

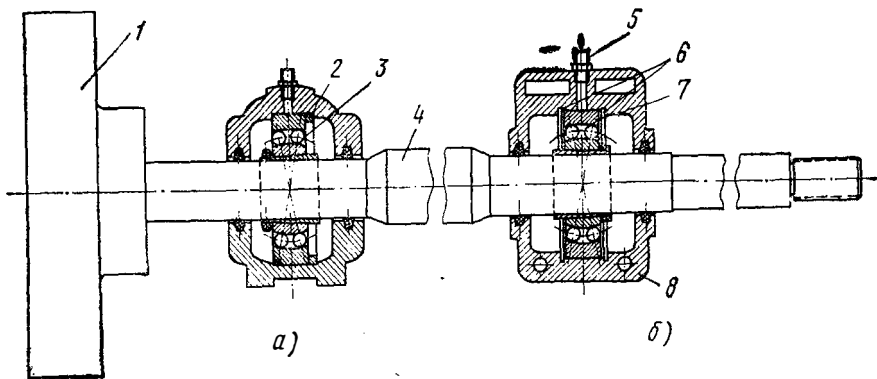


Рис. 53. Подшипники вентиляторного вала:

a — внешний подшипник, *б* — внутренний с люфтами; 1 — половина соединительной муфты, 2 — упорное кольцо, 3 — шарикоподшипник, 4 — вентиляторный вал, 5 — место подачи смазки, 6 — люфты по обе стороны наружного кольца подшипника, 7 — радиально-сферический шарикоподшипник, 8 — корпус внутреннего подшипника

металла от коррозии. Поэтому представляется целесообразным помещать кожух вентилятора и воздуховоды внутри камеры с выводением приводной части и электродвигателя наружу, в коридор управления.

Роторные вентиляторы устанавливают только в камерах ЛатНИИЛХП (см. рис. 18). Вентилятор крепится консольно на валу в сушильном пространстве у стены камеры, а приводная часть — подшипники в масляной ванне — располагается в стенном проеме и межкамерном коридоре управления.

Эжекционные установки

Эжекционные установки работают по схеме, показанной на рис. 54, *а*, *б*. Вентилятор (на рисунке не показан) нагнетает воздух через воздуховод 1 в коническую насадку-сопло 2, откуда струя воздуха с большой скоростью поступает в смесительный канал 3, где и расширяется. Действуя подобно поршню, но непрерывно, она перемещает поток в канале 3 и создает на его входном участке разрежение, которое способствует подосу сюда воздуха из окружающего пространства. Этот воздух смешивается с воздухом, поступающим из сопла.

Эжекционные установки в сушильных камерах выполняют обычно с несколькими параллельными соплами (рис. 54, б). В последнее время применяют сопла с выходными отверстиями прямоугольной формы. Если вентилятор подал объем Q_1 , а за счет подсоса поступил объем Q_2 , то через смесительный канал 3 проходит объем воздуха

$$Q_3 = Q_1 + Q_2.$$

Отношение $Q_3 : Q_1$ называется коэффициентом эжекции. В лесосушильных камерах этот коэффициент равен 3—4.

Конструктивное преимущество сушилок, оборудованных эжекционными установками, состоит в том, что через вентилятор проходит лишь 25—30% общего количества циркулирующего в камере воздуха. Но этот небольшой объем обеспечивает высокое скоростное давление в сопле и усиливает циркуляцию в камере.

Расход электрической энергии в эжекционных сушилках оказывается более высоким, чем в сушилках с прямым побуждением той же емкости.

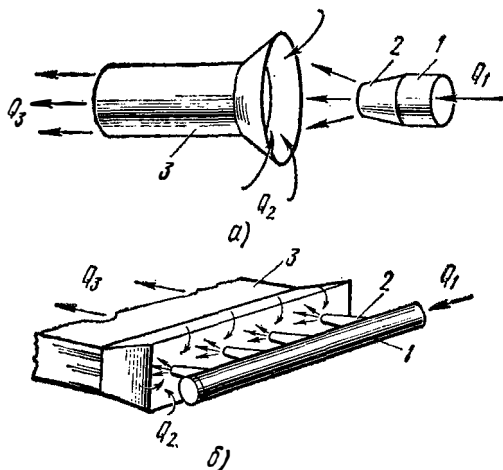


Рис. 54. Схема действия эжекционной установки:

а — с круглым каналом, б — с прямоугольным каналом; 1 — воздуховод, 2 — насадки, 3 — смесительный канал

§ 25. УСТРОЙСТВА ДЛЯ ВНЕШНЕГО ВОЗДУХО- И ВЛАГООБМЕНА В КАМЕРАХ

Агент сушки, циркулирующий в сушильных камерах, поглощает влагу из загруженного материала, насыщается водяными парами, поэтому дальнейшее влагопоглощение замедляется или совсем прекращается.

Чтобы обеспечить постоянную работоспособность сушильного агента, необходимо удалять из камеры часть насыщенного влагой воздуха, а взамен него подавать свежий воздух, который при нагревании становится более сухим и, смешиваясь с рабочим сушильным агентом, повышает влагоемкость последнего. Такой процесс изменения состояния сушильного агента называется *внешним воздухо- и влагообменом*. Он совершается непрерывно в течение всего процесса сушки, за исключением периодов начальной стадии — периода прогрева материала и тепловлагообработки.

Внешний воздухо- и влагообмен в сушильной камере осуществляется приточными и вытяжными устройствами.

В камерах с естественной циркуляцией их располагают в подвальной части. В полу подвала устраивают продольные выемки с размерами поперечного сечения 250×250 или 250×500 мм, перекрываемые плитками с отверстиями для прохода воздуха. Часть каналов приточные, часть — вытяжные. Отверстия приточных каналов выведены в подвальную часть коридора управления и снабжены заслонками. Вытяжные каналы сведены в общий канал, который переходит в вертикальную вытяжную трубу, расположенную в задней стене камеры и выведенную за пределы кровли. Наверху вытяжной трубы устанавливается дефлектор — устройство, защищающее трубу от действия ветра. Для регулирования объема выбрасываемого воздуха вытяжную трубу снабжают шибером чугунным или из нержавеющей стали.

Пример устройства воздухообменных каналов в камерах с побудительной циркуляцией можно видеть на рис. 15 и 17. Эти каналы находятся под потолком камеры. Иногда каждый из них попеременно служит то вытяжным, то приточным в зависимости от направления потока циркулирующего воздуха.

Воздуховоды необходимо изготавливать из нержавеющей стали во избежание коррозии. В пределах помещения они должны быть тщательно теплоизолированы для предотвращения конденсации влаги на стенках. Верхнюю часть канала за пределами камеры целесообразно выполнять из асбестоцементной трубы.

Описанные выше устройства служат для так называемого *организованного воздухообмена*.

Кроме организованного, в сушильных камерах всегда есть неорганизованный воздухообмен, возникающий из-за негерметичности строительных ограждений камер, пористости кирпичной кладки, неплотности швов, щелей в притворе дверей и т. п.

Неорганизованный воздухообмен трудно учесть. Иногда он бывает настолько велик, что делает ненужным устройство организованного воздухообмена. Наличие значительного неорганизованного воздухообмена обнаруживается по низкому уровню относительной влажности сушильного агента в камере. Если при полном закрытии всех вытяжных и приточных каналов в камере в течение начальных стадий процесса сушки не удается уменьшить психрометрическую разность до 2—3° С, то это указывает на большой неорганизованный воздухообмен. В таких камерах нельзя обеспечить выполнения нормальных режимов сушки и, значит, получить надлежащее качество пиломатериала. Они нуждаются в уплотнении ограждений.

§ 26. ВОЗДУХОНАПРАВЛЯЮЩИЕ ЭКРАНЫ

Чтобы весь объем циркулирующего в камере воздуха пропустить через штабеля с высушиваемым пиломатериалом и исключить паразитные воздушные потоки мимо штабелей, применяют воздухонаправляющие экраны, устройство которых показано на рис. 55.

В зависимости от назначения различают *торцовые поворотные экраны*, которые предотвращают прохождение воздуха через про-

пространства между торцами штабелей и торцовыми стенками камеры; *потолочный экран*, перекрывающий пространство между потолком камеры и верхом штабелей; *боковые передвижные экраны*, перекрывающие свободные пространства между торцами штабелей в средней части камеры. Экраны изготовляют из листового металла, не поддающегося коррозии.

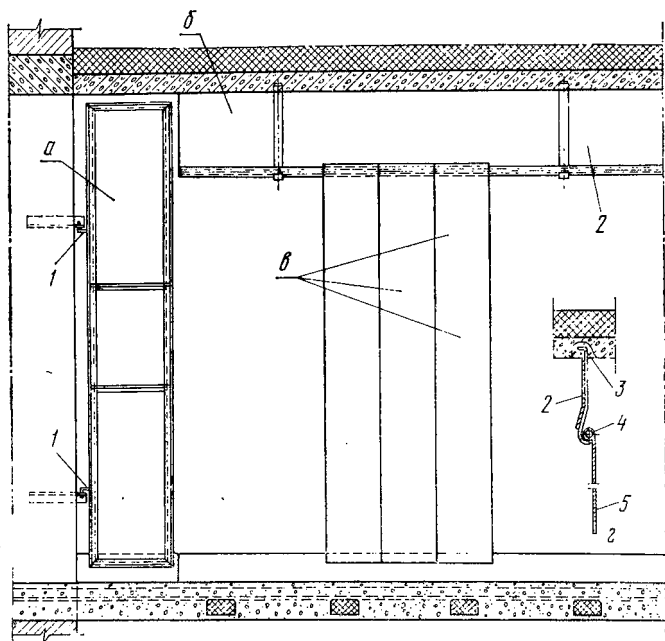


Рис. 55. Схема устройства экранов в сушильных камерах: *a* — торцовых поворотных экранов, *б* — потолочного экрана, *в* — боковых передвижных экранов, *г* — крепления потолочного и боковых передвижных экранов; *1* — шарнирное крепление торцового поворотного экрана, *2* — потолочный экран, *3* — подвеска, *4* — подвеска и направляющая для боковых передвижных экранов, *5* — боковой передвижной экран

Торцовые поворотные экраны на шарнирах *1* крепятся к стенам. Потолочный экран *2* крепится к подвескам *3*, заделанным одним концом в потолочном перекрытии.

Боковые передвижные экраны *5* вешаются на трубчатую направляющую *4*, закрепленную на подвеске *3*. Экраны свободно передвигаются по направляющей вдоль камеры и ими перекрывают свободные пространства между торцами штабелей в средней части камеры.

Экраны в сушильной камере — важная деталь оборудования. В камерах, где отсутствуют экраны, через штабеля фактически проходит не более 50% воздуха, подаваемого вентиляторами. Другая половина объема циркулирует без пользы через свободные пространства мимо штабелей. Отсюда видно, какую большую роль играют правильно установленные экраны в сушильной камере.

§ 27. ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛИ

Для привода вентиляторов в лесосушильных установках применяют асинхронные электродвигатели переменного трехфазного тока 50 Гц единой серии с короткозамкнутым ротором.

По форме исполнения электродвигатели единой серии разделяются на следующие группы:

защищенные — предохраненные от случайного прикосновения к вращающимся и токоведущим частям, а также от попадания внутрь машины капель воды, падающих отвесно и под углом 45° к вертикали;

защищенные — с обмазкой лобовых частей обмотки статора специальной пастой, предохраняющей обмотку от пыли и влаги;

закрытые, обдуваемые и без обдува — полностью закрытые и предохраненные от попадания внутрь машины пыли; в двигателях с внешним обдувом воздух обычно подводится извне помещения, через трубу;

закрытые, с внешним обдувом, взрывобезопасные.

Электродвигатели единой серии обозначаются буквами: А — защищенный в чугунной оболочке; АЛ — защищенный в алюминиевой оболочке; АО — закрытый обдуваемый в чугунной оболочке; АОЛ — закрытый обдуваемый в алюминиевой оболочке.

Введена новая единая серия электродвигателей А2 и АО2, которые постепенно должны заменить двигатели старой единой серии. У новых двигателей снижена масса на 25% и повышен коэффициент полезного действия при неполной загрузке на 1—2%.

Электродвигатели устанавливаются обычно в коридорах управления камерами, где бывает повышенная температура и высокая влажность воздуха. Иногда попадают сюда и пары кислот, выделяющиеся при сушке древесины и разрушающе действующие на металлы. Эти обстоятельства необходимо принимать во внимание при выборе электродвигателя.

К установке следует принимать электродвигатели типа АО и АО2 закрытые, обдуваемые, с изоляцией, защищающей от сырости и агрессивных сред.

Если температура воздуха в месте установки двигателя постоянно держится около $+40^\circ\text{C}$, то для его охлаждения устраивается внешний обдув. При определении требуемой мощности электродвигателя к вентилятору необходимо иметь в виду, что с повышением температуры окружающего воздуха мощность их снижается: при температуре близкой к 40°C — на 10%, а при температуре 50°C — на 25%. В этом случае следует выбирать электродвигатель с соответствующим запасом мощности.

§ 28. ТОПКИ ДЛЯ ГАЗОВЫХ ЛЕСОСУШИЛЬНЫХ КАМЕР

В газовых камерах в качестве сушильного агента используется смесь воздуха и топочного газа или смесь воздуха и сжигаемого природного газа.

Топочные газы получают в специальных топках, в которых сжигают сырые отходы деревообрабатывающего производства — рейки, щепу, опилки. Поскольку древесные отходы сейчас широко используются как сырье для производства различных материалов, то стали употреблять и другие виды топлива, в частности природный газ.

Главное требование, предъявляемое к топкам, — полная бездымность, т. е. отсутствие в них несгоревших частиц топлива (са-

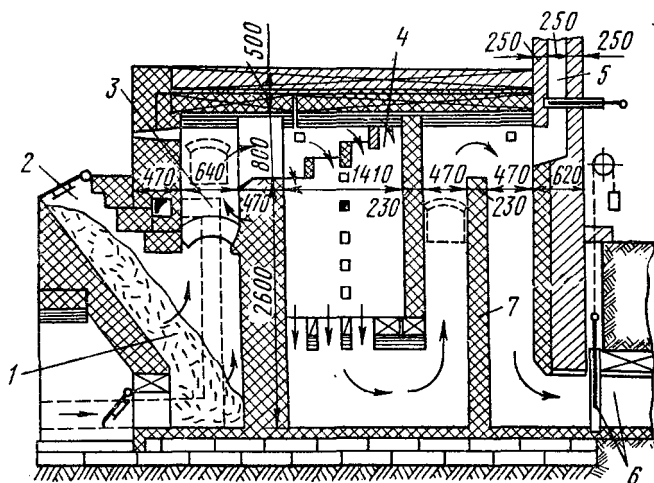


Рис. 56. Полугазовая топка для сжигания древесных отходов:

1 — слой топлива, 2 — загрузочный люк, 3 — камера дожигания, 4 — осадочная зона, 5 — растопочная труба с шибером, 6 — главный шибер и газоход к сушильным камерам, 7 — пересальная стенка

жи, искр), которые могут закоптить высушиваемый материал или вызвать его загорание.

Для сжигания древесных отходов применяют так называемые полугазовые топки. Топка (рис. 56) состоит из нескольких частей (зон). Топливо (кусковые отходы и щепка) поступает через загрузочный люк 2 на наклонный под и скапливается внизу на его горизонтальном участке. Здесь происходит прогревание слоя 1 топлива и возгонка из него летучих веществ с получением полугаза. Сгорание в этой зоне происходит лишь частично, так как свежий воздух поступает сюда в недостаточном количестве. Далее полугаз поступает в камеру дожигания 3, проходя через решетку из ряда сводиков, сложенных из шамотного кирпича. Здесь полугаз сгорает при избытке вторичного воздуха, который подается извне через отверстия каналов, расположенных в толще стенок топки, где этот воздух подогревается. Количество вторичного воздуха в полугазовых топках значительно больше, чем в котельных топках, что является их характерным признаком.

Далее топочные газы проходят через перевальные стенки 7, меняя направление и скорость, что способствует осаждению золы и несгоревших частиц топлива, после чего газы выходят из топки и поступают в распределительный боров, подводящий их к камерам. За топкой в начале канала устраивается главный шибер, регулирующий подачу газа к камерам.

Для первоначальной растопки при разогреве печи служит дымовая труба 5. Во время работы топки на камеры шибер в этой трубе должен быть плотно закрыт.

На 1 м³ объема топочного пространства сжигается 100—150 кг древесного топлива в час, которое при сгорании выделяет теплоту в количестве 200—300 тыс. ккал/ч. Одна такая топка максимально обслуживает пять сушильных камер с 25 штабелями. Температура топочных газов в задней части топки в зоне 4 составляет 700—800° С.

Древесное топливо должно быть достаточно влажным для того, чтобы обеспечить возможно более высокую относительную влажность сушильного агента в камерах и не допустить сильного перегрева стенок топки, вредного для ее долговечности. С этой целью сухое топливо перед его загрузкой в топку приходится увлажнять водой.

Устройство топок для сжигания природного газа значительно проще по сравнению с описанной полугазовой топкой. Как это видно из рис. 23, у каждой камеры устраивают отдельные топки с горелками, в которые поступает сетевой газ.

§ 29. ЗАЩИТА ЛЕСОСУШИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ОТ КОРРОЗИИ

При высушивании древесины выделяет органические кислоты (уксусную и др.), которые разрушающе действуют на металлическое оборудование сушильных установок. Наиболее сильно страдают от коррозии те части оборудования, которые подвергаются местному охлаждению и на которых происходит конденсация паров влаги и кислот (обшивка дверей, стенки воздухопроводов). Для предупреждения коррозии следует прежде всего предохранять оборудование от местного охлаждения путем устройства надежной теплоизоляции. Кроме того, металлические поверхности, подверженные коррозии, необходимо покрывать специальными антикоррозионными красками.

Краска (ГОСТ 5631—70) выпускается готовой к употреблению. Она может быть изготовлена и непосредственно перед нанесением. Ее состав следующий: 80—85 частей по массе битумного лака и 15—20 частей алюминиевой пудры (ГОСТ 5494—71).

§ 30. СМАЗКИ И СМАЗОЧНЫЕ УСТРОЙСТВА

Для смазки подшипников вентиляторных валов в лесосушильных камерах рекомендуются консистентные смазки, которые пред-

ставляют собой масла, загущенные кальциевыми или натриевыми мылами жирных кислот.

Кальциевые смазки (солидолы) влагоустойчивы, содержат свободную воду (до 3%), которая является стабилизатором смазки, но обладают сравнительно низкой температурой плавления (75—90° С).

Натриевые смазки имеют более высокую температуру плавления (выше 100° С), но влагочувствительны, т. е. разлагаются в воде. Будучи расплавлены и вновь охлаждены, они не теряют смазочной способности.

Имеются также кальциево-натриевые смазки, обладающие более высокой температурой плавления, чем кальциевые, и менее чувствительные к влаге, чем натриевые.

В противоточных камерах непрерывного действия, где внутренний подшипник вентилятора расположен в зоне «сырого» конца камеры со сравнительно мягкими температурными условиями (60—75° С), применимы кальциевые смазки (солидолы, графитная смазка).

В лесосушильных газовых камерах периодического действия, где поддерживаются высокотемпературные режимы с невысокой относительной влажностью сушильного агента, пригодны натриевые смазки УТ и УТс.

В паровых высокотемпературных камерах, работающих в начальных стадиях сушильного процесса на режиме с высокой относительной влажностью воздуха, а также в камерах, работающих на режиме перегретого пара, наиболее подходящей смазкой будет УТВ-2-13 (натриево-кальциевая).

Правильный выбор смазки имеет большое значение. Низкотемпературная смазка, примененная для подшипников в высокотемпературных камерах, сильно разжижается и вытекает, а при недосмотре выгорает, что приводит к аварии.

Глава VII

СРЕДСТВА КОНТРОЛЯ РЕЖИМОВ СУШКИ

§ 31. РУТУНЫЕ ТЕРМОМЕТРЫ И ПСИХРОМЕТРЫ

При проведении процесса сушки необходимо контролировать температуру и относительную влажность сушильного агента. Температуру измеряют *термометрами*, показывающими температуру в градусах стоградусной международной шкалы (°С). Относительную влажность измеряют прибором, называемым *психрометром*.

На рис. 57 представлены типы и размеры ртутных термометров — технических, контрольных и контактных, применяемых в лесосушильной практике.

Технические термометры обычно используют для устройства психрометров. Они бывают прямые (рис. 57, а) и угловые (рис. 57, б). Интервал между соседними делениями, или, как

принято говорить, цена деления, у технических термометров бывает $0,5 \div 2,0^\circ\text{C}$. Верхний предел температуры, измеряемой техническими термометрами в лесосушильных камерах, назначается $+150^\circ\text{C}$.

Контрольные термометры (рис. 57, в) служат для проверки технических и других термометров. Они отличаются повышенной точностью и выпускаются со свидетельством, где указаны погрешности измерения. Цена деления контрольных термометров $0,1^\circ\text{C}$.

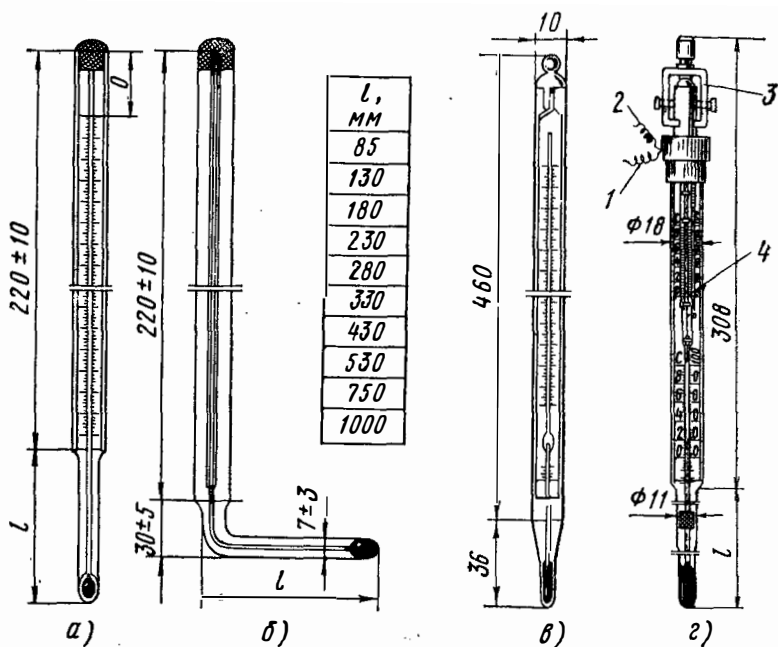


Рис. 57. Ртутные термометры:

а — технический прямой, б — технический угловой, в — контрольный, г — контактный; 1, 2 — проводники для подключения к электросети, 3 — магнитная головка, 4 — подвижный контакт

Контактные термометры (рис. 57, г) применяют в составе регулирующих или сигнализирующих установок. Эти термометры имеют два впаянных проводника 1, 2, с помощью которых они включаются в электрическую сеть. Проводник 1 соединен с подвижным контактом 4, перемещающимся вверх и вниз, с помощью магнитной головки 3. Проводник 2 впаян в нижний конец капиллярной трубки термометра и контактирует с ртутным столбиком в нижней части шкалы. Подвижный контакт устанавливают на заданную температуру.

При повышении температуры ртутный столбик доходит до верхнего контакта и замыкает цепь, в результате чего срабатывает сигнал или реле регулятора.

Психрометр состоит из двух термометров, один из которых увлажняется с помощью марлевого чехла. Устройство психрометра и принцип его работы были подробно описаны в § 2. Здесь мы рассмотрим отдельные конструкции психрометров.

Психрометры делают переносными и стационарными. На рис. 58 показан переносной психрометр, который применяют в цеховых помещениях и при атмосферной сушке. Использовать переносные психрометры в сушильных камерах недопустимо по соображениям техники безопасности.

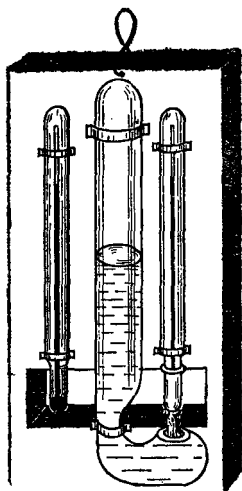


Рис. 58. Переносный психрометр

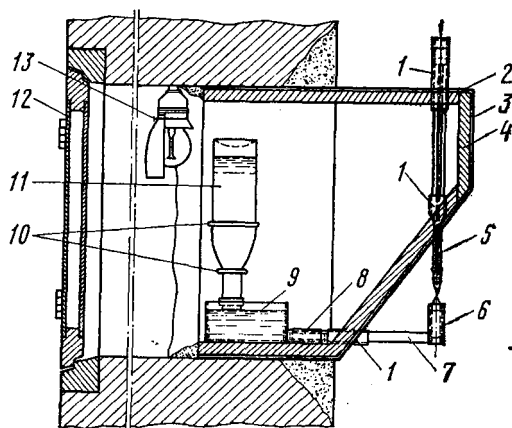


Рис. 59. Настенный стационарный психрометр из прямых термометров:

1 — резиновые прокладки у термометров, 2 — металлический футляр, 3 — слой листового асбеста, 4 — деревянная стенка ящика, 5 — термометр, 6 — чашечка из латуни, 7 — латунная трубка, 8 — соединительная муфта, 9 — латунная ванночка, 10 — кронштейны для стеклянного резервуара, 11 — стеклянный сосуд, 12 — дверка ящика, 13 — электрическая лампочка с рефлектором

Пример рационального устройства стационарного психрометра показан на рис. 59. Технические прямые термометры 5 со шкалой до 150°С монтируют в корпусе ящика, выступающего внутрь камеры. Стенки 4 ящика сделаны из дерева, утеплены слоем 3 листового асбеста и заключены в металлический футляр 2, швы которого соединены в плотный двойной фальц. Футляр окрашен битумной краской для защиты от коррозии.

Термометры монтируют так, чтобы их шкалы были хорошо видны снаружи при освещении электрической лампочкой 13 после открытия дверки 12. На рисунке дан разрез ящика, поэтому виден только влажный термометр 5 и устройство для его увлажнения. Гнезда для термометров в местах прохода через стенки ящика уплотнены эластичной прокладкой из мягкой резиновой трубки. Чтобы предохранить от размокания гипсовые головки термометров

и предупредить попадание влаги внутрь трубок, верхнюю их часть защищают резиновыми колпачками.

Для подачи воды к марле мокрого термометра устроена система сообщающихся сосудов, состоящая из чашечки 6 и широкой ванночки 9. Оба эти сосуда и соединительная трубка 7 должны быть латунными или из нержавеющей стали во избежание коррозии. Для сборки системы сосудов служит муфта 8, соединяющая оба конца трубок.

Стекло́нный сосуд 11, заполненный водой, является запасным резервуаром. Он укрепляется в кронштейнах 10 в опрокинутом состоянии так, чтобы его горлышко касалось уровня воды в ванночке. Сосуд служит для поддержания воды в ванночке на постоянном уровне.

Так как в пространстве над водой у дна стекло́нного сосуда воздуха нет, а горлышко его граничит с поверхностью воды в ванночке, то вода из сосуда не вытекает, ибо этому препятствует давление атмосферного воздуха на зеркало воды. По мере испарения воды и понижения ее уровня в ванночках воздух будет проникать внутрь отдельными пузырьками, и это вызовет выход части воды в ванночку до восстановления прежнего уровня.

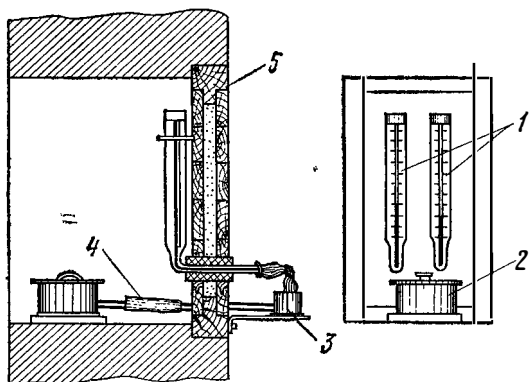


Рис. 60. Настенный психрометр из угловых термометров:

1 — угловые технические термометры, 2 — ванночка латунная, 3 — латунный сосуд для увлажнения марли, 4 — муфта, 5 — деревянная стенка с утеплением из асбеста

На рис. 60 показано устройство стационарного настенного психрометра из угловых термометров. Термометры 1 для комплектования психрометров подбирают после тщательной проверки по контрольному термометру. В каждую психрометрическую пару включают термометры, показания которых отличаются не более чем на $0,5^{\circ}\text{C}$ и только в одну сторону.

Для увлажнения марли применяют только чистую дистиллированную воду или профильтрованный конденсат. Необходимо следить за чистотой воды в увлажняющем сосуде 3 и за состоянием марлевого чехла. По мере загрубения марли ее нужно заменять новой.

Шарик термометра обвязывают марлей не больше чем в два слоя. Расстояние между концом термометра и уровнем воды в ванночке 2 (длина фитиля) не должно быть больше 20—25 мм.

Чтобы контролировать состояние воздуха в сушильной камере на известном расстоянии от места наблюдения, ртутные термометры и психрометры не пригодны. В этом случае пользуются дистанционными, т. е. дальнедействующими приборами. К таким приборам относятся манометрические и электрические термометры.

Действие манометрических термометров (рис. 61) основано на свойстве газа, пара и жидкости изменять свое давление в зависимости от температуры. Основой конструктивной схемы прибора служит замкнутая система, состоящая из термобаллона 1, капиллярной трубки 2 и манометрической пустотелой пружины 3, прикрепленной одним концом к кронштейну 4. Система заполнена либо газом (например, азотом), либо летучей жидкостью (толуолом, хлористым этилом), либо ртутью. Термобаллон является датчиком прибора.

Когда термобаллон помещают в сушильную камеру, находящаяся в нем рабочая среда нагревается, давление в системе повышается и заставляет манометрическую пружину расправляться. При этом свободный конец пружины, подсоединенный к системе рычагов 5, 6 и 7, заставляет поворачиваться стрелку вокруг оси. По положению стрелки можно судить о состоянии давления в системе под действием повышения температуры. Прибор отградуирован по температурной шкале.

Если к концу стрелки прикрепить перо 10, то прибор сможет записывать изменение температуры на специальном диаграммном бланке. Такой прибор называется *термографом*.

Самопишущие термографы выпускаются и с двумя манометрическими системами в общем корпусе. Такой прибор при увлажнении марли, надетой на один из датчиков, может служить в качестве дистанционного психрометра, а при наличии записывающего устройства — в качестве манометрического психрографа. Недостаток манометрических психрометров — их недолговечность из-за коррозии стенок капиллярных трубок.

Монтаж термобаллонов внутри сушильной камеры и система увлажнения одного из датчиков манометрического психрометра (психрографа) показаны на рис. 61, в.

Электрические термометры в зависимости от принципа действия можно разделить на две группы: термопары и термометры сопротивления.

Простейшая схема *термопары* представлена на рис. 62, а. Два электрических проводника из меди и константана спаяны в точке 1 (рабочий спай). Концы проводов подсоединены к клеммам измерительного прибора — гальванометра или потенциометра. При нагревании рабочего спая возникает термоэлектродвижущая сила, вызывающая отклонение стрелки прибора. Величина отклонения стрелки будет пропорциональна термоэлектродвижущей силе, которая зависит от степени нагрева спая и от свойств материала обоих проводников.

Описанная выше простейшая схема термопары может применяться при измерении относительно высоких температур (порядка 1000°C), например в топках газовых сушильных камер или котельных установок. В сушильных камерах, где температура редко превышает 100°C , эта схема измерения будет неточной. Дело в том, что контакт константанового провода и медной клеммы прибора в

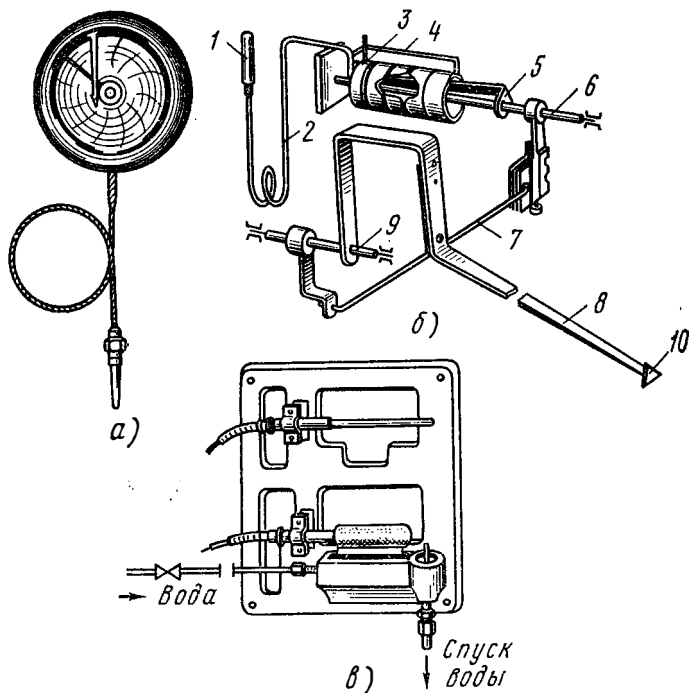


Рис. 61. Манометрический термометр:

а — общий вид, *б* — конструктивная схема, *в* — монтаж термобаллонов-датчиков в сушильной камере и система увлажнения; 1 — термобаллон, 2 — капиллярная трубка, 3 — манометрическая пружина, 4 — кронштейн, 5, 6, 7, 8 — системы рычагов, 9 — привод к стрелке, 10 — перо

точке 2 будет вести себя так же, как термопара, и уменьшать термоэлектродвижущую силу тем сильнее, чем выше температура воздуха, окружающего контакт 2. Поэтому обычно термопары выполняются по схеме, показанной на рис. 62, *б*, с устройством отдельно выведенного холодного спая 2. Если поместить этот спай в среду с температурой, равной нулю градусов, то помеха от возникновения побочной термоэлектродвижущей силы будет устранена.

Обычно холодный спай 2 помещают в среду с постоянной сравнительно низкой температурой, например зарывают в землю на большую глубину. Тогда величина поправки будет постоянной и легко может быть учтена при настройке прибора. Можно приме-

нять также специальные устройства, например компенсационные коробки.

Термопары позволяют осуществлять групповое измерение температур в нескольких точках с помощью одного измерительного прибора, который подсоединяется к гальванометру (в данном случае через многоточечный переключатель).

В лесосушильных цехах используют следующие термопары:

платинородий-платиновые ТПП,
хромель-алюмелевые ТХА для измерения высоких температур в топках;

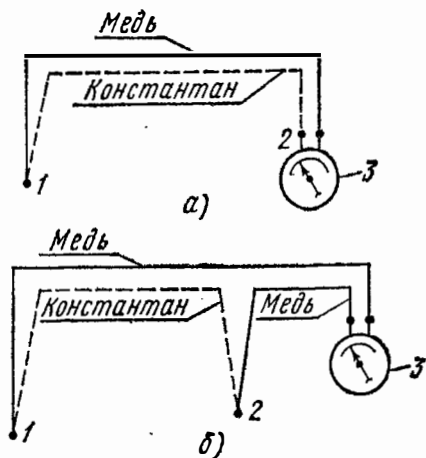


Рис. 62. Схемы термопар:
а — для измерения высоких температур (в топках), б — для измерения температур в сушильных камерах; 1 — рабочий спай термопары, 2 — холодный спай, 3 — гальванометр

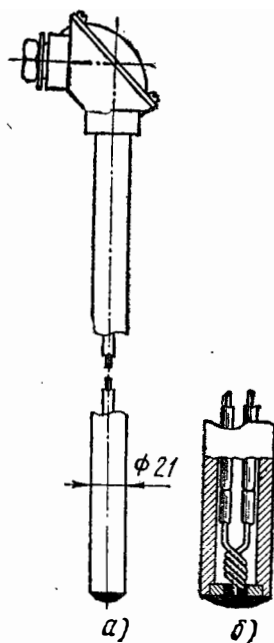


Рис. 63. Термопара ТХК-146:
а — общий вид, б — рабочий спай

хромель-копелевые ТХК-146 (рис. 63) и ТХК-V-XV для контроля режима в сушильных камерах.

В качестве измерительных приборов (гальванометров) можно применять милливольтметры МПШПр55, а также потенциометры — показывающий ЭПВ-2-14 и самопишущий ЭПП-09М2.

Действие электрических термометров сопротивления основано на свойстве проводника изменять свое омическое сопротивление при изменении температуры.

Принципиальная схема дистанционного измерения с помощью термометров сопротивления изображена на рис. 64.

Термометр 1 сопротивления включен в одно из плеч измерительного прибора — логометра 2. Вся сеть питается от источника постоянного тока 4. Для подрегулирования сопротивления служат уравнительные катушки 3. Изменение температуры датчика ве-

дет к нарушению равновесия мостовой схемы и вызывает отклонение стрелки логометра.

В лесосушильных камерах применяют медные или платиновые термометры сопротивления различных марок. В качестве измери-

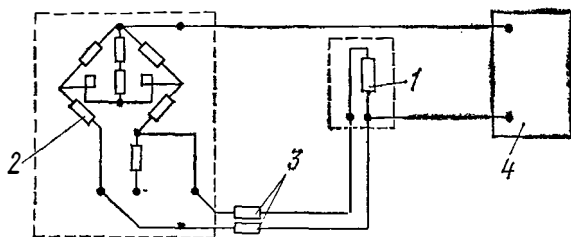


Рис. 64. Схема дистанционного электрического термометра сопротивления:

1 — термометр сопротивления, 2 — логометр, 3 — уравнительные катушки, 4 — источник постоянного тока

тельных приборов наиболее употребительны логометры профильного типа ЛПр-53. Могут применяться уравновешенные электронные мосты: показывающие ЭВМ-2-214, МС-1-10 и самопишущие ЭМП-209.

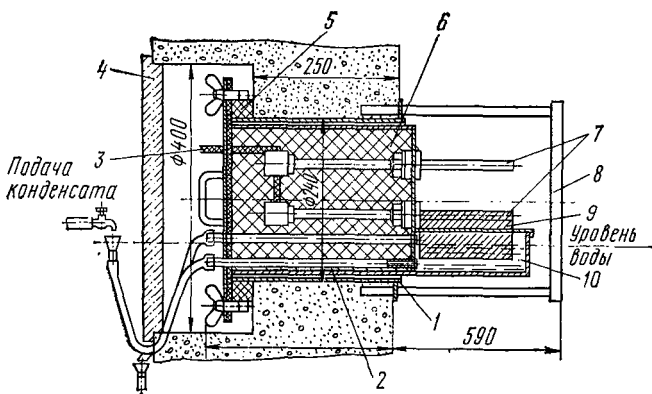


Рис. 65. Установка датчиков электропсихрометра в камере (ЦНИИМОД):

1 — металлическая труба, 2 — стакан, 3 — кабель с проводами, 4 — дверка; 5 — уплотнение из термостойкой резины, 6 — теплоизоляция, 7 — термометры сопротивления, 8 — ограждение, 9 — марля, 10 — ванночка с крышкой

Для питания измерительной схемы обычно используется источник постоянного тока (например, типа ИСП-2) напряжением 4 В.

Монтаж датчиков термометров сопротивления в камере и снабжение водой «мокрых» датчиков осуществляется с помощью особого устройства, показанного на рис. 65. Это устройство, пригодное и для манометрических датчиков и термопар, состоит из отрезка стальной трубы 1 диаметром 240 мм, установленной в стене, стака-

на 2 с укрепленными в нем датчиками, крышки, с помощью которой стакан крепится к фланцам трубы, и ванночки 10 для увлажнения марли 9 мокрого датчика. Все эти детали изготовляют из нержавеющей стали или латуни.

Вода в ванночке (фильтрованный конденсат) поддерживается на постоянном уровне с помощью регулировочного крана и сливной воронки, куда стекает каплями избыток воды.

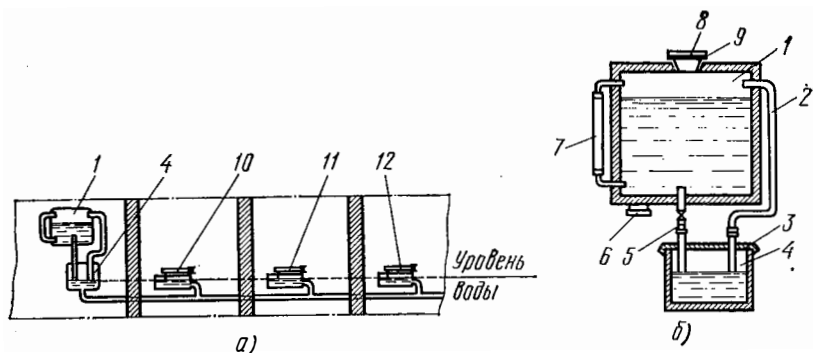


Рис. 66. Схема установки для централизованного снабжения водой ванночек для смачивания марли термометров сопротивления (ЛТА):

а — общая схема, б — питающие резервуары; 1 — основной резервуар (при 10 камерах емкость около 10 л), 2 — воздушная трубка, 3 — крышка резервуара, 4 — бачок-резервуар (емкость около 2—3 л), 5 — вентиль, 6 — грязевик-пробка, 7 — водомерное стекло, 8 — пробка с резьбой, 9 — уплотнение из резины, 10, 11 и 12 — смачиваемые термометры сопротивления

На рис. 66 изображена схема установки для централизованного снабжения водой датчиков дистанционных психрометров в сушильных камерах (ЛТА).

Ванночки во всех камерах устанавливаются таким образом, что уровень воды в них одинаков с уровнем воды в резервуаре 4.

§ 33. АВТОМАТИЧЕСКИЕ РЕГУЛЯТОРЫ РЕЖИМОВ СУШКИ

Описанные выше приборы для дистанционного контроля режимов сушки в камерах значительно облегчают условия труда сушильщиков, освобождая их от ежечасного обхода всех камер, а при наличии приборов с автоматической записью режима — и от ведения режимных карт сушки. Имея непрерывную диаграмму фактически выполняемого режима, дежурный сушильщик может судить, насколько правильно идет процесс сушки и как его нужно регулировать в дальнейшем. Осуществление в сушильных камерах дистанционного контроля режима с применением самопишущих приборов — это первая ступень автоматизации процесса сушки. Дальнейшим развитием автоматизации лесосушильных камер является применение автоматических регуляторов.

Автоматическим регулятором называется устройство, поддерживающее на заданном уровне, без вмешательства человека, опреде-

ленные параметры режима технологического процесса. При камерной сушке древесины этими параметрами являются температура и относительная влажность сушильного агента.

Автоматический регулятор обычно состоит из следующих частей:

датчика — чувствительного элемента, реагирующего на изменение состояния контролируемой среды;

исполнительного механизма, воздействующего на органы управления процессом (на вентили и заслонки);

здатчика — механизма, с помощью которого устанавливаются числовые величины регулируемых параметров;

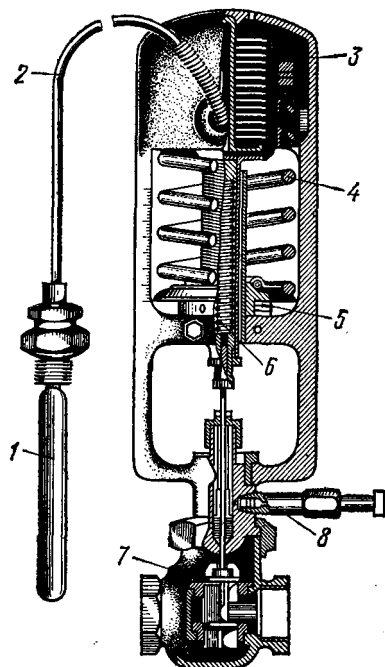
промежуточного механизма, передающего импульсы (сигналы датчиков) к исполнительному механизму и в случае надобности усиливающих их.

Имеются регуляторы, у которых промежуточный механизм отсутствует или представляет собой развитие датчика. Это *регуляторы прямого действия*. Регуляторы, снабженные промежуточным механизмом, преобразующим один вид энергии в другой, называются *регуляторами косвенного действия*.

В автоматических регуляторах режима сушки датчиками являются обычно дистанционные (манометрические или электрические) термометры, а также электрорезистивные термометры с магнитной перестановкой контактов (здатчиков).

Рис. 67. Манометрический регулятор температуры прямого действия РПД:

1 — термобаллон, 2 — бронированная капиллярная трубка, 3 — камера мехов, 4 — пружина, 5 — регулировочная гайка, 6 — шток, 7 — вентиль, 8 — масленка



Регулируемыми параметрами режима в сушильной камере являются:

температура по сухому термометру;

температура по влажному термометру или (вместо нее) психрометрическая разность;

воздухообмен камеры, точнее количество воздуха, выбрасываемого в вытяжную трубу.

Примером регулятора прямого действия может служить регулятор РПД (рис. 67), работающий по манометрическому принципу.

Чувствительный элемент в виде термобаллона 1, помещаемого в регулируемую среду, соединен бронированным капилляром с исполнительным механизмом. Исполнительный механизм, являющийся собственно регулятором, работает следующим образом.

Повышение температуры в установке сверх заданной вызывает повышение давления в термобаллоне. Это давление передается через капилляр на меха, помещенные в верхней закрытой камере 3. Меха расширяются и через шток 6, преодолевая сопротивление пружины 4, закрывают клапан 7.

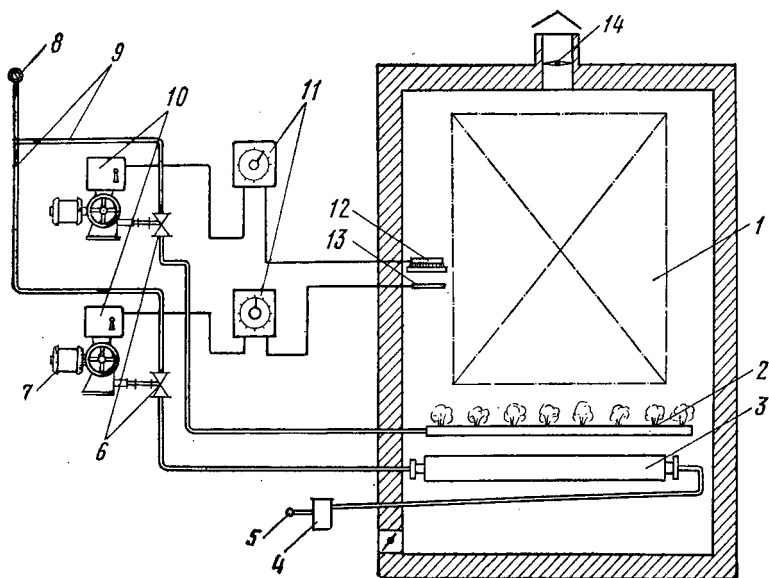


Рис. 68. Схема автоматического регулирования температуры и влажности сушильного агента с помощью двух одноканальных регуляторов ЭРА:

1 — штабель в сушильной камере, 2 — увлажнительное устройство, 3 — калорифер, 4 — конденсатоотводчик, 5 — отвод конденсата, 6 — паровые вентили на линиях калорифера и паропроводной трубы, 7 — электродвигатель, 8 — паромангистраль, 9 — паропроводы, 10 — исполнительные органы (КДУ), 11 — регуляторы ЭРА, 12, 13 — датчики температуры, 14 — заслонка в вытяжной трубе

жины 4, закрывают клапан 7. Тем самым прекращается доступ пара (или иного теплоносителя) в установку, и температура в ней начинает снижаться.

При снижении температуры давление в термобаллоне и мехах уменьшается, меха под действием пружины сжимаются и клапан вновь открывается. Настраивают регулятор на заданную температуру гайкой 5, которой может изменяться натяжение пружины. Прибор периодически смазывают через масленку 8.

Недостаток регулятора РПД — большая погрешность регулирования, достигающая до 4—5°С. Для регулирования состояния сушильного агента по двум показателям (по температурам сухого и мокрого термометров) он непригоден, но может применяться в ка-

мерах непрерывного действия для регулирования температуры воздуха в «сухом» конце камеры.

Регуляторы косвенного действия бывают одноканальными и многоканальными. Регулятор первого типа может регулировать только один параметр (показатель) процесса, например температуру воздуха в одной точке. Регулятор второго типа имеет возможность с помощью одного регулирующего органа управлять группой исполнительных механизмов в нескольких (до 12) точках.

Одноканальные регуляторы предназначены для небольших лесосушильных цехов, состоящих из трех-четырех камер. При большем числе камер предпочтительнее многоканальные регуляторы.

На рис. 68 представлена схема автоматического регулирования температуры и влажности воздуха в сушильной камере с помощью двух одноканальных электронных регуляторов ЭРА. Система регулирования разработана Московским лесотехническим институтом.

На схеме условно показана сушильная камера со штабелем 1, оборудованная паровым калорифером 3 и увлажнительным устройством 2. Пар поступает из паромангистрала 8 в паропроводы 9. Конденсат из калорифера удаляется через конденсатоотводчик 4 в конденсационную магистраль 5. Вентиляторное устройство не показано.

Камера оснащена двумя электронными регуляторами 11, смонтированными на общем щите управления. Заданный режим устанавливается с помощью задатчика, встроенного в корпус регулятора. Указатель задатчика устанавливается против цифры нужной температуры. В качестве датчиков температуры используются термометры сопротивления ДТ-1. Один из датчиков измеряет температуру по сухому термометру 13, другой — по влажному 12. Например, если окажется, что измеренная температура не равна заданной, то сигнал от датчика, поданный к регулятору 11, выведет из равновесия мостовую схему регулятора и последний подаст импульс к исполнительному органу 10 — колонке дистанционного управления (КДУ), которая с помощью электродвигателя 7 изменит величину открытия парового вентиля 6. Управляют приборами воздухообмена камеры, т. е. заслонкой 14 в вытяжном канале, вручную.

По аналогичной схеме работают и многоканальные электронные регуляторы. Дополнительным органом в системе такого регулятора служит обегашее распределительное устройство, которое поочередно, через определенные промежутки времени подключает к электронному регулятору датчик каждой камеры и затем посылает корректирующий сигнал-команду соответствующему исполнительному механизму.

К системе с применением многоканальных электронных регуляторов относится система автоматизации режима сушки с помощью регулирующего комплекта МР. Комплект МР состоит из автоматического электронного моста ЭМР-209-РД на 12 каналов, блоков задания значения, регулируемых температур и блоков реле. Пре-

дела измерений температуры от 0 до 150° С, градуировка шкалы 21, класс точности прибора 1,0, время обегания 12 каналов от 1 до 4 мин. В качестве датчиков используются термометры сопротивления ТСП-753 градуировки 21. Исполнительными механизмами могут служить колонки дистанционного управления КДУ или механизмы ИМ-2/120.

Необходимые условия для осуществления автоматизации. Перед тем как внедрять автоматизацию сушильного процесса, необходимо привести лесосушильные камеры в надлежащее эксплуатационное состояние. Камеры должны отвечать следующим требованиям:

1. Давление пара, поступающего в калориферы, должно быть не ниже 3 кгс/см². Отвод конденсата должен производиться через исправные конденсатоотводчики.

2. Ограждения камер и, в частности, двери должны быть герметизированы.

3. В камерах должна быть создана мощная реверсивная циркуляция сушильного агента со скоростью в штабеле до 2—3 м/с.

Автоматизация сушильного процесса в камерах с естественной циркуляцией и в камерах, не удовлетворяющих перечисленным выше условиям, нецелесообразна, так как она не даст должного эффекта.

§ 34. ПРИБОРЫ ДЛЯ ПРОВЕРКИ РАБОТЫ ВЕНТИЛЯТОРНЫХ УСТАНОВОК

Характеристика работы вентиляторной и эжекторной установок определяется объемом перемещаемого воздуха и давлением, развиваемым вентилятором или эжектором.

Для определения скоростей, а следовательно, и объемов перемещаемого воздуха служат приборы, называемые анемометрами. Различают анемометры крыльчатые (рис. 69, а) и чашечные (рис. 69, б). Крыльчатые анемометры позволяют измерять скорость потоков от 0,5 до 7—10 м/с, чашечные — от 5 до 30 м/с.

При вращении крыльчатой или чашечной вертушки счетчик анемометра отмечает число оборотов, сделанных вертушкой. Замер скорости производится следующим образом. Предварительно записывают показание счетчика анемометра. Затем помещают анемометр непосредственно в поток воздуха и включают счетчик одновременно с пуском секундомера. Через 30—60 с и счетчик и секундомер отключают (строго одновременно) и новое показание счетчика фиксируют. Разность показаний счетчика до и после замера, деленная на количество секунд, покажет частоту вращения в секунду. Далее, пользуясь специальной поправочной таблицей, приложенной к паспорту прибора, определяют скорость потока в метрах в секунду.

При измерении очень важно правильно ориентировать анемометр по потоку. У крыльчатых приборов ось вертушки должна быть строго параллельна оси потока, а у чашечных — перпендикулярна оси потока. Обычно делают несколько замеров в разных точках по-

перечного сечения потока, после чего вычисляют среднюю скорость.

Объем перемещаемого воздуха определяют путем перемножения средней скорости на величину поперечного сечения потока в квадратных метрах.

Давление, развиваемое вентиляторами или эжекторами в воздуховодах, измеряется с помощью пневматической трубки и микроманометра. Эти приборы изображены на рис. 70.

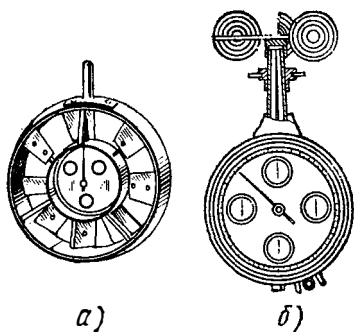


Рис. 69. Анемометры крыльчатый (а) и чашечный (б)

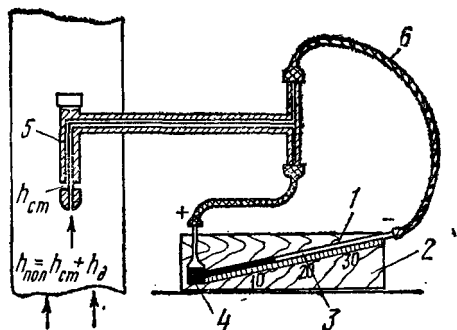


Рис. 70. Измерение динамического давления с помощью пневмометрической трубки:

1 — наклонная стеклянная трубка, 2 — корпус, 3 — шкала, 4 — стеклянный сосуд с жидкостью, 5 — пневмотрубка, 6 — резиновая трубка

Пневмометрическая трубка ЦАГИ состоит из двух обособленных каналов, один из которых имеет приемное отверстие с торца короткого колена трубки и выведен в хвостовой отросток, обозначенный + (плюс). Второй канал начинается кольцевым отверстием в колене трубки и выходит к отростку, обозначенному — (минус). Первый отросток позволяет изменять полное давление в воздуховоде, представляющее собой сумму статического и динамического давлений, а второй — статическое давление.

Микроманометр с наклонной трубкой, или тягомер, состоит из сосуда, из которого под углом 30° выведена стеклянная трубка, снабженная шкалой: Шкала градуирована в $\text{кгс}/\text{м}^2$ или в мм вод. ст.

Сосуд заполняют легкой жидкостью, например керосином. Для измерения давления выше атмосферного трубка подсоединяется к горлышку сосуда, при разрежении — к свободному концу наклонной трубки.

На рис. 70 показано измерение динамического давления в воздуховоде, которое равно разности полного давления $h_{\text{пол}}$ и статического $h_{\text{ст}}$:

$$h_{\text{д}} = h_{\text{пол}} - h_{\text{ст}}$$

Так как между величиной динамического давления и скоростью потока имеется строгая функциональная зависимость, то измерив с помощью пневмотрубки величину динамического давления, можно вычислить скорость w потока по формуле

$$w = \sqrt{\frac{2gh_d}{\rho}} \text{ м/с,}$$

где $2g$ — удвоенное ускорение силы тяжести, равное $19,62 \text{ м/с}^2$; h_d — динамическое давление, кгс/м^2 ; ρ — плотность влажного воздуха, кгс/м^3 .

Величина плотности воздуха принимается по таблице из справочников в соответствии с фактической температурой и влажностью воздуха в измеряемом потоке.

Для определения скорости движения воздуха в штабеле пользуются прибором, показанным на рис. 71. Прибор представляет собой сочетание крыльчатого анемометра 2 со специальным диффузором 1.

Диффузор изготовляют из тонкого листового металла. Особенностью диффузора является равенство площадей в сечениях $a-a$ и $b-b$. Таким образом, скорость воздушного потока при входе в диффузор равна скорости потока в анемометре.

Это обстоятельство упрощает определение величины скорости потока. Значение скорости вычисляют непосредственно по показаниям анемометра, не вводя никаких поправок в расчеты.

Описанные выше приборы, построенные на базе анемометра, позволяют определять значения скорости потока в данной точке, но не дают точного представления о направлении воздушного потока. Между тем, для получения достоверных аэродинамических характеристик сушильных камер необходимо учитывать и вектор скорости. Для разрешения этой задачи Московский лесотехнический институт (МЛТИ) предложил новое устройство — аэровектограф (рис. 72).

Основной частью прибора является пара лопастей 1, имеющих между собой упругую связь и соединенных двумя звеньями 4 в подвижный плоский шарнирный четырехзвенник. Этот четырехзвенник снабжен легким пером-регистратором 3 и навешен на цент-

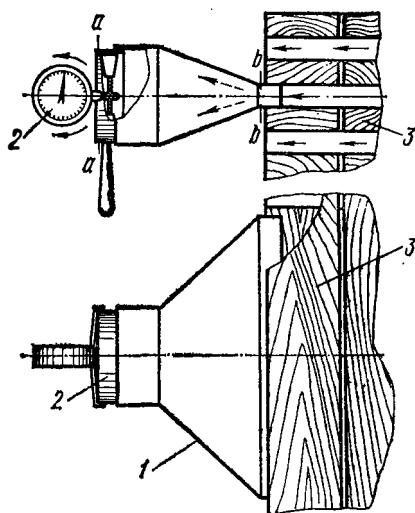


Рис. 71. Прибор для замера скорости циркуляции агента сушки в штабеле: 1 — диффузор, 2 — крыльчатый анемометр, 3 — штабель пиломатериала

ральную ось 2 между двумя параллельными пластинами 5, нижняя из которых служит основанием, а верхняя — крышкой. На внутреннюю поверхность одной из пластин наносится тонкий слой легко стираемой краски или сажи.

При воздействии потока воздуха на лопасти перо фиксирует на чувствительном слое определенный рисунок, по местоположению которого относительно центральной оси и по его форме определя-

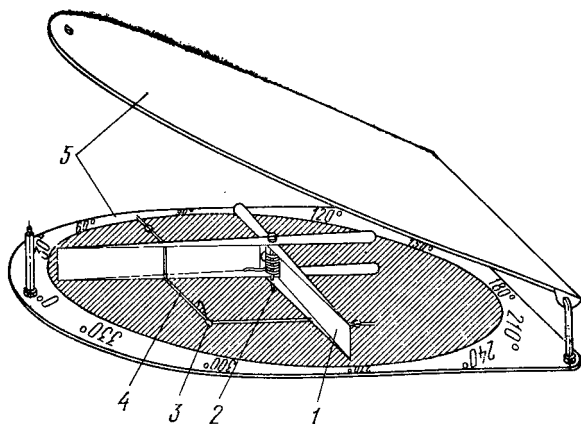


Рис. 72. Аэровектограф:

1 — лопасти, 2 — центральная ось, 3 — перо-регистратор, 4 — звенья, 5 — пластины

ют векторные параметры циркуляции: величину средней скорости, направление и степень неравномерности потока.

Аэровектограф помещается в штабеле в пространстве между двумя слоями досок. Прибор тарируется по контрольному анемометру и позволяет определять скорости воздушного потока в диапазоне от 0,2 до 2,0 м/с. Точность измерения при скорости потока до пяти метров в секунду составляет 0,1 м/с. Промышленностью аэровектографы не выпускаются.

Глава VIII

МЕХАНИЗАЦИЯ УКЛАДКИ И ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ ШТАБЕЛЕЙ В ЛЕСОСУШИЛЬНЫХ ЦЕХАХ

§ 35. МЕХАНИЗМЫ ДЛЯ УКЛАДКИ И РАЗБОРКИ ШТАБЕЛЕЙ

В лесосушильных цехах применяют два способа укладки досок в штабеля — штучный и пакетный.

Штабеля формируют на погрузочной площадке у лесосушильного цеха на специальных трековых телсжках. Закрепленные на треках поперечные деревянные брусья образуют подштабельное осно-

вание. Пиломатериалы подвозят к площадке в пакетах автолесовозами или автопогрузчиками и иногда вагонетками по узкоколейным рельсовым путям.

Штучный способ укладки штабелей. При штучном способе штабеля формируют из отдельных досок, укладываемых рядами на речных прокладках вручную или штабелескладчиками.

При ручной укладке пиломатериалов в штабель нормальной высоты (до 3 м от головки рельсов) наиболее трудоемким является

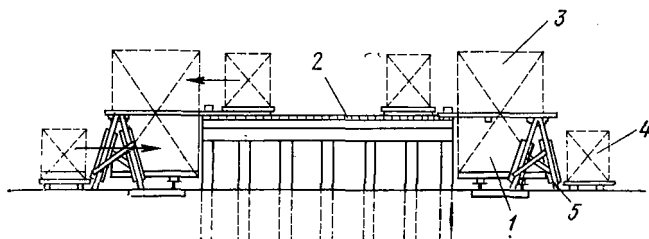


Рис. 73. Укладка штабелей с двух уровней:

1 — нижняя половина штабеля, 2 — эстакада, 3 — верхняя половина штабеля, 4 — плотный пакет, 5 — приставные козлы с трапом

формирование верхней половины штабеля, когда сырые пиломатериалы приходится поднимать на высоту до 3 м.

Один из простейших способов, облегчающих труд рабочих, — укладка штабелей с двух уровней. Для этого устраивают эстакаду высотой примерно 1,5 м над уровнем земли. Вдоль эстакады прокладывают рельсовый путь длиной на один или два штабеля (рис. 73).

Формируют штабеля следующим образом. Сначала с земли выкладывают на трсковых тележках нижнюю половину штабеля 1 до высоты 1,5—1,6 м от брусков треновой тележки, а затем с эстакады 2 верхнюю половину 3. Плотные пакеты 4 с пиломатериалами удобно подавать на эстакаду автопогрузчиком.

Для подачи пиломатериалов в верхнюю половину штабеля можно применять подъемные конвейеры. Для облегчения укладки верхней половины штабелей целесообразно использовать штабелеры (рис. 74).

Весьма эффективными механизмами для штучной ручной укладки являются вертикальные подъемники (лифты), которые позволяют поддерживать верх штабеля на удобной высоте. Вертикальный подъемник (рис. 75) представляет собой платформу 4, укрепленную на четырех подъемных вишпах с упорными подшипниками 5. Винты 3 получают вращение от цепи 6 через редуктор от электродвигателя 2. При этом платформа перемещается вверх или вниз. Пускают электродвигатель или останавливают с помощью кнопок. Когда платформа достигает крайнего верхнего или нижнего положения, электродвигатель автоматически отключается.

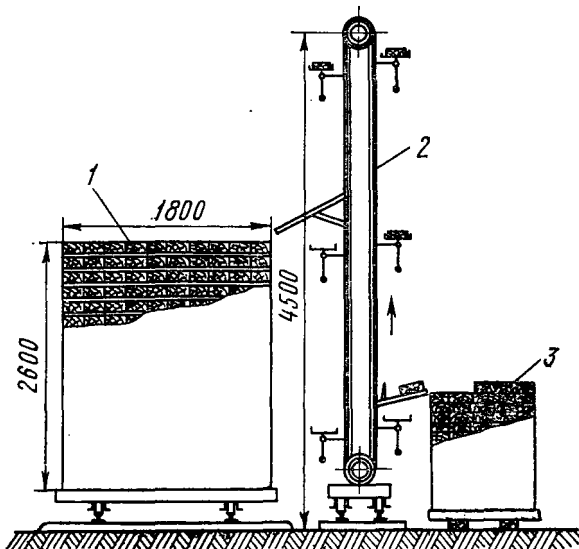


Рис. 74. Штабелер для укладки верхней половины штабеля:
 1 — формируемый штабель, 2 — штабелер, 3 — плотный пакет

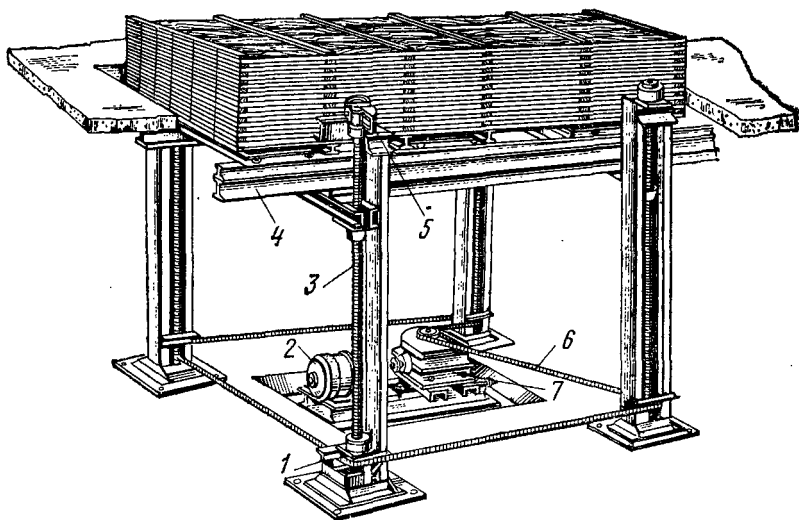


Рис. 75. Вертикальный подъемник (лифт):

1 — звездочка для привода винтов, 2 — электродвигатель с редуктором, 3 — подъемные винты, 4 — платформа, 5 — упорные подшипники, 6 — цепь для привода, 7 — приспособление для натяжения цепи

Вертикальные подъемники устанавливают в прямках соответствующей глубины. При устройстве прямка в местах с высокими грунтовыми водами должны быть приняты меры, предупреждающие проникновение воды внутрь него.

Подъемник обычно обслуживают двое рабочих. Рабочие берут пиломатериалы из подвезенного к лифту плотного пакета и укладывают их на трековые тележки, которые предварительно устанавливают на рельсовом пути платформы подъемника. Уложив ряд материалов, рабочие раскладывают прокладки. Для удобства выравнивания торцевой стороны у штабеля устанавливают откидной металлический щит высотой примерно 1 м, а для раскладки прокладок в определенных местах — откидные специальные приспособления, в которых фиксируется один из концов прокладок.

По мере роста штабеля платформа подъемника опускается в прямок, и к концу загрузки штабель почти целиком оказывается в прямке. По окончании укладки платформа со штабелем поднимается. Уровень головки рельсового пути на платформе совмещается с уровнем головки рельсового подъездного пути, после чего с помощью траверсной тележки штабель закатывается в камеру или перекачивается на запасную площадку.

Пиломатериалы подают к подъемнику автопогрузчиками, тельферами и по рельсовым путям на вагонетках. Вблизи подъемника следует иметь буферный склад для пакетов, из которого будут своевременно подаваться для укладки в штабель пиломатериалы одной толщины.

В табл. 14 приведены технические характеристики вертикальных подъемников.

Таблица 14

Характеристика вертикальных подъемников (лифтов)

Показатели	Л-6, 5-15	Л-214-5	ПВ-20
Грузоподъемность, т	15	5	20
Размеры платформы, мм:			
ширина	2200	2200	2000
длина	6900	3000	7200
Ход платформы, мм	2600	2600	2500
Размеры приямка, мм:			
ширина	3000	3000	2700
длина	7000	3100	7250
высота	3115	3115	3100
Скорость подъема и опускания платформы, м/с	0, 155	0, 155	0, 89

При укладке штабелей с помощью лифта производительность труда рабочих повышается в 2—2,5 раза. За смену один рабочий укладывает 17—18 м³ пиломатериалов толщиной 25 мм и средней длиной 5,5 м или 24—25 м³ пиломатериалов толщиной 50 мм.

Во время укладки штабеля на вертикальном подъемнике рабочим приходится переносить пиломатериалы от плотного пакета к

платформе. Для выполнения грубоемких операций разработаны различные конструкции штабелеукладочных машин.

На рис. 76 показан штабелеукладчик с ручной раскладкой прокладок. С наклонного подъемника 1 пиломатериалы подаются на подборочный горизонтальный стол 2, где формируется ряд штабеля. Готовый ряд упорами сдвигается с подборочного стола и передается на вспомогательный стол 3, снабженный гидравлическим рычажным меха-

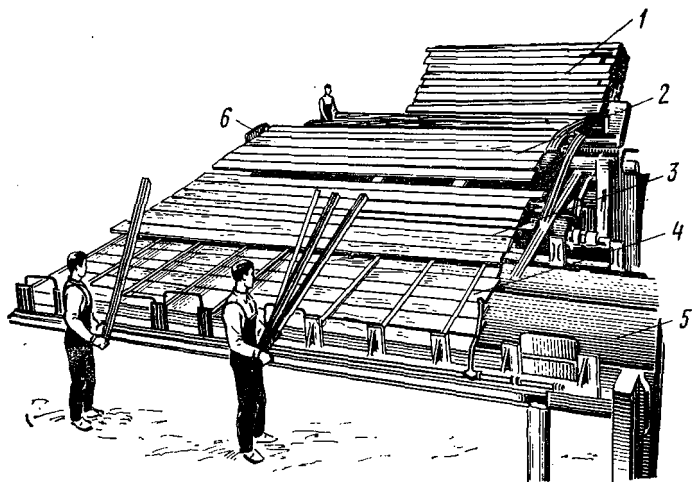


Рис. 76. Штабелеукладчик с ручной раскладкой прокладок: 1 — наклонный подъемник, 2 — подборочный горизонтальный стол, 3 — вспомогательный стол, 4 — формируемый штабель, 5 — платформа вертикального подъемника, 6 — устройство для выравнивания торцов досок

низмом. Готовый ряд приподнимается рычажным механизмом и перекалывается на штабель 4, который находится на вертикальном подъемнике (лифте) 5. Во время передвижения ряда по подборочному столу специальное устройство 6 выравнивает торцы досок.

Механизмами наклонного подъемника и подборочного стола управляет один оператор, а механизмом вертикального подъемника — укладчик прокладок.

После перекладки в штабель очередного ряда рычажный механизм возвращается в исходное положение, а платформа подъемника автоматически опускается на величину толщины слоя пиломатериалов и прокладок, и процесс повторяется. Когда весь штабель сформирован, платформа поднимается, и штабель скатывают с нее на запасную площадку.

Производительность такого штабелеукладчика при обслуживании тремя рабочими составляет 35—40 м³ на одного рабочего в смену.

Пакетный способ формирования штабелей. При этом способе штабеля формируют из заранее подготовленных пакетов, в которых

пилломатериалы уложены на речных прокладках. Укладывают пакеты на прокладках вручную или с помощью пакетоформирующей машины. Штабеля формируют из двух—четырех пакетов, в зависимости от грузоподъемности применяемых механизмов. Поднимать пакеты можно автопогрузчиками, электротальями, электрифицированными траверсными тележками с порталными подъемниками, башенными и мостовыми кранами.

Пакетный способ формирования штабелей наиболее производителен и экономичен, он позволяет комплексно решать вопросы механизации транспортно-укладочных работ на предприятиях.

Подготавливать отдельные пакеты при ручной укладке можно одновременно в нескольких местах погрузочной площадки лесосушильного цеха из пилломатериалов разных толщин и пород. При этом осуществляют разные способы укладки в соответствии с циркуляцией воздуха по материалу в сушильных камерах.

Формировать пакеты на прокладках можно непосредственно на сортировочной площадке лесопильного цеха, откуда транспортируют их на формирующую площадку лесосушильного цеха или на склад (биржу) для атмосферной подсушки. Атмосферную подсушку можно комбинировать с последующей сушкой тех же пакетов в лесосушильных камерах. При такой организации работ исключается перекладка пилломатериалов.

Для механизированного формирования пакетов созданы пакетоформирующие машины, которые готовят пакеты на проклад-

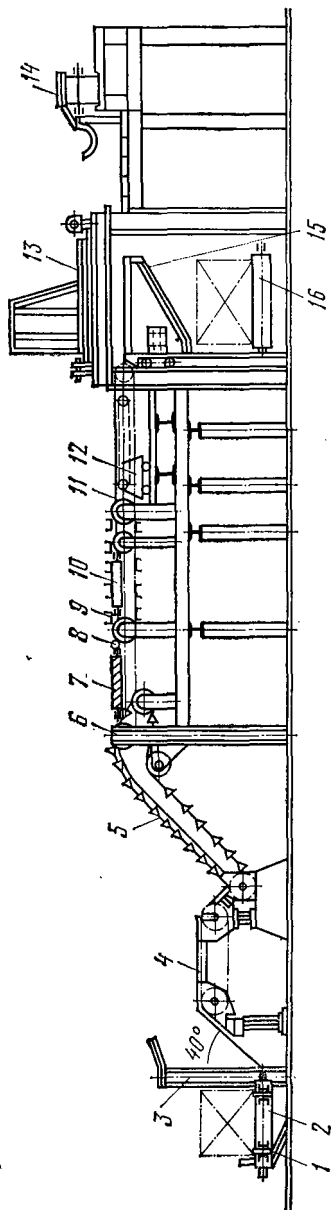


Рис. 77. Пакетоформирующая машина ПФМ-10:

1 — подающий конвейер, 2 — роликковый конвейер, 3 — наклонный конвейер, 4 — приемный конвейер, 5 — наклонный конвейер, 6 — горизонтальный конвейер, 7 — винтовой роликковый конвейер-торцеваниватель, 8 — отсекатель, 9 — конвейер, 10 — роликковый конвейер-торцеваниватель, 11 — площадкаборочный конвейер, 12 — каретка, 13 — каспсное устройство, 14 — ленточный конвейер для подачи прокладок, 15 — вертикальный подъемник, 16 — роликковый конвейер

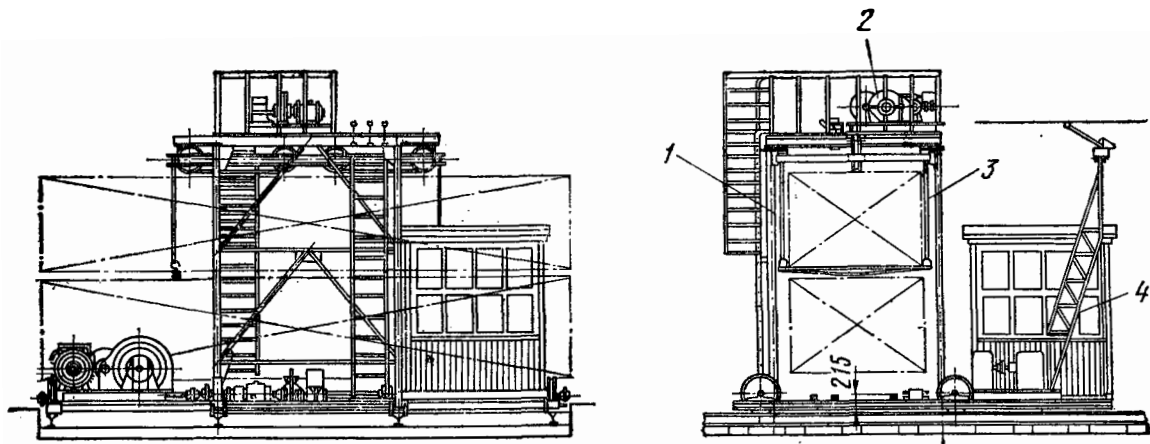


Рис. 78. Электрифицированная траверсная тележка ЭТ-20-П, оборудованная порталным подъемником:
 1 — портал сварной конструкции, 2 — грузовая лебедка, 3 — захватное приспособление, 4 — кабина управления

ках (со шпациями и без шпаций) и без прокладок (плотные пакеты). Применение этих машин позволяет в 1,5—2,5 раза повысить производительность труда по сравнению с ручным способом.

Применять эти машины целесообразно лишь при крупных масштабах укладочных работ порядка 30—40 тыс. м³ и более пиломатериалов в год. Имеется несколько конструкций таких машин.

На рис. 77 показана пакетформирующая машина ПФМ-10, которая может формировать пакеты со шпациями и без шпаций.

Формирование пакетов производится следующим образом. Автопогрузчиком или автолесовозом плотный пакет пиломатериалов устанавливается на цепной конвейер 1, который подает пакет на роликовый конвейер 2. С помощью кронштейнов наклонного подъемника 3 пакет снимается с роликового конвейера, наклоняется на 40° и поднимается вверх. При подъеме верхнего ряда досок пакета выше рамы наклонного подъемника доски скатываются на цепи приемного конвейера 4, при этом освободившиеся прокладки удаляются ленточным конвейером. Затем доски поступают в приемник, образованный скатами приемного конвейера и наклонным конвейером 5 с упорами. Поступление досок в приемник регулируется оператором. По наклонному конвейеру доски подаются на цепи горизонтального конвейера 6. После этого доски поступают на винтовой роликовый конвейер-торцеравнитель 7 для выравнивания досок по правому торцу. Далее доски транспортируются до упора отсекаателя 8 механизма подштучной выдачи досок в каждую ячейку конвейера 9. По заданной программе набирается необходимое количество досок в ряду пакета, после чего отключается механизм подштучной выдачи досок без отключения конвейера с разновысокой цепью. Благодаря этому осуществляется выдача одной доски и тем самым отделение набранного щита от другого. С низких ячеек цепи конвейера с разновысокой цепью доски поступают на конвейер-торцеравнитель 10 с гладкими роликами, который выравнивает их по левому торцу, после этого они поступают на цепи шпациенaborочного конвейера 11.

Доски с верхних ячеек конвейера с упорами и разновысокой цепью, минуя роликовый конвейер-торцеравнитель с гладкими роликами, также поступают на шпациенaborочный конвейер.

За время прохождения одного шага между упорами конвейера с разновысокой цепью цепи шпациенaborочного конвейера передвигаются на величину, равную ширине доски и шпации, что зависит от настройки машины.

С помощью механизма перемещения каретки 12 и цепей на поднимающихся рычагах при обратном ходе каретки щит досок перекладывается на прокладки формируемого пакета. При возвращении каретки с рычагами в исходное положение включается привод кассетного устройства 13. После отключения привода кассетного устройства вертикальный подъемник 15 опускается на величину, равную толщине доски в щите и прокладки. Сформированный пакет с вертикального подъемника передается на роликовый конвейер 16, по которому пакет выкатывается из-под машины.

Размеры формируемого пакета по длине 4,3—6,8 м, по ширине 1,2—1,9 м и по высоте до 1,5 м.

Для формирования штабелей из пакетов можно использовать электрифицированную траверсную тележку ЭТ-20-П, оборудованную порталным подъемником (рис. 78). Подъемник монтируется на раме тележки и состоит из портала 1 сварной конструкции, грузовой однобарабанной лебедки 2, установленной на площадке портала (вверху), захватного приспособления 3 и электроаппаратуры, расположенной в закрытой остекленной кабине управления 4.

Захватное приспособление состоит из металлической сварной рамы. Между продольными балками рамы установлены направляющие блоки для грузовых тросов. К концам поперечных балок рамы подвешены тросовые стропы. На концах строп закреплены хомутики, которые заводят на концы металлических балочек и закрепляют замками.

Траверсная тележка с подъемным устройством ЭТ-20-П — комплексный агрегат, формирующий штабель из двух пакетов и осуществляющий все операции по их транспортированию.

Техническая характеристика порталного подъемника

Размеры поднимаемых пакетов, м:	
длина	3,5—7,0
ширина	1,9
высота	1,3
Габаритные размеры тележки с подъемником, м:	
длина	6,5
ширина	5,1
высота	4,62
Грузоподъемность, т	6
Скорость подъема и опускания пакетов, м/мин	6

Штабель на траверсной тележке, оборудованной порталным подъемником, формируется в таком порядке. Вначале на погрузочной площадке пиломатериалы укладывают на трековые тележки в пакеты на прокладках такой же ширины и длины, что и полногрузочный штабель. Затем треки с уложенным пакетом, который должен образовать верхнюю часть штабеля, закатывают на траверсную тележку и подъемным устройством поднимают пакет на высоту, позволяющую подвести под него другой пакет. Треки сталкивают с траверсной тележки на рельсовый путь запасной площадки треками закатываемого на нее второго пакета. Рельсовые пути запасной, погрузочной площадок и траверсной тележки должны совпадать.

После проверки правильности установки нижнего пакета на него опускают верхний пакет. При использовании захватного приспособления с металлическими балочками между пакетами помещают прокладки удвоенной толщины (50 мм).

Если металлические балочки захватного приспособления, поддерживающие верхний пакет, сделаны так, что при соприкосновении с нижним пакетом они поворачиваются с ребра на плоскость (под

тяжестью верхнего пакета), то можно использовать прокладки между пакетами обычной толщины — 25 мм.

После того как верхний пакет будет опущен на нижний, поддерживающие балочки, имеющие меньшую толщину, чем прокладки между пакетами, свободно вытаскиваются из штабеля. Таким образом, на треках, стоящих на рельсовом пути траверсной тележки, образуется полногрузный штабель нормальных габаритов.

При укладке пиломатериалов толщиной от 45 мм и более без шпаций (зазоров между боковыми кромками досок) можно применять тросовое захватное приспособление без поддерживающих балочек.

При работе траверсной тележки с подъемником осуществляются общепринятые мероприятия по технике безопасности, предусмотряемые при эксплуатации подъемных механизмов.

Для пакетного формирования штабелей применяют также устройства, в которых в качестве подъемных механизмов используются электротали.

На рис. 79 показано устройство для формирования штабелей с поперечным передвижением пакетов. Можно формировать штабеля с помощью электротали с продольным транспортированием пакетов.

Для формирования штабелей из пакетов также можно применять автопогрузчики с удлиненными захватами. Чтобы между верхними и нижними пакетами оставался зазор не более 50 мм, используют вспомогательные поворачивающиеся металлические прокладки, убираемые при окончательном опускании верхнего пакета. Применение автопогрузчиков требует надлежащего устройства дорог и площадок.

Механизация разборки штабелей. Для механизированной разгрузки штабелей целесообразно применять вертикальные подъемники (лифты). На предприятиях, где эти подъемники полностью заняты по основному назначению, рекомендуется устанавливать дополнительные подъемники специально для разгрузки штабелей. Для этого вертикальный подъемник 1 (рис. 80) оборудуют специальным приспособлением 2, которое сдвигает верхний ряд досок штабеля к наклонному спуску 3. По гибкому наклонному спуску 4 доски попадают на поперечный конвейер 8, приводными роликами 5 и движущейся лентой 7 прокладки разворачиваются и удаляются конвейером 6. Штабель по мере загрузки поднимается на определенную высоту.

Штабеля, сформированные из пакетов на прокладках, можно разбирать по пакетно с помощью автопогрузчиков, электроталей и кранов. Пакеты с сухими пиломатериалами в цех обработки можно подавать роликовыми конвейерами.

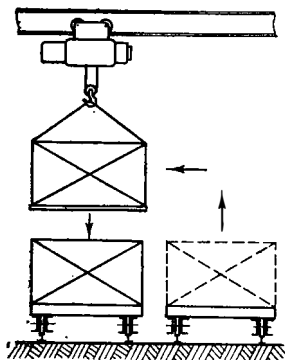


Рис. 79. Формирование штабелей с использованием электротали и поперечным передвижением пакетов

Для механизированной разборки пакетов размерами 1,8—2,2 × 1,5 × 6,5 м может быть использован питатель ПА-4 (рис. 81).

Пакет 2 с помощью подъемного устройства (крана, электротали,

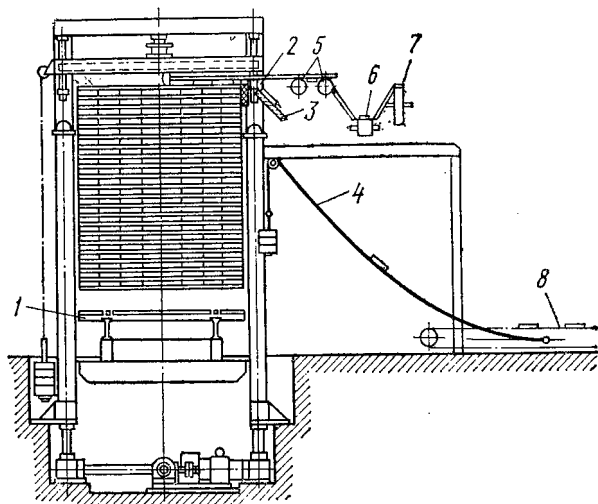


Рис. 80. Вертикальный подъемник с приспособлением для разборки штабелей (МЛТИ):

1 — вертикальный подъемник, 2 — приспособление для сдвига ряда досок, 3 — наклонный спуск, 4 — гибкий (из тросов) наклонный спуск, 5 — приводные ролики, 6 — конвейер для прокладок, 7 — движущая лента для разворота прокладок, 8 — поперечный конвейер

автопогрузчика) подается на один из поперечных цепных конвейеров 1, симметрично расположенных по бокам продольного роликового конвейера 4, который по отношению к ним имеет более низкий

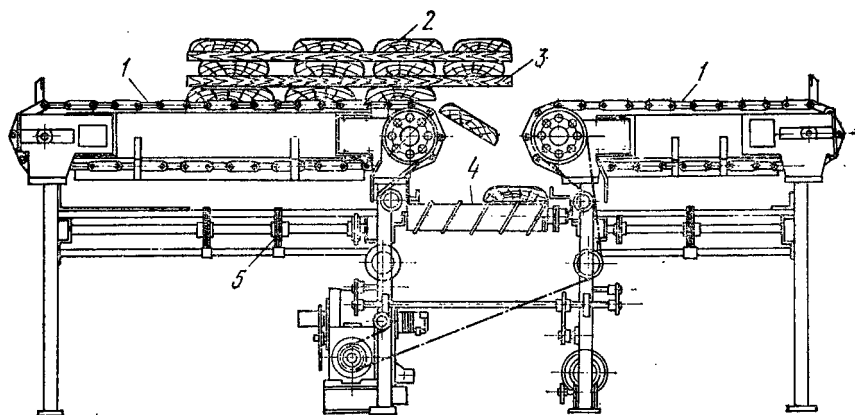


Рис. 81. Питатель (пакеторазгрузчик) ПА-4:

1 — поперечные конвейеры, 2 — пакет на прокладках, 3 — прокладки, 4 — роликовый конвейер, 5 — конвейер для удаления прокладок

уровень. При включении конвейеров пакет перемещается с одного конвейера на другой и обратно. При этом доски нижнего ряда, проходя над роликовым конвейером, попадают на него и уносятся к сортировочному столу или к станку. Когда весь нижний ряд досок сброшен, прокладки 3 проваливаются вниз между цепями и удаляются с помощью особого конвейера-транспортера 5.

Техническая характеристика питателя ПА-4

Размеры разбираемого пакета (ширина×высота×длина), м	1,8—2,2×1,5×6,5
Скорость челночного перемещения пакета, м/мин	до 0,8
Скорость роликового конвейера для отвода пиломатериалов, м/мин	20
Скорость конвейера для прокладок, м/мин	12
Размеры питателя, мм:	
длина	7200
ширина	5650
высота	1326

§ 36. МЕХАНИЗМЫ ДЛЯ ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ ШТАБЕЛЕЙ

Основным видом транспорта в лесосушильных цехах является рельсовый транспорт.

Транспортная подштабельная трековая тележка состоит из двух треков, соединенных деревянными брусьями. На рис. 82, а показано устройство трека. Между двумя швеллерами помещены двухребордные колеса, оси которых вращаются на шариковых или роликовых подшипниках. Применяют треки длиной 1,8 м и укороченные длиной 1,4 м.

Особенность трековых тележек (рис. 82, б), на которые укладывают штабеля, заключается в том, что они не могут проходить по криволинейным рельсовым путям из-за слишком длинной базы и через стрелки, так как колеса у треков двухребордные. Поэтому для перемещения трековых тележек со штабелями с одного рельсового пути на другой устраивают траверсные пути, которые оборудуют специальными траверсными тележками.

Траверсные тележки обычно электрифицируют, оборудуют механизмами передвижения, грузовыми лебедками для закатки и выкатки штабелей и механизмами управления. В тележках использованы типовые узлы (лебедки, редукторы, тормоза, электрооборудование и др.), изготавливаемые промышленностью. Это снижает трудоемкость их изготовления и гарантирует надежность работы. Устройство траверсной тележки ЭТ-20 грузоподъемность 20 т показано на рис. 83.

Питание электродвигателей тележек от сети может быть осуществлено с помощью троллейных проводов 3 через токоприемник 4, применяемый для городских троллейбусов, который не требует точной подвески троллеев по высоте и по направлению движения. В периоды похолодания ползун токоприемника снимает обледенение с троллеев. Для питания током применяют также гибкий брониро-

ванный кабель (например, ГРШС), подвешенный на скользящих кольцах к тросу, натянутому вдоль траверсного пути. Это устройство проще и безопаснее в работе по сравнению с троллеем, однако оно предпочтительно для траверсных путей небольшой протяжен-

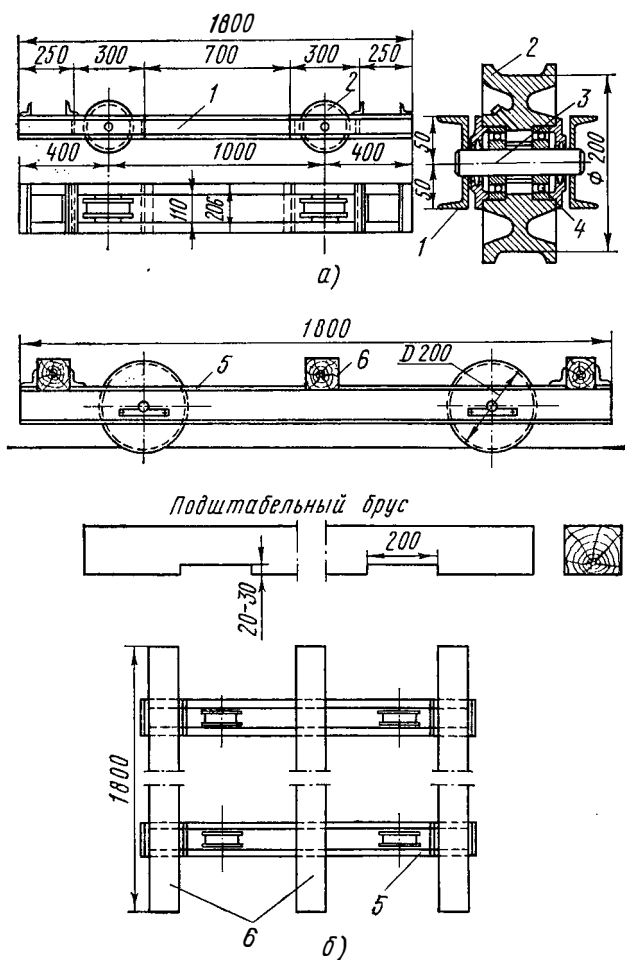


Рис. 82. Устройство трека и треновой тележки:
 а — трек, б — тележка; 1 — швеллер, 2 — двухребор-
 ное колесо, 3 — ось колеса, 4 — подшипник шарико-
 вый, 5 — трек, 6 — поперечные деревянные брусья

ности (не более 25—30 м), расположенных в закрытых помеще-
 ниях.

Передвигают, закатывают и выкатывают штабеля с помощью механизмов и системы блоков, установленных как на траверсной тележке, так и внутри лесосушильных камер, вблизи дверей и на площадках у камер.

Технические характеристики электрифицированных траверсных тележек, применяемых на деревообрабатывающих и мебельных предприятиях, приведены в табл. 15.

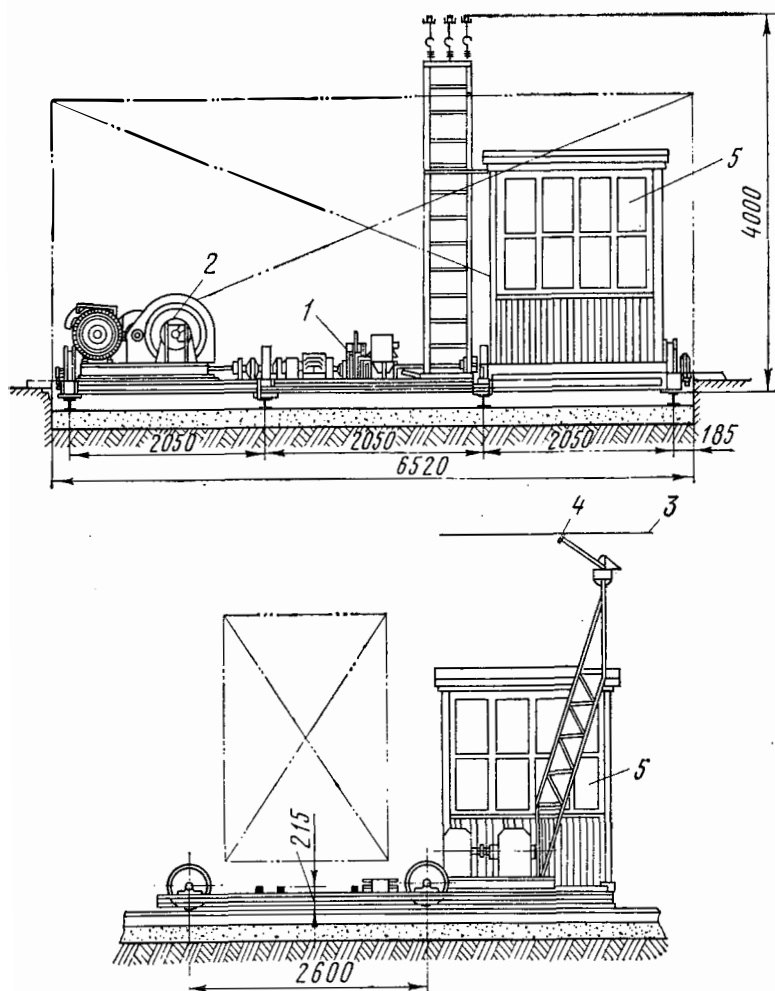


Рис. 83. Траверсная электрифицированная тележка ЭТ-20:

1 — механизм для передвижения тележки, 2 — лебедка для перекатки, закатки и выкатки штабелей, 3 — троллейные провода, 4 — токоприемник, 5 — кабина управления

На рис. 84 показана схема транспортирования штабелей в камерах непрерывного и периодического действия (пролетных).

Траверсных тележек здесь две: одна 4 обслуживает подачу и закатку в камеру штабелей с сырыми пиломатериалами, а вторая 9 производит операции со штабелями, выгруженными из камер.

Технические характеристики траверсных тележек

Показатели	ЭТ-2,5	ЭТ-4,5	ЭТ-5,5	ЭТ-20	ЭТ-20-П
Грузоподъемность, т	5	8	15	20	20
Предельные габаритные размеры штабеля на тележке, м:					
ширина	1,6	1,8	1,9	1,9	1,9
длина	2,5	4,5	6,5	6,5	6,5
высота	2,2	3,0	3,0	3,0	3,0
Колея рельсового пути, мм	750	1000	1000	1000 и 750	1000 и 750
Длина траверсной тележки, мм	2500	4500	6500	6500	6500
Высота траверсной тележки (в выемке), мм	215	415	215	215	215
Скорость тягового троса, м/с	0,16	—	0,13	0,15	0,15
Скорость движения тележки, м/с	0,24	0,36	0,36	0,5	0,5

На схеме показана закатка в камеру непрерывного действия очередного штабеля со стороны «сырого» конца. При этом все штабеля, находящиеся в камере, передвигаются на длину вкатываемого штабеля, а штабель, находящийся в «сухом» конце у дверей, выкатывается на площадку 7 перед траверсным путем.

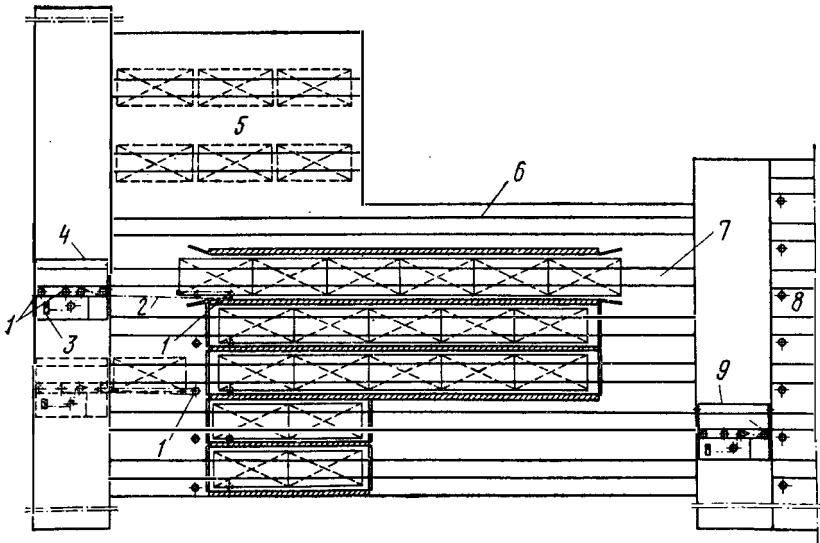


Рис. 84. Схема механизации транспортирования штабелей в камерах непрерывного и периодического действия:

1 — направляющие блоки для троса, 2 — трос, 3 — лебедка, установленная на траверсной тележке, 4 — траверсная тележка со стороны «сырого» конца камер, 5 — погрузочная площадка, 6 — рельсовый путь для возврата треновых тележек на погрузочную площадку, 7 — площадка у камер, 8 — склад сухих пиломатериалов, 9 — траверсная тележка на «сухом» конце камер

Передвижение штабеля осуществляется тросом 2 от лебедки 3, установленной на траверсной тележке 4, через направляющие блоки 1, поставленные на тележке и в камере недалеко от загрузочной двери в удобном для обслуживания месте. Трос, огибающий блок, заводят под штабель сбоку, снаружи рельсового пути, и с помощью крюка зацепляют за задний брус трековой тележки.

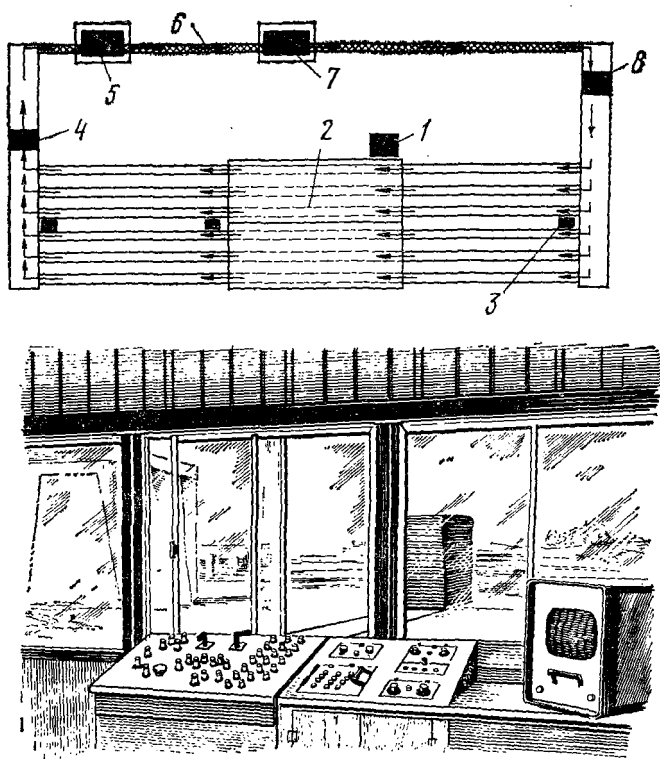


Рис. 85. Схема автоматизации транспортных и погрузочно-разгрузочных работ в лесосушильном цехе:

1 — центральный пункт управления, 2 — лесосушильные камеры (проходные), 3 — телевизионные камеры, 4 — траверсная тележка со стороны выгрузочного конца камер, 5 — штабелеразгрузчик, 6 — обгонный рельсовый путь (для порожних вагонеток), 7 — штабелеразгрузчик с автоматическим управлением, 8 — траверсная тележка со стороны загрузочного конца камер

На рис. 85 представлена схема полной автоматизации транспортных и погрузочно-разгрузочных работ в лесосушильном цехе. Работами по укладке, разборке и транспортированию штабелей с пиломатериалами управляют с центрального пункта 1 с помощью телевизионных установок 3.

Оператор может подключать экран телевизора к одной из трех телевизионных камер, нацеленных на узловые пункты погрузочно-разгрузочных и транспортных операций, и с помощью кнопочного

управления давать нужную команду тому или иному механизму.

Штабелесукладчик 7 оборудован приспособлением для автоматической раскладки прокладок по штабелю. Готовый штабель направляется к траверсной тележке 8 и с помощью последней подается на рельсовый путь, ведущий к сушильной камере. Передвигаются штабеля по рельсовым путям с помощью толкателей, вмонтированных в звенья бесконечной цепи, проложенной вдоль рельсового пути. Штабель с высушенными пиломатериалами по сигналу оператора направляется к штабелеразгрузчику 5.

Глава IX

ПРОВЕДЕНИЕ КАМЕРНОЙ СУШКИ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ

§ 37. ПОДГОТОВКА ОБОРУДОВАНИЯ КАМЕРЫ И МАТЕРИАЛА К СУШКЕ

Проверка оборудования. Оборудование сушильных камер перед загрузкой в них пиломатериалов следует проверить. Двери камер должны герметично закрываться, воздухообменные отверстия иметь плотно пригнанные шиберы с хорошо заделанными рамками, все вентили быть исправными. Калорифер и пол камеры необходимо содержать в чистоте.

Исправность калориферов проверяют путем пробного пуска в них пара при полном давлении. В это время наблюдают, не пропускают ли пара фланцы и другие соединения калорифера и паропроводов. Если слышатся характерные металлические звуки (удары или потрескивание), надо прикрыть вентиль, уменьшив выпуск пара в калорифер, и постепенно приоткрыть его через некоторое время. Паровпускные вентили следует открывать постепенно во избежание гидравлических ударов, нарушающих герметичность соединений.

После длительной остановки камеры калорифер может плохо прогреваться из-за накопившегося там конденсата. В этом случае калорифер следует продуть паром через обводную трубку у конденсатоотводчика. Однако продувкой нельзя злоупотреблять, так как она требует излишнего расхода пара.

После разогрева калорифера проверяют работу конденсатоотводчиков, для чего отключают калорифер от конденсатной магистрали и открывают вентиль для выбрасывания конденсата через контрольную трубку наружу. Действие увлажнительной системы проверяют пуском в нее пара, который должен выходить из всех отверстий равномерно.

В газовых камерах необходимо в первую очередь проверить герметичность топки, газоходов и шиберов.

Подготовка материала. Одновременно с проверкой оборудования подготавливают к сушке пиломатериалы.

Влажность находящегося в камере материала в процессе сушки обычно определяют по контрольным образцам, вырезасмым из до-

сок отрезками длиной 1—1,2 м. Контрольные образцы периодически вынимают из штабеля и взвешивают, чтобы установить текущую влажность древесины.

Для изготовления контрольных образцов отбирают доски у хвойных пород с наиболее мелкослойной, а у лиственных — с крупно-

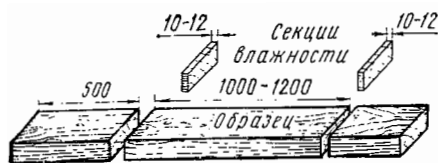


Рис. 86. Схема выпиливания контрольных образцов и секций для определения их начальной влажности

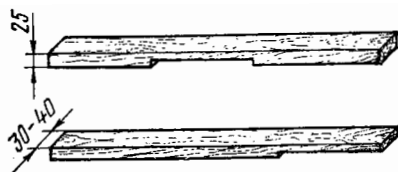


Рис. 87. Решечные прокладки с вырезами для закладки контрольных образцов в штабель

слойной и по возможности более сырой древесиной. Контрольные образцы выпиливают из досок на расстоянии не менее 0,3—0,5 м от их торцов. С обоих торцов образца отпиливают секции для определения их начальной влажности (рис. 86).

Приготовленные контрольные образцы немедленно взвешивают с точностью до 5 г на обычных торговых весах и укладывают на

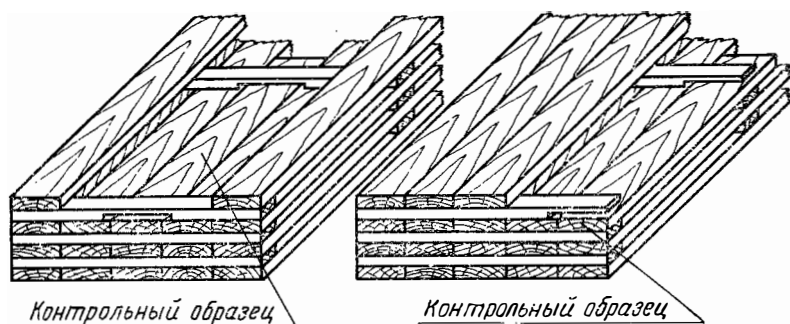


Рис. 88. Способы укладки контрольных образцов

прокладки в штабеля в местах ожидаемого наилучшего и наихудшего просыхания материала. После каждого взвешивания контрольные образцы укладывают в штабеля на прежние места. Для того чтобы образцы можно было легко вынуть для взвешивания и вновь положить в штабель, прокладки должны иметь вырезы, как показано на рис. 87. Способы укладки контрольных образцов показаны на рис. 88.

Все образцы нумеруют. При сушке очень толстых пиломатериалов торцы образцов до взвешивания замазывают густой масляной краской.

Начальную влажность секций подсчитывают с точностью до 1%. Среднюю величину влажности двух секций принимают за начальную величину влажности соответствующих контрольных образцов.

Зная начальную массу контрольного образца $P_{\text{нач}}$ и его начальную влажность $W_{\text{нач}}$, подсчитывают абсолютную сухую массу образца $P_{\text{абс.сух}}$ по формуле

$$P_{\text{абс.сух}} = \frac{P_{\text{нач}} \cdot 100}{W_{\text{нач}} + 100}.$$

Возьмем, например, образец, начальная масса которого 2400 г, а влажность 60%. Масса этого образца в абсолютно сухом состоянии будет

$$P_{\text{абс.сух}} = \frac{2400 \times 100}{60 + 100} = 1500.$$

В процессе сушки масса контрольных образцов уменьшается. Их текущую влажность для любого момента сушки вычисляют так же, как и секций влажности, т. е. количество оставшейся в них влаги делят на уже известную абсолютно сухую массу образца. Например, если масса взятого нами образца стала 2100 г, то текущая влажность его составит

$$W_{\text{тек}} = \frac{2100 - 1500}{1500} \times 100 = 40\%.$$

По текущей влажности контрольных образцов судят о возможности перехода на следующую порядковую ступень режима сушки.

По массе контрольных образцов ориентировочно определяют время прекращения сушки материала. Для этого заранее узнают массу отрезков, при которой они будут иметь конечную влажность, заданную техническими условиями на сушку. Так, если материал следует сушить до влажности 10%, то масса взятого нами образца к моменту окончания сушки должна быть на 10% больше абсолютно сухой его массы, т. е. $1500 \times 1,10 = 1650$ г.

Контрольные образцы нужно взвешивать ежедневно, если продолжительность сушки доходит до 5—10 суток, и через день при большей ее продолжительности.

Качество сушки в значительной мере зависит от правильной укладки пиломатериалов в штабеля. При неправильной укладке возможно появление коробления, а при правильной — образование коробления может быть сведено к минимуму. Растрескивание же зависит в основном от режима сушки.

Пиломатериалы укладывают на реечных прокладках, которые дают возможность сушильному агенту свободно проходить между досками по их пластям и по всему штабелю, скрепляют штабель по ширине и предохраняют материал от коробления. Толщина прокладок 25 мм, а ширина 30—40 мм для всех толщин пиломатериалов.

Чтобы получить прокладки одинаковой толщины, их нужно после просушки прострогать на рейсмусовом станке с одной стороны (если другая хорошо опилена).

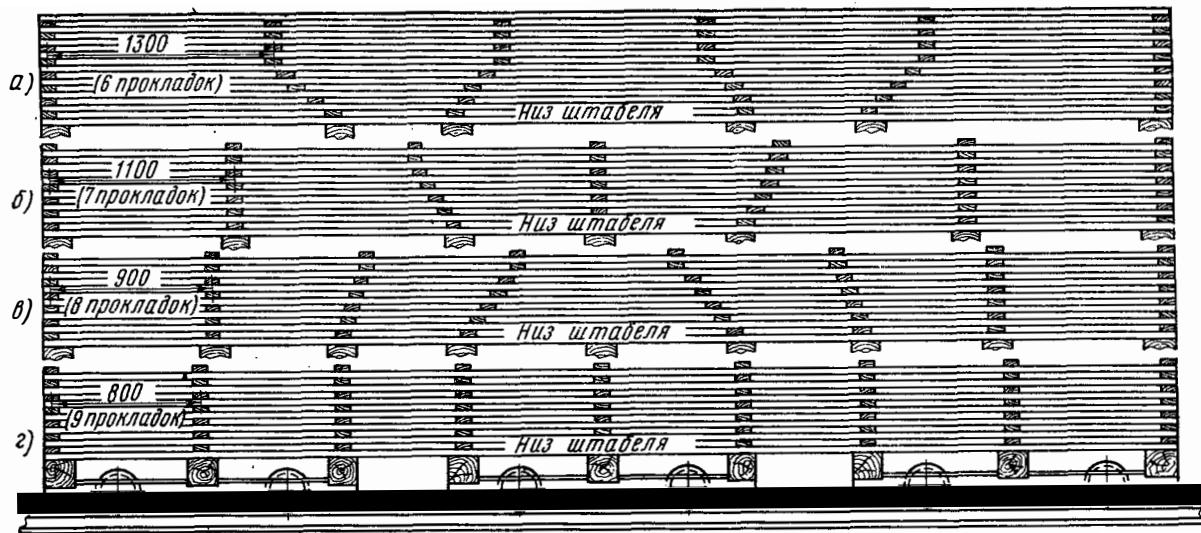


Рис. 89. Порядок размещения прокладок в штабеле в зависимости от толщины и породы пиломатериалов:

а — мягких пород толщиной более 60 мм. б — твердых пород толщиной более 60 мм и мягких пород толщиной 45—60 мм, в — твердых пород толщиной 45—60 мм и мягких пород толщиной 35—45 мм, г — твердых пород толщиной 25—45 мм и мягких пород толщиной 19—35 мм

Толщину всех прокладок периодически следует проверять металлическим калибром. Износившиеся прокладки заменяют. Прокладки следует хранить в специальных приспособлениях или контейнерах, укладывая их параллельно в местах, защищенных от дождя и снега.

По высоте штабеля прокладки размещают строго по вертикали одну над другой. Сбившиеся прокладки необходимо поправлять, в противном случае возможно продольное искривление досок. Крайние прокладки у лицевого ровного торца штабеля укладывают заподлицо с торцами досок.

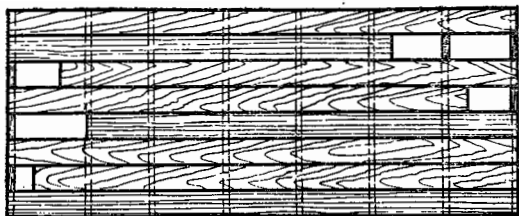


Рис. 90. Укладка в штабеля досок без шпаций разной длины вразбежку

Тонкие пиломатериалы коробятся больше, чем толстые, а твердые лиственные больше, чем пиломатериалы хвойных пород. Поэтому прокладки располагают тем чаще, чем тоньше пиломатериал, выше требования, предъявляемые к качеству сушки, и ниже требуемая влажность высушиваемого материала. Для сосновых досок толщиной 50 и 25 мм прокладки укладывают не реже чем через 1,1 и 0,8 м, а для березовых этой же толщины соответственно через 0,9 и 0,8 м.

На рис. 89 показан порядок размещения прокладок в штабелях в зависимости от толщины и породы пиломатериалов; показано, как формировать нижнюю часть штабеля и располагать прокладки в зависимости от толщины и породы пиломатериалов.

При укладке в одном ряду досок или деталей хотя бы с незначительной разницей в толщине более тонкие доски или детали окажутся незажатыми и, следовательно, при сушке покоробятся. Поэтому в каждом ряду должны быть доски одной толщины.

При формировании штабеля из досок разной длины выравнивают оба его торца, причем по бокам кладут более длинные доски, а в середине вразбежку короткие (рис. 90).

При укладке пиломатериалов разной ширины узкие укладывают в середине штабеля или пакета, а широкие — по краям. Если по ширине штабеля или пакета без шпаций целое количество досок не размещается, то получающийся зазор оставляют в середине.

Необрезные материалы укладывают комлями в разные стороны.

Штабель, выложенный из досок примерно одинаковой длины, имеет только один лицевой ровный торец. Чтобы боковые стороны штабеля были вертикальными с соблюдением его полных попереч-

ных габаритных размеров, рекомендуется применять габаритные шаблоны (рис. 91), устанавливаемые на рельсы у торцов штабеля. При недогрузке штабелей по высоте в камерах с побудительной циркуляцией поток агента сушки устремляется в пространство над штабелями, минуя высушиваемый материал. Габаритные размеры шаблона должны соответствовать поперечному сечению штабеля.

Применение контрольных шаблонов уменьшает опасность задевания штабелей за дверной проем при вкатывании в камеру. При качественной сушке не рекомендуется применять сдвоенную по толщине укладку досок, так как при сдвоенной укладке доски просыхают неравномерно и коробятся уже после сушки из-за выравнивания в них влажности по толщине материала.

Как правило, в один штабель можно укладывать материал только одного сечения и одной породы. Погрузка в одну камеру разных сортиментов может быть допущена как исключение только в случае примерно одинаковой продолжительности просыхания этих сортиментов при одинаковых режимах сушки.

Неправильная укладка материала, кроме коробления, приводит иногда к неравномерному его просыханию. Если вместо реечных прокладок применяют широкие сырые пиломатериалы, зона соприкосновения широких пластей материала с прокладками будет просыхать замедленно. Применять вместо прокладок высушиваемые детали можно только при условии, если их ширина не превышает 50 мм.

При укладке деталей расстояние между прокладками принимается несколько меньшим, чем при укладке досок. Однако оно должно быть не менее 0,35 м для тонких и не более 1 м для толстых деталей.

Пиломатериалы укладывают в штабель с учетом направлений движения сушильного агента (рис. 92) (на рисунке показаны стрелками). Во избежание перекосов основания штабеля толщина у всех подштабельных брусьев должна быть одинаковой. Под штабель материала длиной 6,5 м устанавливают три трековые тележки. Подштабельное основание должно быть жестким. Длина его должна равняться длине штабеля.

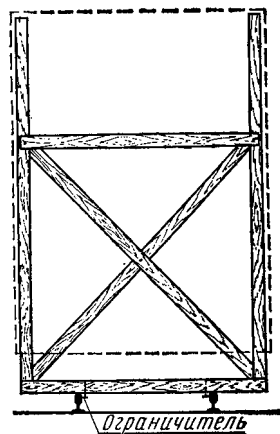
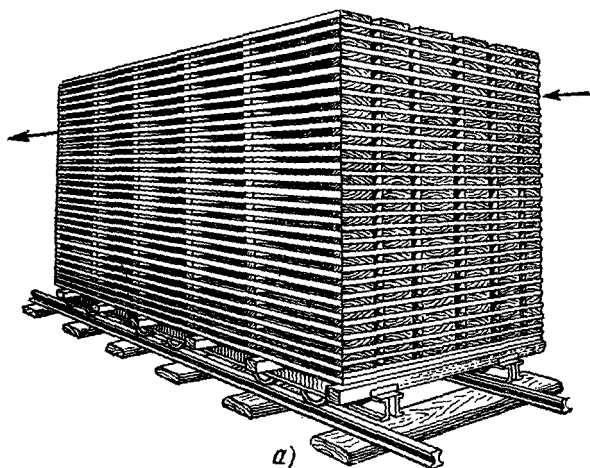


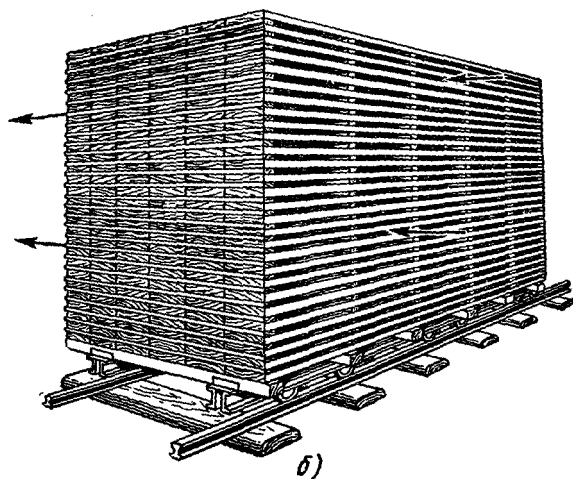
Рис. 91. Устройство габаритного шаблона (пунктиром показан контур штабеля)

§ 38. РЕЖИМЫ СУШКИ

Режимом сушки называется расписание температуры и влажности сушильного агента, изменяемых или поддерживаемых на одном уровне на протяжении процесса сушки в зависимости от влажности



а)



б)

Рис. 92. Способы укладки пиломатериалов в штабеля в зависимости от направления движения сушильного агента:

а — укладка со шпациями для камер с противоточной циркуляцией, б — плотная укладка без шпаций для камер с поперечной реверсивной и противоточной прямолинейной циркуляцией

высушиваемого материала. Это расписание может координироваться по времени процесса и применяться в отдельных частных случаях.

Расписание режимов сушки общего назначения предусматривает постепенное повышение температуры и понижение относительной влажности сушильного агента.

Все режимы задаются для состояния воздуха (газа), входящего в штабеля, а не выходящего из них. Основными параметрами режимов сушки являются температура и психрометрическая разность (разность температуры по сухому и мокрому термометрам) воздуха (газа).

В зависимости от температуры и влажности сушильного агента интенсивность испарения влаги из пиломатериалов может быть различной. Интенсивность процесса характеризуется *жесткостью режима*.

При одинаковой температуре более жестким или менее мягким будет режим, имеющий меньшую относительную влажность сушильного агента по ступеням режима.

При одинаковой относительной влажности сушильного агента более жестким или менее мягким будет режим, имеющий более высокую температуру.

Режимы назначают в соответствии с породой высушиваемых пиломатериалов, их влажностью, толщиной, категорией качества сушки и типом лесосушильных камер.

Повышение температуры сушильного агента способствует скорейшему удалению влаги из древесины. Однако длительное воздействие высокой температуры на древесину снижает ее механическую прочность. Уменьшение влажности агента сушки также способствует интенсивной сушке.

Учитывая состояние материала, предъявляемые к нему качественные требования, назначают такой режим сушки, который обеспечит выпуск материала заданного качества при минимальной продолжительности процесса. В зависимости от назначения высушиваемых пиломатериалов установлены пять категорий качества сушки.

По 0 категории высушивают пиломатериалы экспортные и высших сортов внутреннего потребления до транспортной влажности, без снижения прочности и изменения цвета древесины.

По I категории высушивают древесину, предназначенную для использования в точном машиностроении, приборостроении, в производстве литейных моделей, музыкальных инструментов и др. При этом предусматривается полное сохранение при сушке механических свойств древесины и соответствие качества сушки первому классу точности механической обработки древесины.

По II категории высушивают пиломатериалы, предназначенные для столярно-мебельного производства, автомобилестроения, вагоностроения. Качество сушки должно соответствовать второму классу точности механической обработки древесины.

По III категории проходит сушку древесина, предназначенная

для использования в столярно-строительном производстве (двери, окна, полы), грузовом автомобилестроении и вагоностроении, сельскохозяйственном машиностроении. Предусматривается соответствие качества сушки третьему классу точности механической обработки древесины.

По IV категории сушат пиломатериалы, используемые в строительных конструкциях, производстве рядовой тары и т. п. Высушивают до транспортной влажности пиломатериалы внутреннего потребления. Качество сушки должно соответствовать техническим требованиям на указанные изделия.

Чем суше материал, тем медленнее испаряется из него влага, поэтому по мере его просыхания повышают температуру сушильного агента и увеличивают психрометрическую разность. Таким образом, состояние сушильного агента в камере непрерывно изменяется.

Чем толще пиломатериалы и плотнее древесина, тем больше опасность их растрескивания, поэтому при сушке таких материалов нужно назначать меньшие температуру и психрометрическую разность.

В сушильных камерах со скоростной циркуляцией сушильного агента в начале и отчасти в середине процесса сушки психрометрическую разность поддерживают меньшей, чем в камерах с естественной циркуляцией.

Совершенно очевидно, что при сушке всегда необходимо создавать оптимальные режимные условия, не только ускоряющие процесс удаления влаги, но и обеспечивающие сохранение целостности материала.

В противоточных камерах непрерывного действия (паровых и газовых) состояние агента сушки, подаваемого в «сухой» разгрузочный конец, не изменяется на протяжении всего процесса, поэтому при назначении режимов сушки задают лишь состояние воздуха или газа в «сухом» конце. В загрузочном «сыром» конце камеры психрометрическую разность поддерживают в пределах 3—8° С.

На многих предприятиях применяют и более жесткие режимы сушки с температурой в «сухом» разгрузочном конце до 110—115° С.

С повышением температуры процесс сушки ускоряется. С повышением температуры сушильного агента до 135° С длительность процесса сушки хвойных пиломатериалов толщиной 25—60 мм может быть значительно уменьшена.

Такие форсированные режимы вполне приемлемы для сушки пиломатериалов хвойных пород различного назначения, за исключением ответственных, требующих полного сохранения механической прочности и цвета древесины.

При сушке буковых пиломатериалов и заготовок с признаками гнили следует снижать температуру по ступеням на 5—6° С с сохранением относительной влажности воздуха.

Технические условия на пиломатериалы экспортного назначения предъявляют очень высокие требования к их внешнему товарному виду. Не допускается изменение натурального цвета древесины, выступление смолы на пластьях и торцах досок и т. д.

С учетом указанных требований рекомендуются особые режимы для сушки экспортных хвойных пиломатериалов в паровых камерах непрерывного действия, отличающиеся более низкими температурами.

В отдельных случаях для сортиментов особого назначения (из дубовых, ясеневых, буковых, березовых, грабовых, ореховых и других пород) применяют специальные режимы сушки.

«Руководящими материалами по камерной сушке пиломатериалов» (Минлеспром СССР, ЦНИИМОД, 1971) и ГОСТ 18867—73, ГОСТ 19773—74 регламентированы режимы сушки в камерах различных типов в зависимости от породы и размеров материала, а также требований к качеству высушенной древесины.

Мягкие режимы рекомендуются для сушки экспортных и, в отдельных случаях, высших сортов пиломатериалов внутреннего потребления до транспортной влажности. Режимы обеспечивают бездефектную сушку пиломатериалов с сохранением физико-механических свойств древесины (в том числе ее прочности и естественного цвета).

Нормальные режимы рекомендуются для сушки пиломатериалов внутреннего потребления до любой конечной влажности. Режимы обеспечивают бездефектную сушку пиломатериалов при сохранении прочностных показателей древесины с возможными незначительными изменениями ее цвета.

Форсированные режимы сушки рекомендуются для сушки пиломатериалов до низкой конечной влажности, используемых при изготовлении изделий и узлов, работающих с запасом прочности. Режимы обеспечивают бездефектную сушку пиломатериалов при сохранении прочности на статический изгиб, растяжение и сжатие, но при некотором (до 15—20%) снижении прочности на скалывание и раскалывание с возможным потемнением древесины.

Высокотемпературные режимы сушки рекомендуются для пиломатериалов целевого назначения, высушиваемых до низкой конечной влажности и применяемых для изделий и узлов, работающих с большим запасом прочности. Режимы обеспечивают бездефектную сушку пиломатериалов при несущественном изменении прочности на статический изгиб, растяжение и сжатие, но при снижении (до 25—30%) прочности на скалывание и раскалывание с потемнением древесины.

При мягких, нормальных и форсированных режимах сушки (низкотемпературном процессе) сушильным агентом является влажный воздух или газоздушная смесь с температурой ниже 100°С на всем протяжении процесса или на первой его стадии, когда влажность древесины выше предела гигроскопичности.

При высокотемпературных режимах сушки (высокотемпературном процессе) в качестве сушильного агента используют перегретый пар атмосферного давления или с небольшой примесью воздуха с температурой на протяжении всего процесса выше 100°С.

Режимы низкотемпературного процесса сушки материалов для паровых камер периодического действия приведены в табл. 16.

Режимы низкотемпературного процесса сушки пиломатериалов

Индекс режима	Влажность древесины, %	Номер режима и параметры											
		1			2			3			4		
		t	Δt	φ	t	Δt	φ	t	Δt	φ	t	Δt	φ
А	>30	90	4	0,85	82	3	0,88	75	3	0,87	69	3	0,87
	30—20	95	7	0,76	87	6	0,78	80	6	0,77	73	6	0,76
	<20	120	32	0,32	108	27	0,35	100	26	0,35	91	24	0,36
Б	>30	90	5	0,81	82	4	0,84	75	4	0,84	69	4	0,83
	30—20	95	9	0,70	87	8	0,72	80	8	0,70	73	7	0,72
	<20	120	34	0,29	108	29	0,32	100	28	0,32	91	25	0,34
В	>30	90	7	0,75	82	6	0,77	75	5	0,80	69	5	0,79
	30—20	95	11	0,65	87	10	0,66	80	9	0,66	73	8	0,69
	<20	120	36	0,26	108	31	0,30	100	29	0,30	91	26	0,33
Г	>30	90	9	0,69	82	8	0,71	75	7	0,73	69	6	0,76
	30—20	95	13	0,60	87	12	0,60	80	11	0,61	73	10	0,63
	<20	120	37	0,25	108	33	0,27	100	31	0,27	91	28	0,30
Д	>30	90	11	0,63	82	10	0,65	75	9	0,66	69	8	0,68
	30—20	95	15	0,54	87	14	0,55	80	13	0,55	73	12	0,56
	<20	120	38	0,24	108	35	0,24	100	33	0,25	91	30	0,26

Примечание. В табл. 16, 18, 20 и 21 указана степень насыщенности воздуха (φ) в % на 100, например φ=0,86 · 100=86%.

В табл. 17 даны рекомендации по применению трехступенчатых мягких (М), нормальных (Н) и форсированных (Ф) режимов сушки. Отнесение режима к той или иной категории определяется характеристикой высушиваемого материала определенной породы и толщины.

Рекомендации в табл. 17 относятся к пиломатериалам средней и повышенной ширины. Для узких пиломатериалов и заготовок (брусков) режим выбирают по ближайшей меньшей номинальной толщине. Для сушки свежераспиленных пиломатериалов в камерах со слабой циркуляцией сушильного агента применяют режимы рекомендуемого номера, но более жесткого индекса-раздела (например, вместо режима 3-Б режим 3-В).

Для применения форсированных режимов сушки камеры должны иметь повышенную тепловую мощность по сравнению с обычной, избыточное давление пара в калорифере не ниже 3 кгс/см² и скорость циркуляции сушильного агента не менее 1,5 м/с. Режимы высокотемпературного процесса сушки приведены в табл. 18.

В табл. 19 приведены рекомендации по применению высокотемпературных режимов сушки для пиломатериалов средней и повышенной ширины в специальных герметичных камерах с повышенной тепловой мощностью и со скоростью циркуляции агента сушки в штабеле не менее 2 м/с. Для узких пиломатериалов и заготовок (брусков) режим выбирают по ближайшей меньшей номинальной толщине.

(мягкие, нормальные и форсированные)

сушильного агента																	
5			6			7			8			9			10		
t	Δt	φ	t	Δt	φ	t	Δt	φ	t	Δt	φ	t	Δt	φ	t	Δt	φ
63	2	0,91	57	2	0,90	52	2	0,90	—	—	—	—	—	—	—	—	—
67	5	0,78	61	5	0,78	55	4	0,80	—	—	—	—	—	—	—	—	—
83	22	0,36	77	21	0,36	70	20	0,35	—	—	—	—	—	—	—	—	—
63	3	0,86	57	3	0,85	52	3	0,84	47	2	0,90	42	2	0,89	38	2	0,88
67	6	0,75	61	6	0,74	55	5	0,76	50	5	0,75	45	4	0,79	41	4	0,77
83	23	0,34	77	22	0,34	70	21	0,33	62	18	0,36	57	17	0,36	52	16	0,36
63	4	0,82	57	4	0,81	52	4	0,80	47	3	0,84	42	3	0,83	38	3	0,82
67	7	0,71	61	7	0,70	55	7	0,68	50	6	0,70	45	5	0,74	41	5	0,72
83	24	0,32	77	23	0,32	70	22	0,31	62	19	0,33	57	18	0,34	52	17	0,33
63	5	0,78	57	5	0,76	52	5	0,75	47	4	0,79	42	4	0,77	38	4	0,76
67	9	0,64	61	9	0,62	55	8	0,64	50	7	0,66	45	6	0,69	41	6	0,67
83	25	0,30	77	25	0,29	70	23	0,29	62	20	0,31	57	19	0,31	52	18	0,30
63	7	0,70	57	6	0,72	52	6	0,71	—	—	—	—	—	—	—	—	—
67	11	0,58	61	10	0,59	55	9	0,60	—	—	—	—	—	—	—	—	—
83	27	0,28	77	26	0,27	70	24	0,27	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Относительная влажность воздуха в процентах равна степени его насыщенности, помножен-

Таблица 17

Выбор режимов низкотемпературного процесса сушки пиломатериалов

Порода	Категория режима	Толщина пиломатериалов, мм							
		до 22	св. 22 до 30	св. 30 до 40	св. 40 до 50	св. 50 до 60	св. 60 до 70	св. 70 до 85	св. 85 до 100
Сосна, ель, пихта, кедр	М	6-Д	6-Г	7-Г	7-В	7-В	7-Б	7-Б	8-Б
	Н	2-Д	3-Г	3-В	4-В	4-Б	5-Б	6-Б	7-Б
	Ф	1-Д	1-Г	1-В	2-В	2-Б	3-Б	—	—
Лиственница	Н	3-В	4-Б	5-Б	5-А	6-А	8-Б	9-Б	10-Б
	Ф	1-В	2-Б	3-Б	3-А	—	—	—	—
Осина, липа, тополь	Н	3-Г	3-Б	4-Б	5-В	6-В	7-В	8-В	9-В
	Ф	2-Г	2-Б	3-Б	4-В	—	—	—	—
Береза, ольха	Н	3-Д	4-Г	4-В	5-В	6-В	7-Б	8-Б	9-Б
	Ф	2-Д	3-Г	3-В	4-В	—	—	—	—
Бук, клен	Н	4-Г	5-В	6-В	6-Б	7-Б	8-Б	9-Б	—
	Ф	2-Г	3-В	4-В	—	—	—	—	—
Дуб, ильм	Н	5-Г	6-В	6-Б	7-Б	8-Б	9-В	9-Б	—
	Ф	3-Г	4-В	5-В	—	—	—	—	—
Орех	Н	5-В	5-Б	6-Г	6-Б	7-В	8-В	8-Б	—
Граб, ясень	Н	6-В	6-А	7-Б	8-В	8-Б	9-В	9-Б	—

Режимы высокотемпературного процесса сушки пиломатериалов

Номер режимов	Параметры сушильного агента ($t^{\circ}\text{C}$, $\Delta t^{\circ}\text{C}$, φ)					
	первая ступень ($W > 20\%$)			вторая ступень ($W < 20\%$)		
	t	Δt	φ	t	Δt	φ
I	130	30	0,35	130	30	0,35
II	120	20	0,50	130	30	0,35
III	115	15	0,58	125	25	0,42
IV	112	12	0,65	120	20	0,50
V	110	10	0,69	118	18	0,53
VI	108	8	0,75	115	15	0,58
VII	106	6	0,81	112	12	0,65

Таблица 19

Выбор режимов высокотемпературного процесса сушки пиломатериалов

Порода	Толщина пиломатериалов, мм				
	до 22	св. 22 до 30	св. 30 до 40	св. 40 до 50	св. 50 до 60
Сосна, пихта, кедр, ель	I	II	III	V	VI
Береза, осина	II	III	IV	VI	—
Лиственница	IV	V	VI	VII	—

Высокотемпературные двухэтапные режимы применяют для сушки пиломатериалов хвойных и некоторых мягких лиственных пород. В зависимости от влажности древесины процесс сушки по жесткости разделен на два этапа. Переход от первого этапа ко второму осуществляется при влажности древесины 20—22%. Допускается снижение температуры мокрого термометра (t_m) до 97—99°С, при этом должна сохраняться заданная психрометрическая разность ($t_c - t_m$), т. е. на соответствующую величину снижается температура сухого термометра (t_c).

Обязательное условие для выполнения этих режимов сушки — герметичность камер. Для этого рекомендуется облицовывать стены сушильных камер с внутренних сторон листовым нержавеющей металлом (алюминием или нержавеющей сталью) или устраивать железобетонную футеровку, покрывая ее теплоизолирующим составом на битумной основе. При недостаточной герметичности ограждений камер, когда температура по мокрому термометру не может быть доведена до 96°С, применять эти режимы не рекомендуется.

При применении высокотемпературных режимов и при сушке пиломатериалов твердых лиственных пород проведение конечной влаготеплообработки обязательно независимо от норм требований к качеству в части напряжений.

Рекомендации, приведенные в табл. 17 и 19, распространяются на пиломатериалы всех качественных категорий.

В газовых камерах периодического действия, имеющих в каждой камере устройства для притока свежего воздуха и регулирования температуры по мокрому термометру, применяются те же режимы сушки и рекомендации по ним, что и для паровых камер периодического действия при низкотемпературном процессе сушки.

В камерах, оборудованных системами для подачи увлажнительного пара, можно сушить пиломатериалы любых пород. В камерах, не имеющих такого оборудования, допускается сушить пиломатериалы по III и IV категории качества мягких хвойных (пихта, ель, сосна) и некоторых лиственных пород древесины (осина, ольха, береза).

В газовых камерах периодического действия с устройством для подсоса свежего воздуха для всего блока камер в целом рекомендуются к применению режимы сушки с постоянной температурой по мокрому термометру (табл. 20).

Таблица 20

Режимы сушки пиломатериалов мягких хвойных пород в газовых камерах периодического действия

Влажность древесины, %	Номер режима и параметры сушильного агента (t_c , t_M , φ) перел штабелем при толщине пиломатериалов, мм											
	до 25				32—45				50—60			
	№	t_c	t_M	φ	№	t_c	t_M	φ	№	t_c	t_M	φ
≥ 30	1-Гз	76	67	0,66	2-Гз	74	67	0,73	3-Гз	72	67	0,80
30—20		80	67	0,55		77	67	0,64		75	67	0,70
< 20		100	67	0,25		96	67	0,29		92	67	0,34
Нормальные режимы												
≥ 30	4-Гз	86	75	0,63	5-Гз	83	75	0,71	6-Гз	81	75	0,77
30—20		90	75	0,54		86	75	0,63		84	75	0,68
< 20		120	75	0,20		115	75	0,23		110	75	0,28
Форсированные режимы												

Примечание. Для сушки березовых, ольховых и осиновых пиломатериалов режим выбирают по ближайшей большей номинальной толщине.

В паровых камерах непрерывного действия с позонной поперечной циркуляцией и регулированием параметров сушильного агента по зонам следует применять режимы, предназначенные для камер периодического действия (см. табл. 20).

В первой по ходу материала зоне камеры («сыром» конце) поддерживают параметры первой ступени режима, в последней зоне

(«сухом» конце) — параметры третьей ступени режима, а в средних зонах — промежуточные параметры в соответствии с установленным табл. 20 характером их изменения в зависимости от влажности материала.

В табл. 21 приведены режимы сушки для паровых и газовых противоточных камер непрерывного действия.

Таблица 21

Режимы сушки мягких хвойных пород в противоточных камерах непрерывного действия

Номер и индекс режима	Конечная влажность древесины $W_k, \%$	Номинальная толщина пиломатериалов, мм	Состояние сушильного агента в «сухом» конце камеры			Минимально допустимая степень насыщенности в «сыром» конце при начальной влажности древесины $W_n, \%$	
			температура по сухому термометру, $t_c, ^\circ\text{C}$	гсихрометрическая разность Δ, t°	степень насыщенности, φ	>50%	<50%

Мягкие режимы

1-М	18—25	До 22	55	15	0,40	0,80	0,70
2-М	18—25	Св. 22 до 30	53	13	0,46	0,82	0,72
3-М	18—25	„ 30 „ 40	51	11	0,51	0,84	0,74
4-М	18—25	„ 40 „ 50	50	10	0,54	0,86	0,76
5-М	18—25	„ 50 „ 65	49	9	0,58	0,88	0,78
6-М	18—25	„ 65 „ 75	48	8	0,61	0,90	0,80
7-М	10—12	До 22	58	18	0,34	0,80	0,70
8-М	10—12	Св. 22 до 30	55	15	0,40	0,82	0,72
9-М	10—12	„ 30 „ 40	53	13	0,46	0,84	0,74
10-М	10—12	„ 40 „ 50	52	12	0,48	0,86	0,76
11-М	10—12	„ 50 „ 65	51	11	0,51	0,88	0,78
12-М	10—12	„ 65 „ 75	50	10	0,54	0,90	0,80

Нормальные режимы

1-Н	18—25	До 22	92	25	0,34	0,75	0,65
2-Н	18—25	Св. 22 до 30	88	21	0,40	0,77	0,67
3-Н	18—25	„ 30 „ 40	85	18	0,45	0,79	0,69
4-Н	18—25	„ 40 „ 50	83	16	0,49	0,81	0,71
5-Н	18—25	„ 50 „ 65	81	14	0,53	0,83	0,73
6-Н	18—25	„ 65 „ 75	79	12	0,58	0,85	0,75
7-Н	10—12	До 22	100	33	0,25	0,75	0,65
8-Н	10—12	Св. 22 до 30	95	28	0,31	0,77	0,67
9-Н	10—12	„ 30 „ 40	92	25	0,35	0,79	0,69
10-Н	10—12	„ 40 „ 50	88	21	0,40	0,81	0,71
11-Н	10—12	„ 50 „ 65	85	18	0,45	0,83	0,73
12-Н	10—12	„ 65 „ 75	83	16	0,49	0,85	0,75

Форсированные режимы

1-Ф	10—12	До 22	110	35	0,25	0,75	0,65
2-Ф	10—12	Св. 22 до 30	105	30	0,30	0,77	0,67
3-Ф	10—12	„ 30 „ 40	101	26	0,35	0,79	0,69
4-Ф	10—12	„ 40 „ 50	98	23	0,40	0,81	0,71
5-Ф	10—12	„ 50 „ 65	95	20	0,44	0,83	0,73
6-Ф	10—12	„ 65 „ 75	92	17	0,50	0,85	0,75

Параметры сушильного агента установлены для «сухих» и «сырых» концов камер. Последний показатель является вспомогательным и контролируется периодически при наладке камер для сушки заданного материала или при наладке камер после ликвидации неполадок в их работе.

При отклонении температуры от заданной необходимо поддерживать заданную психрометрическую разность.

Мягкие режимы 1М-6М рекомендуются для сушки пиломатериалов мягких хвойных пород нулевой категории качества сушки до транспортной влажности. При высоких требованиях к сохранению прочности древесины возможно применение режимов этой группы 7М-12М для сушки пиломатериалов III и IV категорий до эксплуатационной влажности.

Нормальные режимы 1Н-6Н рекомендуются для сушки пиломатериалов мягких хвойных пород III и IV категорий качества до транспортной и режимы 7Н-12Н до эксплуатационной влажности.

Форсированные режимы 1Ф—6Ф рекомендуются для сушки пиломатериалов мягких хвойных пород III и IV категорий качества до эксплуатационной влажности, когда допускается снижение прочности древесины.

Для сушки березовых, ольховых и осиновых пиломатериалов по указанным выше категориям качества режимы выбирают по ближайшей большей номинальной толщине материала.

В камерах непрерывного действия не допускается сушка пиломатериалов твердых пород (дуб, бук), а также по I категории качества. Допускается только в паровых камерах непрерывного действия производить сушку пиломатериалов мягких хвойных и мягких лиственных пород толщиной до 50 мм II категории качества при обязательном проведении в конце сушки влаготеплообработки в специальных устройствах.

Приведенные режимы сушки и рекомендации по применению не исключают возможности их уточнения и корректировки. На каждом предприятии следует учитывать накопленный опыт данного сушильного цеха. Так, для широких досок или тонких еловых досок с выпадающими сучками следует назначать более мягкие режимы; для узких досок, брусков или досок радиальной распиловки, а также пиломатериалов менее ответственного назначения — более жесткие режимы с более высокой температурой или большей психрометрической разностью или тем и другим вместе.

На предприятиях, не располагающих пока надлежащим котельным хозяйством и испытывающих затруднения в снабжении камер паром нужного давления, можно использовать в сушильных камерах с естественной циркуляцией воздуха (особенно при сушке сосновых заготовок и узких пиломатериалов толщиной до 50 мм) режимы с меньшей относительной влажностью воздуха на всем протяжении процесса сушки при фактически достижимых температурах.

Интенсификация процессов сушки возможна лишь при условии, что высушенный материал не ухудшает своих свойств. Для материалов, требующих полного сохранения механической прочности древесины, например для лыж, деталей специального назначения, режимы сушки должны быть ограничены температурами до 100°C .

§ 39. ПРОВЕДЕНИЕ СУШКИ

Перед загрузкой пиломатериалов камеру необходимо прогреть теплым сухим воздухом. Чем суше стены, потолок и пол, тем меньше будет потеря тепла при работе камеры.

Перед началом сушки материал прогревают при закрытых приточных и вытяжных каналах с работающей вентиляционной установкой. В этот период необходимо предотвратить возможность сушки материала, допуская небольшую конденсацию влаги на нем. Контрольные образцы в результате прогрева не должны увеличивать свою влажность более чем на $1-2\%$.

Температуру сушильного агента в камере во время прогрева поддерживают на 5°C выше температуры первой ступени режима.

Холодный материал влажностью более 30% начинают прогревать более сухим агентом сушки. Это значит, что в начале прогрева психрометрическая разность может быть значительной, затем ее следует постепенно уменьшать до $1-0^{\circ}\text{C}$. Если же влажность материала меньше 30% , то психрометрическую разность устанавливают по равновесной влажности древесины для полусухого материала. Например, если в камеру загружен материал влажностью всего 18% , а его прогрев производится при 70°C , то психрометрическая разность прогрева должна быть 3°C .

Ориентировочная продолжительность прогрева при загрузке материала в неостывшую камеру составляет на каждые 25 мм его толщины для древесины сосны и ели $1-2\text{ ч}$, березы и ольхи до $2,5\text{ ч}$, бука, дуба и ясеня до $3-3,5\text{ ч}$. Время отсчитывается с момента достижения в камере параметров прогрева, заданных для данного материала.

В паровых камерах материал часто прогревают неправильно, впуская в камеру только увлажнительный пар, без предварительного прогрева холодного материала и оборудования камер. В результате оборудование и стены камеры вскоре становятся мокрыми, и пока они не прогреются, холодные пиломатериалы впитывают образующийся конденсат, увеличивая свою влажность. В этом случае прогрев следует производить с предварительно включенным калорифером на время, необходимое для прогрева холодного материала и оборудования камер.

Состояние агента сушки, входящего в штабель, должно соответствовать заданному режиму. Для материала неответственного назначения могут допускаться отклонения температуры $\pm 3^{\circ}\text{C}$. Например, если задана температура 70°C , а психрометрическая разность равна 5°C , то можно допускать температуру в пределах

67—73° С, а величину психрометрической разности в пределах 4—6° С. При сушке ответственных материалов эти отклонения уменьшаются.

При регулировании температуры и психрометрической разности в камерах сушильщик должен иметь при себе предыдущие записи, чтобы знать, нарастает или падает температура и психрометрическая разность, и в соответствии с этим регулировать. Если нужно поднять температуру, когда она постепенно нарастает, приоткрывать больше вентиль не следует, хотя температура и не достигла заданной.

При появлении в материале значительных напряжений сушку временно приостанавливают и материал подвергают промежуточной обработке воздухом повышенной температуры и влажности (влаготеплообработке).

Промежуточную обработку в процессе сушки применяют обычно для пиломатериалов твердых лиственных пород и крупных сечений хвойных пород. Обработка сосновых и еловых пиломатериалов, например толщиной 75 мм, продолжается до 15 ч в зависимости от предъявляемых к ним требований.

В случае высушивания материалов с повышенным требованием к качеству сушки промежуточную обработку во второй половине процесса проводят неоднократно, по мере нарастания напряжений. В первой же половине процесса промежуточную обработку применять не следует, так как она способствует увеличению пластических деформаций.

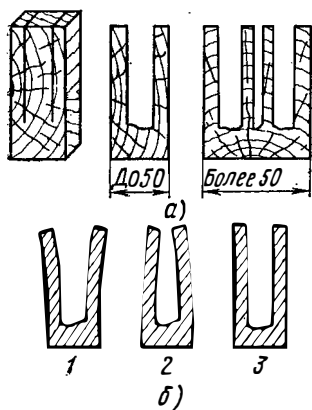
Температура воздуха во время промежуточной обработки устанавливается на 10° С выше температуры, поддерживаемой в камере. Что же касается психрометрической разности, то она должна исключать возможность испарения влаги из материала, а во второй половине обработки даже допускать небольшое увлажнение его поверхности. Промежуточная обработка материала продолжается до устранения в нем напряжений, что выявляется при вырезании силовых секций. Влаготеплообработкой уничтожается плесень, которая может появиться на поверхности материала в камерах с естественной циркуляцией воздуха при низкой температуре процесса сушки.

При промежуточной обработке материала вентиль калорифера закрывают полностью или частично, в зависимости от давления пара, времени года и герметичности камеры. Чем выше давление пара, тем с большей температурой он поступает в камеру и, следовательно, тем меньше требуется теплоотдача калорифера для компенсации теплотерь камеры. Если во время обработки материала нужно создать в камере небольшую психрометрическую разность, то следует полностью перекрывать пар, поступающий в калорифер. Иногда подача пара в калорифер прекращается до начала промежуточной обработки материала. Вопрос о необходимости и продолжительности промежуточной обработки должен решаться в каждом конкретном случае в зависимости от состояния материала и его назначения.

Характер и величину напряжений контролируют по силовым секциям.

Из силовых секций, отрезанных на расстоянии 0,5 м от торца досок, выпиливают гребенки или раскалывают их на полоски вдоль пласти досок. На рис. 93 приведены схемы выпилки гребенок из досок толщиной до 50 мм и более и показаны возможные деформации.

Если зубцы секции сразу после раскря изгибаются наружу (форма 1), это значит, что в наружных слоях материала имеются растягивающие напряжения, а во внутренних слоях — сжимающие. Форма 2 зубцов указывает на сжатие поверхности и растяжение центральной зоны. Форма 3 зубцов указывает на отсутствие напряжений.



Изгибание зубцов или полосок секций сразу после раскря показывает только характер напряжений в данный момент, но не характер остаточных деформаций.

По положению зубцов секции после ее выдержки в течение 2—3 ч в теплом месте судят, имеются ли в древесине остаточные деформации. Форма 3 (зубцы прямые) указывает на то, что остаточных деформаций в древесине нет, т. е. остаточные деформации устранены промежуточной обработкой. Указанная форма зубцов может наблюдаться и в самом начале процесса сушки,

Рис. 93. Схема выпиливания гребенчатых силовых секций (а) и возможные деформации (б):

1, 2, 3 — формы зубцов

когда остаточные деформации не успели появиться. Форма 2 (зубцы изогнуты внутрь) характерна для процесса сушки, проводимого без обработок. В процессе собственно сушки деформации по форме 1 (зубцы изогнуты наружу) не возникают, но они могут появиться после слишком интенсивной обработки.

По силовым секциям можно судить о характере распределения влажности по толщине материала. Для этого сравнивают формы секций сразу после раскря и после выдержки. Если форма секций в процессе выдержки не изменилась, значит влажность по толщине материала была распределена равномерно. Если зубцы секции после выдержки дополнительно деформировались (изогнулись), значит влажность по толщине материала была распределена неравномерно. Изгиб зубцов по сравнению с первоначальным их положением (до выдержки) всегда происходит в сторону влажных слоев. Так, если сразу после раскря секция имела форму 1, а после выдержки приобрела форму 2, значит влажность во внутренней зоне материала больше, чем на поверхности.

При прекращении подачи пара в калорифер процесс сушки охлаждающего материала не прекратится, а даже может временно

усилиться за счет тепла, заключенного в нагретой древесине. Поэтому кратковременное прекращение подачи пара в калорифер не увеличивает продолжительности сушки материала.

Вследствие увеличения интенсивности испарения влаги при охлаждении материала понижать температуру толстого материала следует с большой осторожностью. Быстрое же нагревание его не представляет опасности.

Регулируют процесс сушки в камерах, несмотря на сравнительную простоту, часто неправильно. В большинстве случаев неправильно используют приточно-вытяжные трубы. Воздухообмен в камере должен осуществляться для удаления из нее только избытка влаги. Между тем очень часто приточно-вытяжные трубы держат открытыми или приоткрытыми, когда по показанию психрометра в камере нет избытка влаги и даже ощущается недостаток ее и этот недостаток неправильно восполняется пуском увлажнительного пара.

Удаление влаги из камер в тех случаях, когда ее недостаточно для процесса сушки древесины, что устанавливается по психрометру, и восполнение удаляемой влаги увлажнительным паром не только влечет за собой прямую и к тому же значительную потерю пара, но и ухудшает режим сушки, делая его менее устойчивым и более зависящим от давления пара.

При сушке толстых пиломатериалов, которые должны высушиваться очень влажным воздухом, нужно стремиться сохранить влагу в камере. В случае сушки тонкого материала воздух можно несколько осушать, применяя организованный воздухообмен. При сушке толстых пиломатериалов (особенно твердых лиственных пород) все задвижки должны быть хорошо закрыты. Влага в избытке удаляется через неплотности камеры. Поэтому для поддержания в камере небольшой психрометрической разности приходится даже пускать в нее увлажнительный пар. Пускать в камеру пар в этом случае можно только при закрытых шибах на приточно-вытяжных трубах. Категорически запрещается открывать одновременно (хотя бы частично) приточно-вытяжные трубы и вентили увлажнительных труб. Приточно-вытяжные трубы можно открывать для удаления избытка влаги только при закрытом вентиле увлажнительных труб, если психрометрическая разность в камере меньше заданной.

Если в нижней части у загрузочных дверей большие щели, через них будет подсасываться в камеру холодный наружный воздух, и тогда материал, находящийся вблизи дверей, не будет равномерно просыхать. Увеличивается опасность недосушки материала и в нижней части штабеля. Отверстия, остающиеся у рельсовых путей, рекомендуется засыпать опилками, песком или закрывать щитками.

Чем герметичнее камера, тем легче регулировать в ней процесс сушки материала.

На рис. 94 приведен график форсированного процесса сушки соснового пиломатериала сечением 85×85 мм при температурах

выше 100° С, а на рис. 95 график процесса сушки елового пиломатериала сечением 60×160 в среде перегретого пара.

Процесс сушки считается законченным, когда материал достигнет влажности, заданной техническими условиями. Следует учитывать, что контрольные образцы теряют влагу несколько быстрее, чем сам материал в штабеле. Это объясняется более быстрым испарением влаги через торцы и нахождением контрольных образцов в боковых рядах штабеля. Поэтому материал нужно оставить в камере на некоторое дополнительное время.

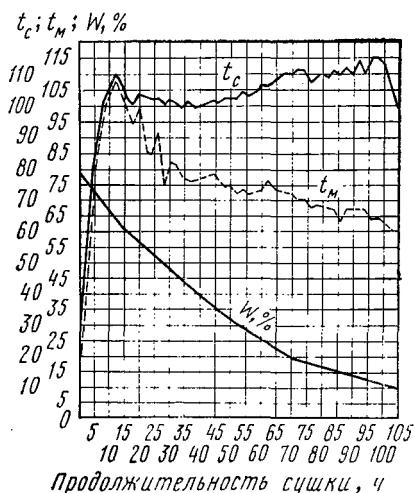


Рис. 94. График форсированного процесса сушки соснового пиломатериала

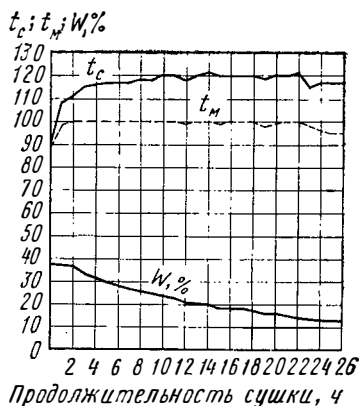


Рис. 95. График процесса сушки елового пиломатериала в среде перегретого пара

Когда влажность контрольных образцов приблизится к влажности, требуемой техническими условиями, из зон замедленного и быстрого просыхания материала в штабеле вырезают по две-три контрольные секции для проверки конечной влажности.

Пиломатериалы, в которых должны быть сняты напряжения и выровнен перепад влажности по толщине досок (заготовок), необходимо по окончании сушки подвергать конечной влаготеплообработке. При конечной обработке температура воздуха поддерживается выше, чем на последней ступени режима.

Конечная обработка способствует выравниванию влажности высушенного материала в различных местах штабеля. Продолжительность ее устанавливается опытным путем с учетом требований, предъявляемых к материалу, и контролируется по фактическому его состоянию (силовым секциям и секциям послышной влажности).

Оптимальные условия для конечной влаготеплообработки создаются при параметрах среды, соответствующих равновесной влажности, превышающей требуемую конечную влажность древесины на 4—6%. Влажность воздуха повышается впуском в камеру

пара из увлажнительных труб. Эффект конечной обработки усиливается; если температура воздуха увеличивается примерно на 10°С по сравнению с последней ступенью режима сушки (но не выше 100°С).

Продолжительность конечной обработки зависит от породы, сечения материала, конечной влажности, категории качества сушки и режимных условий. На каждом предприятии в зависимости от местных условий следует установить необходимую продолжительность конечной обработки для материалов соответствующей характеристики.

Ориентировочная продолжительность конечной влаготеплообработки в зависимости от породы и толщины пиломатериалов приведена в табл. 22.

Таблица 22

Ориентировочная продолжительность конечной влаготеплообработки пиломатериалов

Толщина пиломатериалов, мм	Продолжительность обработки, ч				
	сосна, ель, пихта, осина, тополь, кедр, лина	береза, ольха	лиственница	бук, клен, ясень, ильм, вяз, берест	луг, граб
До 30	2	3	3	4	4
Св. 30 до 40	3	6	8	10	10*
„ 40 „ 50	6	12	15*	16*	20*
„ 50 „ 60	9	18*	20*	24*	30*
„ 60 „ 80	14*	30*	36*	40*	50*
„ 80	24*	60*	70*	70*	80*

Продолжительность влаготеплообработки дана для материалов, высушиваемых по I и II категориям качества. Для материала III категории она составляет 50% от величины, установленной по этим рекомендациям.

Для материала, высушиваемого по 0 и IV категориям качества, влаготеплообработка обязательна.

Знаком * отмечены пиломатериалы, при сушке которых производится промежуточная влаготеплообработка. Продолжительность ее составляет половину времени от продолжительности конечной обработки, указанной в табл. 22. Если конечная (или промежуточная) обработка проводится из-за недостаточной герметичности камер при пониженной степени насыщенности (0,80—0,85), то ее продолжительность определяется умножением величины, найденной с помощью табл. 22, на коэффициент 1,7—2,0.

Так как продолжительность влаготеплообработки может изменяться в зависимости от особенностей материала и камеры, после ее окончания осуществляют контроль за внутренними напряжениями.

Для снятия напряжений в пиломатериалах, высушенных в камерах непрерывного действия, штабеля перекатывают в свободные

камеры периодического действия, где и производят конечную обработку. Если камер периодического действия на предприятиях нет, а конечную влаготеплообработку проводить необходимо, то целесообразно построить для этой цели специальные камеры.

После конечной обработки материал охлаждают в камере. Время охлаждения составляет примерно 1—2 ч на каждый сантиметр толщины материала. Выкатывать из камеры без охлаждения можно только материалы IV категории качества сушки.

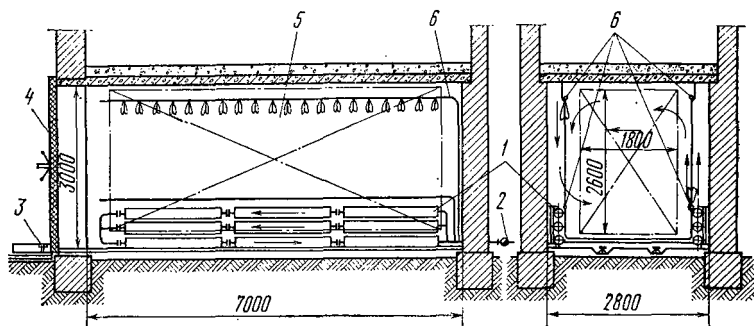


Рис. 96. Стационарная камера ВНИИДМАШ для влаготеплообработки пиломатериалов после сушки:

1 — калорифер, 2 — конденсатоотводчик, 3 — откидной участок рельсов, 4 — дверь, 5 — штабель пиломатериалов, 6 — увлажнительные трубы

При охлаждении материала выключают калориферы, вентиляторные установки, полностью открывают приточно-вытяжные каналы, приоткрывают загрузочную дверь.

Для проведения после сушки конечной влаготеплообработки пиломатериалов ВНИИДМАШем рекомендуется три типа специальных камер: одна одноштабельная стационарная с кирпичными ограждениями и две металлические бескаркасные из сборных утепленных щитков-секций на один и два штабеля по длине.

В камерах установлены калориферы 1 (рис. 96) из ребристых труб с поверхностью нагрева в одноштабельной камере 72 м², в двухштабельной — 144 м² и парораспределительные увлажнительные трубы 6.

В камерах осуществляется реверсивная циркуляция паровоздушной смеси по материалу. Достигается это путем попарного перекрестного включения увлажнительных труб. Камеры могут быть оборудованы автоматикой для поддержания во времени постоянной температуры по сухому термометру, психрометрической разности и переключения подачи пара в увлажнительные трубы (для реверсирования паровоздушной среды).

В камерах можно выполнять разные режимы влаготеплообработки при температуре от 70 до 100°С (при температуре ниже 70°С не обеспечивается нужный эффект влаготеплообработки), психро-

метрическую разность нужно поддерживать постоянно на заданном уровне от 2 до 10° С.

Необходимое количество камер определяют из объема пиломатериалов, подлежащих данной обработке. Например, для сосновых досок толщиной 50 мм, высушиваемых по II категории качества сушки из расчета продолжительности процесса обработки 20 ч, производительность одноштабельной стационарной и металлической камер составляет 6 тыс. м³ и двухштабельной металлической — 12 тыс. м³ в год.

Указанные камеры целесообразно иметь при газовых камерах и камерах непрерывного действия. Металлические камеры следует устанавливать в помещении или под навесом, и они должны при-мыкать к траверсному пути сушильных камер.

Основные элементы сушильного процесса: показатели конечной влажности, равномерности просыхания пиломатериалов, перепадов влажности по толщине материала и ограничения напряжений — нормализованы. Остальные показатели сушки учитываются техническими условиями на изделия.

Нормализованы методы контроля качества сушки, режимы сушки для различных древесных пород и сечений материала, методы учета работы лесосушильных камер.

§ 40. КАЧЕСТВО СУШКИ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ, ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ И УСТРАНЕНИЕ ДЕФЕКТОВ СУШКИ

Несоответствие фактической конечной влажности высушенной партии пиломатериалов заданной вследствие неравномерного просыхания материала в различных зонах штабеля или недостаточной продолжительности процесса сушки, а также наличие большого перепада влажности по толщине досок (заготовок) приводит к тому, что часть древесины продолжает усыхать в процессе изготовления деталей. Изменение же формы и размеров деталей затрудняет их обработку, сборку и отделку собранных из них изделий. Готовые изделия при эксплуатации часто выходят из строя из-за расстройств шиповых соединений.

Пиломатериалы, прошедшие камерную сушку, должны иметь влажность, соответствующую заданной техническими условиями на изготавливаемую продукцию. Эта влажность должна быть выдержана для всей партии пиломатериалов и по толщине для каждой ее единицы.

В соответствии с «Руководящими материалами по камерной сушке» к показателям качества сушки относятся:

- соответствие влажности высушенной партии материала заданной конечной влажности;
- отклонения конечной влажности пиломатериалов или заготовок от средней влажности партии;
- перепад влажности по толщине материала;
- напряжения в высушенном материале.

Конечная влажность древесины, используемой в разных изделиях, регламентируется ГОСТами и техническими условиями на эти изделия. Следует учитывать, что конечная влажность пиломатериалов, выгружаемых из камер, должна быть на 1—2% ниже требуемой ГОСТами и техническими условиями. Это вызвано тем, что из-за наличия перепада влажности в досках по толщине и снятия при механической обработке у заготовок наиболее сухих поверхностных слоев средняя влажность древесины в готовых деталях несколько повышается.

Для определения средней влажности партии из контролируемого штабеля при разгрузке отбирают для 0 и I категорий качества минимум шесть проб, для остальных категорий четыре пробы из зон замедленного и быстрого просыхания материала. Вырезают пробы (секции) от торцов материала на расстоянии не менее 10-кратной его толщины. Влажность партии вычисляют как среднее арифметическое из полученных значений влажности отобранных проб (секций).

Отклонение конечной влажности пиломатериалов в партии от средней вычисляется как разность между влажностями отдельных проб и средней влажности всей партии.

Величина перепадов влажности по толщине высушенного материала и допустимость напряжений в зависимости от категории качества сушки приведены в табл. 23.

При больших по сравнению с приведенными в табл. 23 отклонениях необходимо отрегулировать циркуляцию воздуха в камере, изменить укладку материала и применить (или удлинить) конечную влаготеплообработку древесины.

Большинство распространенных в промышленности сушильных камер не имеют достаточной циркуляции сушильного агента, поэтому фактические колебания конечной влажности в штабеле существенно превосходят нормативные.

Если пиломатериалы после сушки имеют повышенную величину отклонения конечной влажности от средней, то их подвергают *кондиционирующей* обработке, состоящей в следующем. В камере при температуре на 5° С выше последней ступени режима сушки поддерживается в течение нескольких часов относительная влажность воздуха, равновесная требуемой средней заданной конечной влажности пиломатериалов, увеличенной на 1%. В процессе этой обработки недосушенный материал подсыхает, а пересушенный увлажняется, и таким образом величина отклонения конечной влажности доводится до нормы.

Для пиломатериалов I и II категорий качества сушки необходимо применять более совершенные по конструкции лесосушильные камеры со скоростной реверсивной циркуляцией воздуха.

Количественный перепад влажности по толщине пиломатериала контролируют по I, II, III категориям качества и устанавливают по секциям послойной влажности, которые раскалывают на 3—5 полосок в зависимости от толщины материала. Боковые части полосок, равные примерно половине толщины доски, при анализе отбра-

Нормы требований к качеству сушки пиломатериалов и заготовок

Категория качества сушки	Средняя конечная влажность древесины, %	Допустимые отклонения конечной влажности в партии от средней, %	Допустимый перепад влажности, %, по толщине материала при его толщине, мм				Напряжения	Уменьшение прочности древесины	Рекомендуемые режимы	Рекомендуемые камеры
			13—22	25—40	45—60	70—90				
0	20	+2 —4	Не контролируется				Не контролируются	Не допускается	Мягкие, нормальные	Паровые непрерывного действия
I	6 8	±1,5 ±2	1,5	2,0	2,5	3,0	Не допускаются	Не допускается	Мягкие, нормальные	Паровые периодического действия
II	6 8 10	±2 ±2,5 ±3	2,0	3,0	3,5	4,0	Не допускаются	По техническим условиям на изделия	Нормальные, форсированные, высокотемпературные	Паровые периодического действия
III	8 10 12	±3 ±4 ±5	2,5	3,5	4,0	5,0	Не контролируются	По техническим условиям на изделия	Нормальные, форсированные, высокотемпературные	Паровые и газовые периодического и непрерывного действия
IV	10 15 20	±6	Не контролируется				Не контролируются	Не контролируется	Нормальные, форсированные, высокотемпературные	Паровые и газовые периодического и непрерывного действия

Примечание. Другие дефекты сушки допускаются в соответствии с техническими условиями на изделия.

сывают. Влажность определяют весовым способом. Степень неравномерности распределения влажности по толщине материала можно также устанавливать с помощью электровлажгомера, иглы которого вводят в разные участки торцового среза доски.

На рис. 97 приведена схема раскалывания образца (секции) для определения перепада влажности по толщине пиломатериалов. Для досок толщиной до 50 мм разница во влажности боковых полосок (взвешиваемых вместе) и средней полоски и будет перепа-

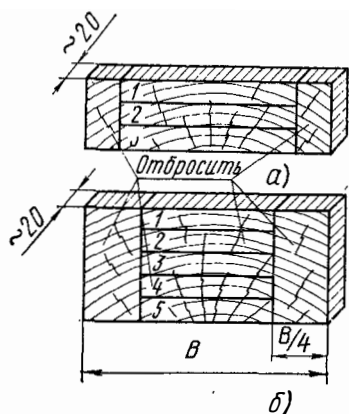


Рис. 97. Секции послойной влажности при толщине пиломатериала до 50 мм (а) и более 50 мм (б) (B — ширина доски)

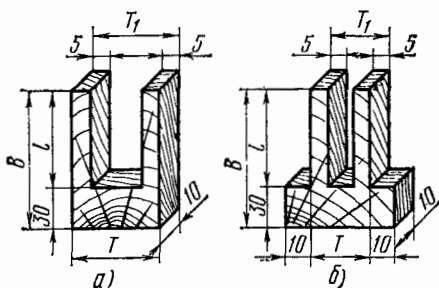


Рис. 98. Силовые секции при толщине пиломатериала менее 40 мм (а) и более 40 мм (б) (B — ширина доски)

дом влажности; при толщине досок более 50 мм за перепад влажности принимают разность между влажностью центральной и крайних боковых полосок. Влажность каждого слоя может быть определена и в отдельности.

Для оценки качества сушки по данному показателю из партии материала берут пробы рядом с секцией для определения средней (общей) влажности партии материала.

Величину напряжений определяют в пиломатериалах, высушиваемых по I и II категориям качества. Для этого рядом с секциями на послойную влажность выпиливают две пробы и после выравнивания в них влажности путем выдержки в комнатных условиях в течение 8 ч или в сушильном шкафу при температуре $100 \pm 5^\circ \text{C}$ в течение 2—3 ч выпиливают гребенки (рис. 98). При толщине материала менее 40 мм ограничиваются выпиливанием одной пробы-гребенки (рис. 98, а).

Для пиломатериалов, высушиваемых по I и II категориям качества сушки, относительное отклонение зубцов секций f (в вершине) от нормального положения не должно превышать 1,5—2% длины зубца. Отклонение измеряется микрометром или индикатор-

ной скобой и характеризуется отношением.

$$f = \frac{T - T_1}{2l} \cdot 100\%.$$

На рис. 99 приведена схема раскалывания образца для визуального установления напряжений в материале. Если между полосками, сложенными вместе по плоскости раскола, сразу же после раскола силового образца, а также выдержки в течение некоторого времени в теплом месте не будет просвета, то это свидетельствует об отсутствии в материале напряжений.

В пиломатериалах, высушенных по I и II категориям качества сушки, напряжения не допускаются. Если напряжения будут обнаружены, то материал подвергают влаготеплообработке, которая способствует также выравниванию перепада влажности по толщине. Удовлетворительно проведенная обработка практически устраняет напряжения.

В пиломатериалах, высушенных по III и IV категориям качества сушки, напряжения не контролируют. Рекомендуется при ребровой распиловке пиломатериалы, высушиваемые до эксплуатационной влажности по III категории качества (перед выгрузкой из камеры), подвергать влаготеплообработке.

Серьезный дефект сушки — коробление материала. Для уменьшения коробления следует тщательно укладывать доски или заготовки в штабеля, добиваясь того, чтобы они были зажаты прокладками и находились под давлением вышележащей части штабеля. Слабо зажатые доски верхних рядов все же подвержены короблению. Поэтому в верхних рядах следует укладывать наименее ценный материал. Для предупреждения коробления можно укладывать на верх штабеля железобетонные плиты или применять другие приспособления. Во всех случаях зажимы или плиты необходимо снимать только после полного охлаждения материала в штабелях. Так как узкие доски меньше подвержены короблению, то весьма целесообразно раскраивать пиломатериалы перед сушкой по ширине.

При сушке пиломатериалов на пластьях досок могут образоваться наружные, торцовые, внутренние и радиальные трещины в сортаментах, содержащих сердцевину.

Растрескивание материалов (кроме радиальных трещин, образующихся в результате различной усушки древесины в тангенциальном и радиальном направлениях) целиком зависит от того, как

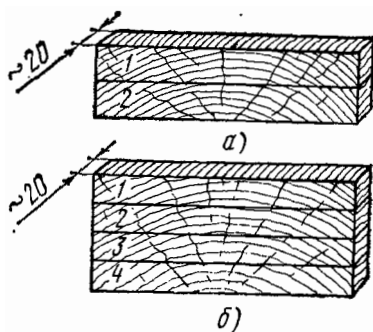


Рис. 99. Схема раскалывания силового образца на полоски для визуального установления напряжений при толщине пиломатериалов до 50 мм (а) и более 50 мм (б)

протекает процесс сушки, т. е. от правильного задания и фактического выполнения режима сушки.

При появлении трещин корректируют (например, смягчают) режим сушки и при необходимости проводят промежуточную влаготеплообработку. Вопрос о необходимости и продолжительности промежуточной обработки решается в каждом конкретном случае отдельно и зависит от состояния материала и его назначения. При сушке толстых сортиментов (более 60 мм) и особенно твердых лиственных пород (ореха, дуба) промежуточную обработку в процессе сушки приходится проводить по два-три раза.

Допустимое коробление и растрескивание материалов учитываются техническими условиями на изделия.

Высушенные пиломатериалы следует хранить в закрытых складах, укладывая в плотные пакеты. Ширина и высота пакетов должны соответствовать параметрам подъемно-транспортных средств. По высоте ряды пакетов разделяются межпакетными прокладками. Между смежными пакетами каждого ряда оставляют зазоры не менее 100 мм. Штабеля из пакетов укладывают на фундамент высотой не менее 0,2 м от пола.

Для поддержания в помещениях складов определенных температурно-влажностных условий их оборудуют отопительно-вентиляционной системой, кондиционирующими или другими специальными установками.

Режимы хранения устанавливают в зависимости от требуемой конечной влажности пиломатериалов, категории качества сушки и длительности хранения пиломатериалов на складе.

Относительная влажность воздуха в помещении склада не должна превышать указанной в табл. 24.

Таблица 24

Наибольшая допустимая относительная влажность воздуха в помещении склада

Категория качества сушки	Конечная влажность пиломатериала W_k , %	Длительность хранения		
		до 1 месяца	от 1 до 3 месяцев	свыше 3 месяцев
		относительная влажность воздуха, %		
0	20	95	90	85
I	6	55	50	45
	8	65	60	55
	6	55	50	45
II	8	65	60	55
	10	75	70	65
	8	70	60	55
III	10	80	70	65
	12	85	80	75
	10	85	80	75
IV	15	90	85	80
	20	95	90	85

Высушенный материал не должен увлажняться. Необходимо знать, что для уменьшения перепада влажности и снятия напряжений выдержка сухих пиломатериалов на складе не может заменить их влаготеплообработки в камере.

При каждом лесосушильном цехе должна быть испытательная лаборатория, оснащенная необходимым оборудованием, в задачи которой входит:

- определение начальной и текущей влажности пиломатериалов;
- контроль состояния древесины в процессе высушивания для обнаружения напряжений и прочих дефектов;
- назначение режимов сушки и влаготеплообработки в соответствии с текущей влажностью древесины и ее состоянием;
- учет работы камер.

§ 41. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ КАМЕРНОЙ СУШКИ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ

На продолжительность процесса камерной сушки влияют многие факторы и в настоящее время нет универсального уравнения для его расчета.

По указаниям «Руководящих материалов по камерной сушке пиломатериалов», расчеты продолжительности рекомендуется производить для следующих трех основных случаев:

для низкотемпературного процесса сушки в паровых и газовых камерах периодического действия по мягким, нормальным и форсированным режимам;

для высокотемпературного процесса сушки в паровых камерах периодического действия;

для низкотемпературного процесса сушки в паровых камерах непрерывного действия.

Для расчетов рекомендуется укрупненный метод определения продолжительности сушки с помощью ниже приведенных таблиц и коэффициентов.

Определение продолжительности сушки в паровых и газовых камерах периодического действия при низкотемпературном процессе

Общую продолжительность сушки пиломатериала ($\tau_{\text{суш}}$), выраженную в часах, включая начальный прогрев и влаготеплообработку, определяют по формуле

$$\tau_{\text{суш}} = \tau_{\text{исх}} \cdot A_p \cdot A_{\text{ц}} \cdot A_k \cdot A_b,$$

где $\tau_{\text{исх}}$ — исходная продолжительность собственно сушки пиломатериалов заданной породы, толщины и ширины от начальной влажности 60% до конечной 12%, нормальными режимами, в камерах с принудительной реверсивной циркуляцией средней интенсивности — 1 м/с, при ширине штабеля 1,5—2,0 м (определяют по табл. 25); A_p — коэффициент жесткости режима сушки (определя-

Исходная продолжительность сушки пиломатериалов $T_{исх}$, ч

Толщина пиломатериала, мм	Ширина пиломатериалов, мм				Толщина пиломатериала, мм	Ширина пиломатериалов, мм			
	80—100	110—130	140—180	более 180		80—100	110—130	140—180	более 180
Сосна, ель, пихта, кедр					Лиственница				
До 16	25	27	29	31	До 16	58	61	64	67
19	31	33	35	37	19	65	70	75	80
22	37	40	43	46	22	80	85	90	95
25	48	51	54	57	25	100	105	110	115
32	70	75	80	85	32	135	140	145	155
40	85	90	95	100	40	160	170	190	220
50	100	105	110	120	50	215	240	280	340
60	120	130	140	160	60	320	380	450	550
70	140	155	175	210	70	500	600	730	900
75	155	180	210	260	75	580	700	870	1100
100	230	280	350	465	100	970	1200	1500	1950
Осина, липа, тополь					Береза, ольха				
До 16	29	31	33	35	До 16	35	38	41	44
19	36	39	42	45	19	44	47	50	53
22	43	46	49	52	22	50	53	56	59
25	60	64	68	72	25	66	70	74	80
32	80	90	95	100	32	90	96	100	105
40	95	100	105	115	40	100	105	110	115
50	110	117	125	135	50	125	135	150	170
60	130	145	165	190	60	170	190	220	260
75	175	210	255	310	75	220	270	330	400
Бук, клен, берест, ясеня, ильм					Дуб, орех, граб				
До 16	53	56	59	62	До 16	80	85	90	95
19	60	64	68	72	19	90	95	100	105
22	70	75	80	85	22	100	105	110	115
25	95	100	105	110	25	110	115	120	125
32	112	118	125	135	32	165	180	200	220
40	135	145	160	180	40	215	240	275	315
50	185	210	240	280	50	320	380	450	530
60	250	300	360	430	60	500	610	730	860
75	400	480	580	700	75	780	950	1200	1500

Примечание. Продолжительность сушки необрезного материала принимают по последней графе, как для наиболее широких сортиментов.

Таблица 26

Значения коэффициента A_p

Группа режимов	A_p	Группа режимов	A_p
Форсированные (Ф)	0,80	Нормальные (Н) Мягкие (М)	1,0 1,70

Значения коэффициента A_d

Произведение $\tau_{\text{всх}} \cdot A_p, \text{ ч}$	Типы камер по циркуляции			
	с мощной циркуляцией	с циркуляцией средней интен- сивности	со слабой побу- дительной цирку- ляцией	с естественной циркуляцией
20	0,65	1,00	1,80	2,60
40	0,70	1,00	1,70	2,30
60	0,75	1,00	1,60	2,00
80	0,80	1,00	1,45	1,75
100	0,85	1,00	1,35	1,55
140	0,90	1,00	1,15	1,30
180	0,93	1,00	1,10	1,15
200 и более	0,95	1,00	1,05	1,10

Примечание. К камерам с мощной реверсивной циркуляцией (2 м/с) относятся камеры конструкции ЛТА — Гипродрев, ВПКТИМ и аналогичные им.

К камерам с циркуляцией средней интенсивности (1 м/с) относятся камеры с реверсивной циркуляцией ЦНИИМОД-30 и усовершенствованные эжекционные камеры с вентиляторным приводом мощностью более 8 кВт на один штабель.

К камерам со слабой побудительной реверсивной или неревверсивной циркуляцией (0,5 м/с) относятся камеры эжекционные, модернизированные камеры Грум-Гржимайло с вентиляторным приводом менее 6 кВт на один штабель по схеме УкрНИИМОД, а также аналогичные им.

К камерам с естественной циркуляцией относятся камеры Грум-Гржимайло, типа Пекар и Некар.

При производственных расчетах продолжительности сушки измерять фактическую скорость циркуляции не требуется; выбор величины A_d определяется только принадлежностью камеры к тому или иному типу по классификации таблицы.

Таблица 28

Значения коэффициента A_k

Категория качества	A_k	Категория качества	A_k
I	1,20	III	1,05
II	1,10	IV, 0	1,0

ют по табл. 26); A_d — коэффициент, учитывающий характер и интенсивность циркуляции сушильного агента в камере (определяют по табл. 27 в зависимости от произведения $\tau_{\text{всх}} \cdot A_p$ и типа камеры по циркуляции); A_k — коэффициент, учитывающий категорию качества сушки (определяют по табл. 28); A_b — коэффициент, учитывающий начальную и конечную влажность древесины (определяют по табл. 29).

При промежуточных значениях основных факторов исходные коэффициенты по табл. 25, 27 и 29 определяются интерполяцией.

Значения коэффициента A_B

Начальная влажность W_{II} , %	Конечная влажность W_K , %											
	22	20	18	16	14	12	11	10	9	8	7	6
120	1,07	1,12	1,18	1,25	1,33	1,43	1,49	1,55	1,61	1,68	1,76	1,86
110	1,00	1,06	1,12	1,20	1,28	1,37	1,43	1,49	1,55	1,62	1,71	1,81
100	0,94	1,00	1,06	1,14	1,22	1,31	1,37	1,43	1,50	1,57	1,65	1,75
90	0,87	0,93	1,00	1,07	1,16	1,25	1,30	1,36	1,43	1,51	1,58	1,68
80	0,80	0,86	0,93	1,00	1,09	1,18	1,23	1,29	1,35	1,43	1,51	1,61
70	0,72	0,78	0,84	0,92	1,00	1,10	1,15	1,21	1,27	1,35	1,43	1,52
65	0,67	0,74	0,80	0,87	0,96	1,05	1,10	1,16	1,23	1,30	1,38	1,48
60	0,62	0,68	0,75	0,82	0,91	1,00	1,05	1,11	1,18	1,25	1,33	1,43
55	0,57	0,63	0,69	0,77	0,85	0,94	1,00	1,06	1,12	1,20	1,28	1,38
50	0,51	0,57	0,63	0,71	0,79	0,89	0,94	1,00	1,06	1,14	1,22	1,32
45	0,44	0,50	0,57	0,64	0,73	0,82	0,87	0,93	1,00	1,07	1,15	1,25
40	0,37	0,43	0,49	0,57	0,65	0,75	0,80	0,86	0,93	1,00	1,08	1,18
35	0,29	0,35	0,43	0,49	0,57	0,66	0,72	0,78	0,84	0,92	1,00	1,10
30	0,19	0,25	0,32	0,39	0,48	0,57	0,62	0,68	0,75	0,82	0,90	1,00
28	0,15	0,21	0,27	0,35	0,43	0,53	0,58	0,64	0,71	0,78	0,86	0,96
26	0,10	0,16	0,23	0,31	0,38	0,48	0,54	0,59	0,66	0,73	0,82	0,91
24	0,06	0,11	0,18	0,27	0,33	0,43	0,49	0,54	0,61	0,68	0,77	0,86
22	—	0,06	0,13	0,22	0,28	0,38	0,43	0,49	0,56	0,63	0,71	0,81
20	—	—	0,07	0,14	0,22	0,32	0,37	0,43	0,50	0,57	0,65	0,75
18	—	—	—	0,07	0,16	0,25	0,30	0,37	0,43	0,50	0,59	0,68
16	—	—	—	—	0,08	0,18	0,23	0,30	0,36	0,43	0,52	0,61
14	—	—	—	—	—	0,10	0,15	0,21	0,28	0,35	0,43	0,52

Пример 1. Определить продолжительность сушки сосновых обрезных досок сечением 60×120 мм по III категории качества от начальной влажности 55 до конечной 10% в камере ЛТА — Гипродрев (мощная циркуляция). Режим сушки форсированный.

Находим по таблицам: $\tau_{исх} = 130$ ч; $A_p = 0,80$; $\tau_{исх} \cdot A_p = 104$; $A_c = 0,86$; $A_k = 1,05$; $A_B = 1,06$. Перемножая найденные величины, получаем $\tau_{сум} = 104 \cdot 0,86 \times 1,05 \cdot 1,06 = 100$ ч.

Пример 2. Буковые необрезные доски толщиной 50 мм высушивают по I категории качества от начальной влажности 70 до конечной 8% в модернизированной камере Грум-Гржимайло со слабой циркуляцией. Режим сушки нормальный.

Находим по таблицам: $\tau_{исх} = 280$ ч; $A_p = 1,0$; $A_c = 1,05$; $A_k = 1,2$; $A_B = 1,35$. Перемножая найденные величины, получаем $\tau_{сум} = 280 \cdot 1,0 \cdot 1,05 \cdot 1,2 \cdot 1,35 = 475$ ч (19,7 суток).

При тех же условиях, но при сушке форсированным режимом, $\tau_{сум} = 19,7 \times 0,8 = 15,8$ суток.

Определение продолжительности сушки в паровых камерах периодического действия при высокотемпературном процессе

Общую продолжительность сушки в часах ($\tau_{сум}$), включая начальный прогрев материала и влаготеплообработку, определяют по формуле

$$\tau_{сум} = \tau_{исх} \cdot A_c \cdot A_p \cdot A_B \cdot A_k,$$

где $\tau_{исх}$ — исходная продолжительность в часах собственно сушки высокотемпературным режимом сосновых пиломатериалов заданной толщины и ширины в паровых высокотемпературных камерах ЛатНИИЛХП, Гипродрева и аналогичных им, от начальной влажности 60 до конечной 12% (определяют по табл. 30); в $\tau_{исх}$ — не включено время на начальную обработку, влаготеплообработку и просушку материала после нее. Продолжительность сушки необрезного материала определяют по последней графе таблицы; $A_{ц}$ — коэффициент, учитывающий характер и интенсивность циркуляции агента сушки в камерах (определяют по табл. 31 в зависимости от типа камер), расчетная скорость циркуляции по материалу в штабеле принята для камер ЛатНИИЛХП, Гипродрева — 2 м/с, камер СПВ-62, ЛТА — Гипродрева — 2,5 м/с; $A_{п}$ — коэффициент, характеризующий влияние породы древесины на продолжительность сушки (при высокотемпературном режиме находят по табл. 32); $A_{в}$ — коэффициент, учитывающий начальную и конечную влажность материала (определяют по табл. 33); $A_{к}$ — коэффициент, учитывающий продолжительность начальной, промежуточной и конечной обработок, время подъема температуры и подсушки для различных категорий качества сушки (определяют по табл. 34 в зависимости от толщины материала и произведения $\tau_{исх} \cdot A_{ц} \cdot A_{п} \cdot A_{в}$).

Таблица 30

Исходная продолжительность собственно сушки пиломатериалов ($\tau_{исх}$, ч)

Толщина пиломатериалов, мм	Ширина пиломатериалов, мм		Толщина пиломатериалов, мм	Ширина пиломатериалов, мм	
	80—130	140 и более		80—130	140 и более
До 19	5,5	5,5	40	20,0	21,0
22	6,5	6,5	50	37,0	40,0
25	10,0	10,0	60	55,0	63,0
32	16,5	16,5			

Таблица 31

Значение коэффициента $A_{ц}$

Камера	$A_{ц}$	Камера	$A_{ц}$
ЛатНИИЛХП, Гипродрев	1,0	СПВ-62, ЛТА-Гипродрев, ВПКТИМ	0,85

Таблица 32

Значения коэффициента $A_{п}$

Порода	$A_{п}$	Порода	$A_{п}$
Сосна	1,0	Береза	1,4
Ель	0,9	Лиственница	4,0
Осина	1,2		

Значения коэффициента A_B

Начальная влажность, W_n	Конечная влажность $W_{кв}$ %											
	20	22	18	16	14	12	11	10	9	8	7	6
120	1,98	2,01	2,05	2,09	2,14	2,20	2,24	2,29	2,34	2,40	2,47	2,57
110	1,78	1,81	1,85	1,89	1,94	2,00	2,04	2,09	2,14	2,20	2,27	2,37
100	1,58	1,61	1,65	1,69	1,74	1,80	1,84	1,89	1,94	2,00	2,07	2,17
90	1,38	1,41	1,45	1,49	1,54	1,60	1,64	1,69	1,74	1,80	1,87	1,97
80	1,18	1,21	1,25	1,29	1,34	1,40	1,44	1,49	1,54	1,60	1,67	1,77
70	0,98	1,01	1,05	1,09	1,14	1,20	1,24	1,29	1,34	1,40	1,47	1,57
65	0,88	0,91	0,95	0,99	1,04	1,10	1,14	1,19	1,24	1,30	1,37	1,47
60	0,78	0,81	0,85	0,89	0,94	1,00	1,04	1,09	1,14	1,20	1,27	1,37
55	0,68	0,71	0,75	0,79	0,84	0,90	0,94	0,99	1,04	1,10	1,17	1,27
50	0,58	0,61	0,65	0,69	0,74	0,80	0,84	0,89	0,94	1,00	1,07	1,17
45	0,48	0,51	0,55	0,59	0,64	0,70	0,74	0,79	0,84	0,90	0,97	1,07
40	0,38	0,41	0,45	0,49	0,54	0,60	0,64	0,69	0,74	0,80	0,87	0,97
35	0,28	0,31	0,35	0,39	0,44	0,50	0,54	0,59	0,64	0,70	0,77	0,87
30	0,18	0,21	0,25	0,29	0,34	0,40	0,44	0,49	0,54	0,60	0,67	0,77
28	0,14	0,17	0,21	0,25	0,30	0,36	0,40	0,45	0,50	0,56	0,63	0,73
26	0,10	0,13	0,17	0,21	0,26	0,32	0,36	0,41	0,46	0,52	0,59	0,69
24	0,06	0,09	0,13	0,17	0,22	0,28	0,32	0,37	0,42	0,48	0,55	0,65
22	—	0,05	0,09	0,13	0,18	0,24	0,28	0,33	0,38	0,44	0,51	0,61
20	—	—	0,04	0,08	0,13	0,19	0,23	0,28	0,33	0,39	0,46	0,56

Таблица 34

Значения коэффициента A_k для пиломатериалов III и IV категорий качества

$\tau_{исх} \cdot A_{ц} \cdot A_{п} \cdot A_{в}$, ч	Толщина, мм		$\tau_{исх} \cdot A_{ц} \cdot A_{п} \cdot A_{в}$, ч	Толщина, мм	
	19—40	50—60		19—40	50—60
1,0	10,0	13,0	9,0	2,00	2,30
1,5	7,0	9,0	10,0	1,90	2,20
2,0	5,5	7,0	12,0	1,75	2,00
2,5	4,6	5,8	14,0	1,65	1,85
3,0	4,0	5,0	16,0	1,55	1,75
3,5	3,6	4,5	18,0	1,50	1,65
4,0	3,2	4,0	20,0	1,45	1,60
5,0	2,8	3,4	30,0	1,30	1,40
6,0	2,5	3,0	40,0	1,20	1,30
7,0	2,3	2,7	60,0	1,15	1,20
8,0	2,1	2,5	100 и более	1,10	1,12

Примечание. Для пиломатериалов I и II категорий качества значение коэффициента увеличивается в 1,05 раза.

Пример 1. Определить продолжительность сушки обрезных сосновых досок сечением 50×130 мм, III категории качества от начальной влажности 70 до конечной 10% в камере СПВ-62.

Находим по таблицам $\tau_{исх}=37$ ч; $A_{ц}=0,85$; $A_{п}=1$; $A_{в}=1,29$; $\tau_{исх} \cdot A_{ц} \cdot A_{п} \cdot A_{в} \cdot A_{к} \cdot A_{в}=40,5$ ч; $A_{к}=1,2$. Продолжительность сушки составит: $\tau_{суш}=40,5 \cdot 1,2=48,5$ ч.

Пример 2. Определить продолжительность сушки березовых обрезных досок сечением 25×150 мм II категории качества от начальной влажности 60 до конечной 8% в камере ЛТА — Гипродрев.

Находим по таблицам $\tau_{исх}=10$ ч; $A_{ц}=0,85$; $A_{п}=1,4$; $A_{в}=1,2$; $\tau_{исх} \cdot A_{ц} \cdot A_{п} \cdot A_{в} \cdot A_{к} \cdot A_{в}=14,3$ ч; $A_{к}=1,62 \cdot 1,05=1,70$. Продолжительность сушки составит: $\tau_{суш}=14,3 \cdot 1,70=24,4$ ч.

Определение продолжительности сушки в камерах непрерывного действия

Камеры непрерывного действия по характеру циркуляции сушильного агента делятся на камеры с позонной поперечной и с противоточной циркуляцией.

Продолжительность сушки пиломатериалов в камерах с позонной циркуляцией типа ЛатНИИЛХП и в немодернизированных Некар рассчитывают по той же формуле, что и для паровых камер периодического действия при низкотемпературном процессе. При определении по табл. 36 коэффициента циркуляции $A_{ц}$ первые относят к камерам с мощной циркуляцией, а вторые — к камерам с естественной циркуляцией.

Общую продолжительность сушки пиломатериалов ($\tau_{сущ}$) в камерах с противоточной циркуляцией агента сушки, включая начальный прогрев, определяют по формуле

$$\tau_{сущ} = \tau_{исх} \cdot A_{ц} \cdot A_{в} \cdot A_{п} \cdot A_{к},$$

где $\tau_{исх}$ — продолжительность сушки, включая начальный прогрев, сосновых пиломатериалов заданной толщины и ширины в камере с поперечной загрузкой штабелей типа ЦНИИМОД-49 от началь-

Таблица 35

Исходная продолжительность сушки пиломатериалов $\tau_{исх}$, ч

Толщина пиломатериалов, мм	Ширина пиломатериалов, мм			
	80—100	110—130	140—180	более 180

Мягкие режимы

До 16	28	28	28	28
19	34	35	37	39
22	44	45	47	49
25	50	53	57	61
32	75	83	96	102
40	103	119	138	152
50	142	171	195	220
60	183	233	274	300
70	227	305	355	398
75	250	344	395	443

Нормальные режимы

До 16	18	18	18	18
19	20	20	20	21
22	22	22	22	25
25	27	27	28	31
32	37	37	44	45
40	52	54	63	67
50	69	77	87	93
60	86	98	114	124
70	105	123	146	162
75	114	135	166	184

Толщина пиломатериалов, мм	Ширина пиломатериалов, мм			
	80—100	110—130	140—180	более 180

Форсированные режимы

До 16	17	17	17	17
19	19	19	19	19
22	21	21	21	21
25	25	25	28	28
32	35	35	42	42
40	46	48	56	58
50	62	65	74	79
60	78	83	97	106
70	95	104	124	137
75	104	115	139	154

ной влажности 60 до конечной 12% (определяют по табл. 35 в зависимости от применяемого режима); $A_{ц}$ — коэффициент, учитывающий интенсивность циркуляции воздуха (определяют по табл. 36 в зависимости от типа камеры); $A_{в}$ — коэффициент, учитывающий начальную ($W_{н}$) и конечную ($W_{к}$) влажность древесины (определяют по табл. 37); $A_{п}$ — коэффициент породы (определяют по табл. 38 в зависимости от режима сушки); $A_{к}$ — коэффициент качества (определяют в зависимости от категории качества сушки по табл. 28).

Продолжительность сушки необрезных пиломатериалов определяют по последней графе, как для наиболее широких сортиментов.

Таблица 36

Значения коэффициента $A_{ц}$

Камеры	Толщина пиломатериалов, мм									
	до 16	19	22	25	32	40	50	60	70	75
ЦНИИМОД-49, ЦНИИМОД-56 и Вал- мет	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ЦНИИМОД-32 . . .	1,65	1,45	1,30	1,23	1,10	1,08	1,05	1,03	1,00	1,00
ЦНИИМОД-34, НС-4	2,20	2,05	1,90	1,70	1,45	1,30	1,25	1,15	1,12	1,10
НБ-1, НБ-2, НБ-3	1,85	1,65	1,50	1,43	1,30	1,20	1,05	1,03	1,00	1,00

Значения коэффициента A_B

W_H , %	Толщина, мм	Нормальный и форсированный режимы при W_K , %					Мягкий режим при W_K , %		
		8	10	12	18	20—22	12	18	20—22
120	13—19	2,29	2,22	2,17	2,17	2,17	2,00	1,85	1,79
	22—25	2,11	2,02	1,95	1,95	1,95	1,60	1,40	1,33
	32—40	1,96	1,85	1,75	1,65	1,58	1,45	1,20	1,10
	45—60	1,77	1,63	1,52	1,32	1,26	1,40	1,15	1,05
	70—75	1,69	1,55	1,44	1,19	1,11	1,40	1,15	1,05
100	13—19	1,88	1,81	1,76	1,76	1,76	1,65	1,50	1,44
	22—25	1,74	1,65	1,58	1,58	1,58	1,35	1,15	1,08
	32—40	1,63	1,52	1,42	1,32	1,25	1,30	1,05	0,95
	45—60	1,58	1,44	1,33	1,13	1,07	1,30	1,05	0,95
	70—75	1,57	1,43	1,32	1,07	0,99	1,30	1,05	0,95
80	13—19	1,48	1,41	1,36	1,36	1,36	1,35	1,20	1,14
	22—25	1,44	1,35	1,28	1,28	1,28	1,25	1,05	0,98
	32—40	1,43	1,31	1,21	1,11	1,04	1,20	0,95	0,85
	45—60	1,43	1,29	1,18	0,98	0,92	1,20	0,95	0,85
	70—75	1,43	1,29	1,18	0,93	0,85	1,20	0,95	0,85
60	13—19	1,12	1,05	1,00	1,00	1,00	1,00	0,85	0,79
	22—25	1,16	1,07	1,00	1,00	1,00	1,00	0,80	0,73
	32—40	1,21	1,10	1,00	0,90	0,83	1,00	0,75	0,65
	45—60	1,25	1,11	1,00	0,80	0,74	1,00	0,75	0,65
	70—75	1,25	1,11	1,00	0,75	0,67	1,00	0,75	0,65
45	13—19	0,87	0,80	0,75	0,75	0,75	0,75	0,60	0,54
	22—25	0,91	0,82	0,75	0,75	0,75	0,75	0,55	0,48
	32—40	0,96	0,85	0,75	0,65	0,58	0,70	0,45	0,35
	45—60	0,93	0,79	0,68	0,48	0,42	0,70	0,45	0,35
	70—75	0,93	0,79	0,68	0,43	0,35	0,70	0,45	0,35
30	13—19	0,61	0,54	0,49	0,49	0,49	0,50	0,35	0,29
	22—25	0,69	0,60	0,53	0,53	0,53	0,50	0,30	0,23
	32—40	0,77	0,66	0,56	0,46	0,39	0,50	0,25	0,15
	45—60	0,83	0,69	0,58	0,38	0,32	0,50	0,25	0,15
	70—75	0,83	0,69	0,58	0,33	0,25	0,50	0,25	0,15

Таблица 38

Значения коэффициента A_{II}

Порода	Коэффициент A_{II}	
	нормальный и форсированный режимы	мягкий режим
Сосна	1,00	1,00
Береза, ольха	1,45	1,35
Осина	1,10	1,05

Пример 1. Определить продолжительность сушки сосновых обрезных досок сечением 32×200 мм от начальной влажности 100 до конечной 8% в камере ЦНИИМОД-49 без влаготеплообработки при нормальном режиме.

По таблицам находим: $\tau_{исх}=45$ ч; $A_{д}=1$; $A_{п}=1$; $A_{к}=1$; $A_{в}=1,63$. Продолжительность сушки составит $\tau_{суш}=\tau_{исх} \cdot A_{д} \cdot A_{п} \cdot A_{в} \cdot A_{к}=45 \cdot 1 \cdot 1,63 \cdot 1=73,5$ ч.

Пример 2. Определить продолжительность сушки березовых обрезных досок сечением 40×150 мм от начальной влажности 60 до конечной 18% в камерах ЦНИИМОД-32 без влаготеплообработки по мягкому режиму.

По таблицам находим: $\tau_{исх}=138$ ч; $A_{д}=1,08$; $A_{п}=1,35$; $A_{к}=1$. Продолжительность сушки составит $\tau_{суш}=\tau_{исх} \cdot A_{д} \cdot A_{в} \cdot A_{п} \cdot A_{к}=138 \cdot 1,08 \cdot 0,75 \times 1,35 \cdot 1=150$ ч.

Глава X

РАСЧЕТ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ И УЧЕТ РАБОТЫ ЛЕСОСУШИЛЬНЫХ КАМЕР

§ 42. РАСЧЕТ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ КАМЕР

На продолжительность сушки влияют размеры и порода древесины, начальная и требуемая конечная влажность, применяемый режим, качественные требования к сушке, а также тип камеры. Емкость же камеры определенных габаритных размеров колеблется в зависимости от размеров загружаемых пиломатериалов.

Поэтому расчеты при проектировании сушильных камер, планировании и учете их работы принято вести в кубических метрах условного материала. Фактически необходимый для производства или просушиваемый пиломатериал переводится в условный.

За условный материал принимают сосновые обрезные доски толщиной 50, шириной 150 мм, с начальной влажностью 60 и конечной 12%. Этот материал, уложенный на прокладках толщиной 25 мм, должен просыхать применительно к требованиям II категории качества сушки.

Емкость сушильной камеры E (м³), т. е. объем находящихся в ней пиломатериалов, определяется произведением объемного коэффициента заполнения штабеля $\beta_{ф}$ фактического материала на габаритный объем Γ всех находящихся в камере штабелей:

$$E = \Gamma \cdot \beta_{ф}.$$

Объемный коэффициент $\beta_{ф}$ равен произведению коэффициента заполнения штабеля по длине $\beta_{дл}$, ширине $\beta_{ш}$ и высоте $\beta_{в}$:

$$\beta_{ф} = \beta_{дл} \cdot \beta_{ш} \cdot \beta_{в}.$$

Коэффициент заполнения штабеля по длине $\beta_{дл}$ равен отношению средней длины пиломатериалов к габаритной длине штабеля. При укладке в штабель досок и заготовок разной длины средний коэффициент заполнения штабеля по длине принимается равным 0,85, а при укладке в штабель пиломатериалов одинаковой длины — 1,0.

Коэффициент заполнения штабеля по ширине $\beta_{ш}$ обрезным пиломатериалом, уложенным со шпациями, равен 0,65, а без шпа-

ций — 0,90. Для необрезных пиломатериалов этот коэффициент соответственно составляет 0,43 и 0,60.

Коэффициент заполнения штабеля по высоте β_v зависит от толщины пиломатериала S и толщины прокладок:

$$\beta_v = \frac{S}{25 + S},$$

где S — номинальная толщина материала, мм; 25 — толщина прокладок, мм.

Если при укладке заготовок в качестве прокладок используют сами заготовки, то коэффициент по высоте β_v принимают при их длине 0,5 м — 0,6, при длине 1 м — 0,58 и длине от 1 до 2 м — 0,55. В качестве прокладок можно использовать заготовки толщиной до 40 мм и шириной не более 50 мм. При высушивании в камерах с естественной циркуляцией широких досок следует применять прокладки толщиной 40 мм.

Объемная усушка U_o принимается для номинальной влажности товарных пиломатериалов ($W = 15\%$), в среднем $U_o = 7\%$.

Коэффициент объемного заполнения штабеля β_ϕ при толщине прокладок 25 мм с учетом объемной усушки U_o определяют по формуле

$$\beta_\phi = \frac{S \cdot \beta_{ш} \cdot \beta_{дл}}{25 + S} \cdot \frac{100 - U_o}{100}.$$

Для штабелей с прокладками из заготовок

$$\beta_\phi = \beta_v \cdot \beta_{ш} \cdot \beta_{дл} \cdot \frac{100 - U_o}{100}.$$

В табл. 39 приведены значения коэффициента объемного заполнения штабеля β_ϕ с прокладками толщиной 25 мм и $\beta_{дл} = 0,85$.

С учетом необходимости ежегодного капитального ремонта сушильных камер установлено время их работы в году — 335 суток. В зависимости от технического состояния оборудования камер необходимое на его ремонт время в течение года на каждую камеру может быть, например, уменьшено на 10—15 суток, а число работы камер в году увеличено до 345—350 суток.

Число оборотов камеры в год составляет

$$n = \frac{335}{\tau_{об.ф}},$$

где $\tau_{об.ф}$ — продолжительность одного оборота камеры, т. е. сумма расчетной продолжительности сушки фактического материала в сутках ($\tau_{суш.ф}$) и продолжительности загрузки-выгрузки камеры штабелями на тележках ($\tau_{загр}$), суток.

Для камер периодического действия при механизации этой работы $\tau_{загр}$ принимается 0,1 суток. Таким образом, $\tau_{об.ф} = \tau_{суш.ф} + \tau_{загр}$ суток.

Значения коэффициента объемного заполнения штабеля β_{ϕ} при толщине прокладок 25 мм и коэффициенте заполнения по длине $\beta_{дл} = 0,85$

Номинальная толщина пиломате- риалов, мм	Способ укладки			
	со шпациями		без шпаций	
	пиломатериалы			
	обрезные	необрезные	обрезные	необрезные
13	0,176	0,116	0,244	0,162
16	0,201	0,133	0,255	0,185
19	0,222	0,147	0,307	0,205
22	0,241	0,159	0,333	0,222
25	0,257	0,170	0,356	0,237
32	0,288	0,191	0,399	0,266
40	0,316	0,209	0,438	0,292
45	0,330	0,219	0,458	0,305
50	0,342	0,227	0,474	0,316
60	0,362	0,243	0,502	0,335
70	0,379	0,250	0,525	0,350
75	0,385	0,255	0,533	0,356
90	0,402	0,266	0,557	0,371
100	0,411	0,272	0,569	0,379

В камерах непрерывного действия время па загрузку и выгрузку штабелей на тележках не предусматривается ($\tau_{об.ф} = \tau_{суш.ф}$ суток).

Годовую производительность камеры в фактическом пиломатериале определяют по формуле (в м³)

$$\Phi = \Gamma \cdot \beta_{\phi} \cdot \frac{335}{\tau_{об.ф}}$$

Пример. Определить фактическую годовую производительность двухштабельной камеры периодического действия с реверсивной циркуляцией средней интенсивности ($V=1$ м/с), при высушивании нормальным режимом обрезных сосновых пиломатериалов сечением 25×150 мм по II категории качества от начальной влажности 60 до конечной 8%. Габаритные размеры штабелей $1,8 \times 2,6 \times 6,5$ м.

Габаритный объем штабелей равен

$$\Gamma = 1,8 \times 2,6 \times 6,5 \times 2 = 60,8 \text{ м}^3.$$

Определяем коэффициент объемного заполнения штабеля по табл. 39:

$$\beta_{\phi} = 0,356.$$

По табл. 25—29 находим продолжительность сушки ($\tau_{суш}$). $\tau_{исх} = 54$; $A_p = 1$; $A_{п} = 1$; $A_k = 1,10$; $A_v = 1,25$.

Отсюда $\tau_{суш} = 54 \cdot 1,1 \cdot 1,25 = 74$ ч, или 3,1 суток.

Продолжительность одного оборота камеры составит $\tau_{об.ф} = 3,1 + 0,1 = 3,2$ суток.

Годовая производительность камеры определится

$$\Phi = \Gamma \cdot \beta_{\phi} \cdot \frac{335}{\tau_{об.ф}} = 60,8 \cdot 0,356 \cdot \frac{335}{3,2} = 2270 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Годовую производительность камеры в условном пиломатериале определяют по формуле

$$Y = \Gamma \cdot \beta_{\text{усл}} \cdot \frac{335}{\tau_{\text{об.усл}}},$$

где $\beta_{\text{усл}}$ — коэффициент объемного заполнения штабеля условным материалом (берется из табл. 39); $\tau_{\text{об.усл}}$ — продолжительность одного оборота камеры при сушке условного материала в сутках.

Назовем отношение $\frac{\beta_{\text{усл}}}{\tau_{\text{об.усл}}}$ пересчетным коэффициентом ($K_{\text{пер}}$), который учитывает тип камеры, интенсивность и характер циркуляции агента сушки в ней, применяемый режим сушки и способ укладки пиломатериалов.

При постоянной величине пересчетного коэффициента ($K_{\text{пер}} = \text{const}$) годовая производительность камеры в условном материале зависит только от габаритного объема находящихся в ней штабелей:

$$Y = \Gamma \cdot K_{\text{пер}} \cdot 335 \text{ м}^3 \text{ усл/год.}$$

В табл. 40 приведены продолжительность оборота камер на условном материале ($\tau_{\text{об.усл}}$), значения пересчетного коэффициента ($K_{\text{пер}}$) и годовая производительность в условном материале (Y) камер различных типов в зависимости от габаритного объема (Γ) находящихся в них штабелей при различных режимах сушки.

Пример. Определить годовую производительность в условном материале камеры непрерывного действия ЦНИИМОД-32 с противоточной поперечно-реверсивной (зигзагообразной) циркуляцией при нормальных режимах сушки.

Габаритный объем штабелей в камере равен

$$\Gamma = 1,8 \times 2,6 \times 6,5 \times 5 = 152 \text{ м}^3.$$

Из табл. 40 имеем:

$$Y = 38 \cdot \Gamma = 38 \cdot 152 = 5776 \text{ м}^3 \text{ усл/год.}$$

Объем фактического материала в условный пересчитывают по формуле

$$Y = K_{\text{пер}} \cdot \Phi \cdot \frac{\tau_{\text{об.ф}}}{\beta_{\text{ф}}},$$

где Φ — объем фактически подлежащего сушке или высушенного материала данного размера и породы, м^3 ; $K_{\text{пер}}$ — пересчетный коэффициент (берется из табл. 40); $\beta_{\text{ф}}$ — коэффициент объемного заполнения штабеля фактическим материалом (определяется по табл. 39); $\tau_{\text{об.ф}}$ — продолжительность оборота камеры для фактического материала.

Пример. Пересчитать объем фактически высушенного материала в условный, если в камере периодического действия с циркуляцией средней интенсивности при нормальном режиме было высушено 200 м^3 обрезных сосновых пиломатериалов толщиной 25, шириной 150 мм по II категории качества от $W_{\text{п}}=60\%$ до $W_{\text{к}}=8\%$. Продолжительность камеро-оборота составляет $\tau_{\text{об.ф}}=3,2$ суток. По табл. 39 находим коэффициент объемного заполнения штабеля $\beta_{\text{ф}}=0,356$.

По табл. 40 пересчетный коэффициент будет $K_{\text{пер}}=0,0929$.

Определяем объем условного материала:

$$Y = 0,0929 \cdot 200 \cdot \frac{3,2}{0,356} = 167 \text{ м}^3 \text{ усл.}$$

Годовая производительность камер в условном материале

Режимы сушки и типы камер	$\tau_{об.усл}$	$K_{пер} = \frac{\beta_{усл}}{\tau_{об.усл}}$	Производительность камер, м ³ /усл/год
Мягкие режимы сушки (М)			
1. Камеры периодического действия с циркуляцией средней интенсивности $V=1$ м/с (типа ЦНИИМОД-30, эжекционные модернизированные и т. п.)	8,7	$\frac{0,474}{8,7} = 0,0545$	18,5 Г
2. Камеры периодического действия с мощной циркуляцией — $V=2$ м/с (ЛТА-Гипродрев, ВПКТИМ и т. п.)	8,1	$\frac{0,474}{8,1} = 0,0585$	20 Г
3. Камеры непрерывного действия противоточные с поперечной штабелевкой (ЦНИИМОД-49/56, Валмет и т. п.)	8,9	$\frac{0,474}{8,9} = 0,0532$	18 Г
4. Камеры непрерывного действия с зигзагообразной циркуляцией (ЦНИИМОД-32)	9,4	$\frac{0,474}{9,4} = 0,0505$	17 Г
5. Камеры непрерывного действия с горизонтально-поперечной позонной циркуляцией (ЛатНИИЛХП)	8,0	$\frac{0,474}{8,0} = 0,0592$	20 Г
Нормальные режимы сушки (Н)			
6. Камеры с естественной циркуляцией (Грум-Гржимайло, Некар, Пекар)	7,6	$\frac{0,342}{7,6} = 0,0450$	15 Г
7. Камеры периодического действия со слабой принудительной циркуляцией — $V=0,5$ м/с	6,6	$\frac{0,474}{6,6} = 0,0718$	24 Г
8. Камеры периодического действия с циркуляцией средней интенсивности — $V=1$ м/с (см. п. 1)	5,1	$\frac{0,474}{5,1} = 0,0929$	31 Г
9. Камеры периодического действия с мощной циркуляцией — $V=2$ м/с (см. п. 2)	4,4	$\frac{0,474}{4,4} = 0,1075$	36 Г
10. Камеры непрерывного действия противоточные с поперечной загрузкой штабелей (см. п. 3)	4,0	$\frac{0,474}{4,0} = 0,1182$	40 Г

Режимы сушки и типы камер	об. усл	$K_{пер} = \frac{\tau_{усл}}{\tau_{об. усл}}$	Производительность камер, м ³ /усл. год
11. Камеры непрерывного действия с зигзагообразной циркуляцией (см. п. 4)	4,2	$\frac{0,474}{4,2} = 0,1127$	38 Г
12. Камеры непрерывного действия с горизонтально-поперечной позонной циркуляцией (см. п. 5)	4,3	$\frac{0,474}{4,3} = 0,1100$	37 Г
13. Камеры противоточные с продольной загрузкой штабелей со шпациями (ЦНИИМОД-34, НС-4 и т. п.)	5,0	$\frac{0,342}{5,0} = 0,0684$	23 Г
Форсированные режимы (Ф)			
14. Камеры периодического действия с циркуляцией средней интенсивности (см. п. 1)	4,1	$\frac{0,474}{4,1} = 0,1152$	39 Г
15. Камеры периодического действия с мощной циркуляцией (ЛатНИИЛХП, СПВ-62, Гипродрев и камеры по п. 2)	3,4	$\frac{0,474}{3,4} = 0,1392$	47 Г
16. Камеры непрерывного действия противоточные с поперечной загрузкой штабелей (см. п. 3)	3,4	$\frac{0,474}{3,4} = 0,1392$	47 Г
17. Камеры непрерывного действия с зигзагообразной циркуляцией (см. п. 4)	3,6	$\frac{0,474}{3,6} = 0,1312$	44 Г
18. Камеры непрерывного действия с горизонтально-поперечной позонной циркуляцией (см. п. 5)	3,3	$\frac{0,474}{3,3} = 0,1435$	48 Г
Высокотемпературные режимы			
19. Камеры периодического действия с мощной реверсивной поперечной циркуляцией (ЛТА-Гипродрев, СПВ-62 и т. п.)	2,0	$\frac{0,474}{2,0} = 0,2370$	79 Г
20. Камеры периодического действия с мощной нереверсивной циркуляцией (Гипродрев, ЛатНИИЛХП)	2,3	$\frac{0,474}{2,3} = 0,2060$	9 Г

Примечание. По некоторым типам камер, указанных в табл. 40 и в тексте книги, не приведено описаний и рисунков, так как эти камеры не отвечают технологическим требованиям.

При пересчете объема подлежащего сушке или фактически высушиваемого материала в объем условного материала рекомендуется пользоваться приведенной формой (табл. 41).

Таблица 41

Форма пересчета количества фактического пиломатериала в условный материал

Назначение пиломатериалов и категория качества	Характеристика пиломатериалов					Количество фактического пиломатериала Φ , м ³	$\tau_{об.ф} - (\tau_{суш.ф} + \tau_{загр})$, суток	β_{Φ} (из табл. 39)	$K_{пер}$ (из табл. 40)	Количество условного материала $U = K_{пер} \cdot \Phi \times \frac{\tau_{об.ф}}{\beta_{\Phi}}$, м ³		
	порода	обрезной, необрезной	размеры, мм								влажность, %	
			толщина	ширина	длина						W_H	W_K
Итого:												

§ 43. УЧЕТ РАБОТЫ КАМЕР

Работу лесосушильных камер учитывают в двух направлениях. Во-первых, учитывают качественные показатели, т. е. продолжительность сушки, конечную влажность пиломатериалов, равномерность их просыхания, выполнение заданных режимов сушки и т. п. Во-вторых, учитывают количественные результаты проведенной сушки, которые характеризуются размерами, количеством и объемом высушенных пиломатериалов по породам (с переводом в условный материал).

В соответствии с этим в лесосушильных цехах должны быть режимные карты сушки, журналы и штабельные карточки для учета высушенных пиломатериалов. В карте для камер периодического действия указывают породу и сечение материала, начальную и конечную влажность (средние значения по нескольким контрольным образцам), начало и конец сушки, выполнение заданного режима сушки, а также просыхание пиломатериала в камере по контрольным образцам и другие показатели.

В журнале учета высушенного материала фиксируют номер камеры и дату загрузки, породу и размеры пиломатериалов, количество в штуках материала каждого размера и объем в кубометрах фактического и условного пиломатериалов. В сушильном цехе с большим числом камер периодического действия следует вести диспетчерский график работы сушильных камер.

В режимной карте для камер непрерывного действия указывают номер камеры, назначение, породу и сечение материала, а также параметры заданного и выполненного режима сушки. Результаты проведенной в этих камерах сушки отдельных штабелей записывают в штабельные карточки.

Очень удобной формой для текущего учета работы камер непрерывного действия является диспетчерская доска.

Она воспроизводит план сушильных камер. При закатке штабелей в камеры их штабельные карточки прикрепляют на соответствующие места диспетчерской доски. По мере передвижения штабелей из одной зоны камеры в другую на доске перемещают их карточки.

По диспетчерской доске в любое время можно установить, в какой камере и в какой ее зоне находится тот или иной штабель, количество находящегося в сушке материала, свободные зоны в камерах, время ожидаемой выгрузки штабелей и т. д.

После выкатки штабелей из камер карточки заполняют и помещают в картотеку. В пужное время по штабельным карточкам составляют отчетные документы о работе сушильного цеха.

Для газовых лесосушильных камер необходимо вести записи о температуре газов в топке и у вентилятора (в камерах непрерывного действия), а также о разрежении и напоре, создаваемых вентиляторами.

§ 44. СЕБЕСТОИМОСТЬ СУШКИ И ОСНОВНЫЕ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

Себестоимость сушки пиломатериалов зависит главным образом от стоимости тонны пара или топлива, продолжительности сушки и колеблется в широких пределах — от 2 до 20 руб. за 1 м³ материала. Первая цифра характеризует себестоимость сушки хвойных пиломатериалов в газовых лесосушильных камерах при топливе в виде кусковых отходов производства; вторая — сушку в паровых лесосушильных камерах медленно сохнущих пиломатериалов больших сечений из твердых лиственных пород (например, дуба) при стоимости пара до 4—5 руб. за тонну.

Следовательно, стоимость сушки зависит от размеров и породы пиломатериалов и от стоимости топлива.

Стоимость сушки складывается из расходов, которые можно подразделить на три следующие группы:

а) расходы, не зависящие от продолжительности сушки, — это стоимость погрузочно-разгрузочных и транспортных операций; на размер таких расходов влияет степень механизации этих работ;

б) расходы, не полностью зависящие от продолжительности сушки, — стоимость пара и топлива; расход тепла на нагрев и испарение влаги из материала не зависит от продолжительности сушки, а тепловые потери камеры и частично расход тепла на промежуточные обработки материала пропорциональны продолжительности процесса сушки;

в) расходы, полностью зависящие от продолжительности сушки: расход электроэнергии, зарплата дежурных сушильщиков и цехового обслуживающего персонала, амортизационные и другие расходы.

На отдельные статьи расходов влияет размер сушильного цеха, т. е. количество камер и отсюда годовая их производительность.

Относительная величина по отдельным статьям затрат на суш-

ку условного материала в камерах периодического действия со скоростной реверсивной циркуляцией воздуха от всей стоимости составляет примерно (в %): на погрузочно-разгрузочные и транспортные работы — 18,8, пар — 44,2, электроэнергию для вентиляторов — 21,8, цеховые расходы — 6,7 и прочие расходы — 8,5.

Знание и анализ влияния отдельных статей затрат на стоимость сушки пиломатериалов имеет важное значение для правильной организации работы и повышения рентабельности лесосушильного цеха. К основным технико-экономическим показателям лесосушильного цеха относятся: емкость камеры в кубических метрах условного материала; годовая проектная производительность камеры в условном материале; поверхность нагрева калорифера камеры в квадратных метрах; установленная и потребляемая мощность электродвигателей на камеру; расход пара или топлива и электроэнергии на 1 м³ материала; стоимость сушки 1 м³ фактического и условного материала; скорость циркуляции сушильного агента (для материала толщиной 25 мм); стоимость постройки камеры на 1 м³ годовой производительности условного материала.

В проектах сушильных камер иногда указывают площадь цеха на 1 м³ его годовой производительности в условном материале и стоимость постройки с оборудованием на 1 м³ строительного объема здания.

Расход пара, по данным Гипродрева, на 1 м³ условного материала составляет: для камер периодического действия нормальной тепломощности с принудительной циркуляцией воздуха зимой 560, а летом 455 кг; для камер повышенной тепломощности зимой 495 и летом 435 кг; для камер непрерывного действия зимой 495 и летом 435 кг. Расход пара на 1 кг испаряемой влаги для условного пиломатериала в среднем принимается равным: для камер периодического действия — 3 кг/кг, для камер непрерывного действия — 2,5 кг/кг.

Расход кускового древесного топлива на 1 м³ высушиваемого материала составляет: для газовых камер периодического действия зимой 0,25 и летом 0,20 м³/м³; для камер непрерывного действия соответственно 0,20 и 0,18 м³/м³.

Расход электроэнергии на 1 м³ материала для эжекционных паровых камер равен 17 кВт·ч/м³, для газовых — 10 кВт·ч/м³.

Эксплуатационные показатели по качеству сушки пиломатериалов и другие определяют производственным испытанием.

Глава XI

АТМОСФЕРНАЯ СУШКА И ХРАНЕНИЕ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ НА СКЛАДАХ

Атмосферная сушка — наиболее распространенный способ сушки древесины. Несмотря на большую длительность, потребность в значительной территории и другие недостатки, атмосферной сушки подвергается гораздо больше пиломатериалов, чем камерной.

При атмосферной сушке сырые пиломатериалы укладывают в штабеля на открытых или закрытых складах, где они подвергаются воздействию окружающего воздуха. Интенсивность сушки во многом зависит от таких факторов, как время года, погода, микроклиматические условия, связанные с рельефом местности, и др. В результате атмосферной сушки можно получить материал, доведенный до воздушно-сухого состояния, т. е. влажностью 18—22%.

Открытые склады располагаются на сухих, хорошо проветриваемых участках. Для складов лучше выбирать места с песчаным грунтом и с низким стоянием грунтовых вод. Если же участки низменные, заболоченные, то на них обязательно проводят специальные мелиоративные работы, осушающие площадь и понижающие уровень грунтовых вод. Площади складов выравнивают и очищают от деревьев и кустарников.

Для древесины хвойных пород правила атмосферной сушки и хранения пиломатериалов на открытых складах регламентированы ГОСТ 3808—62 и для древесины твердых лиственных пород ГОСТ 7319—74. Государственный стандарт для древесины хвойных пород не распространяется на авиационные и резонансные брусья и пиломатериалы.

Перед атмосферной сушкой для защиты от синевы и других грибных поражений в начальный период сушки большинство хвойных и лиственных пиломатериалов, выпиливаемых в теплое время года, подвергают антисептической обработке комбинированными препаратами (ГОСТ 10397—66). Требования и правила проведения этой обработки стандартизованы (ГОСТ 10950—64).

§ 45. АТМОСФЕРНАЯ СУШКА ПИЛОМАТЕРИАЛОВ ХВОЙНЫХ ПОРОД

Правилами атмосферной сушки и хранения пиломатериалов хвойных пород на открытых складах территория СССР разделена на четыре условные климатические зоны:

1-я зона — Архангельская, Мурманская, Вологодская, Кировская, Пермская, Свердловская, Сахалинская области, северная половина Западной и Восточной Сибири, Коми АССР;

2-я зона — Карельская АССР, Ленинградская, Новгородская и Псковская области;

3-я зона — Латвийская ССР, Литовская ССР, Белорусская ССР, Эстонская ССР, Смоленская, Калининградская, Московская, Калининская, Орловская, Тульская, Рязанская, Ивановская, Ярославская, Горьковская, Челябинская, Брянская, Владимирская, Калужская, Костромская области, южная часть Западной и Восточной Сибири, Чувашская, Марийская, Мордовская, Татарская, Башкирская и Удмуртская АССР;

4-я зона — Украинская ССР, Молдавская ССР, Курская, Астраханская, Куйбышевская, Саратовская, Волгоградская, Оренбургская, Воронежская, Тамбовская, Пензенская, Ростовская, Ульяновская области, Северный Кавказ и Закавказье.

Пиломатериалы, подлежащие атмосферной сушке и хранению по ГОСТ 3808—62, условно подразделены на три размерно-качественные группы (табл. 42).

**Размерно-качественные группы пиломатериалов хвойных пород,
подлежащих атмосферной сушке**

Размерно-качественные группы	Пиломатериалы, вырабатываемые по ГОСТ 8486—66			Пиломатериалы экспортные	
	бруски	шириной до 150 мм	шириной более 150 мм	шириной до 150 мм	шириной более 150 мм

Сорта

1			0 1 2 3		1 2 3 Бессортные 4
2	0 1 2 3 4	0 1 2 3	4	1 2 3 Бессортные 4	
3		4			

Все пиломатериалы по качеству ниже 4-го сорта

Устройство открытых складов. При атмосферной сушке и хранении на открытых складах хвойные пиломатериалы укладывают в основном двумя способами — в рядовые (круглые и реечные) и пакетные штабеля. В рядовые штабеля (рис. 100) пиломатериалы укладывают поштучно вручную с использованием штабелеров, а пакетные штабеля (рис. 101) формируют из пакетов с помощью кранов. Пиломатериалы укладывают в пакеты на пакетоформирующих машинах или вручную на специально оборудованных участках.

На складе рядовые и пакетные штабеля располагают отдельными секциями (группами). При пакетной укладке штабелей территорию склада разбивают на секции с учетом эксплуатационных требований применяемых погрузочных механизмов — автопогрузчиков, башенных или козловых кранов. На рис. 102 приведена примерная планировка группы рядовых штабелей, а на рис. 103 при пакетной укладке козловым краном.

Направление продольных проездов должно совпадать с направлением господствующего ветра, а в районах, где направление господствующего ветра выражено слабо, продольные проезды располагают с севера на юг. Все проезды должны быть прямыми, ширина проезда — одинаковой на всем протяжении.

Штабеля тонких пиломатериалов (толщиной до 22 мм) располагают с наветренной стороны склада, толстых (толщиной более 50 мм) — в середине, а средних (толщиной от 25 до 48 мм) — с подветренной стороны.

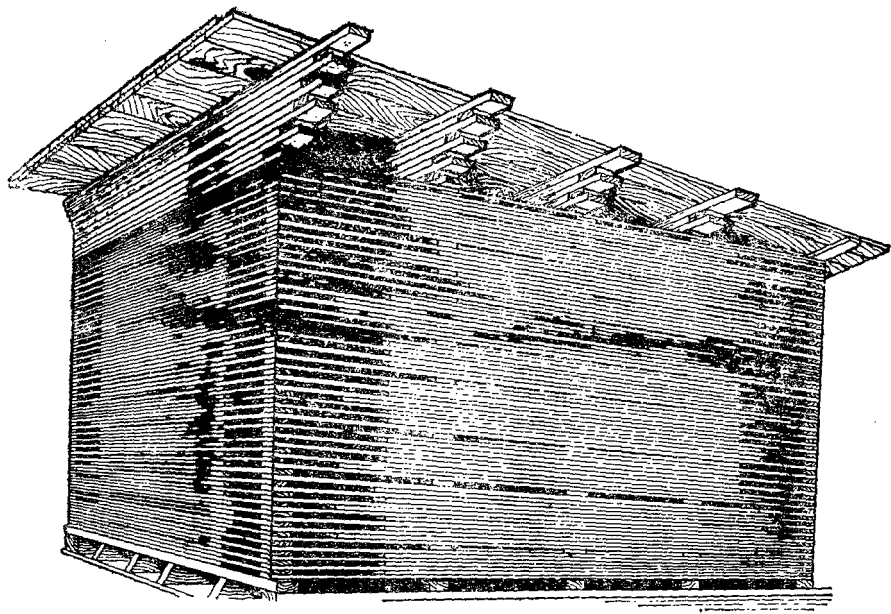


Рис. 100. Круглый рядовой штабель

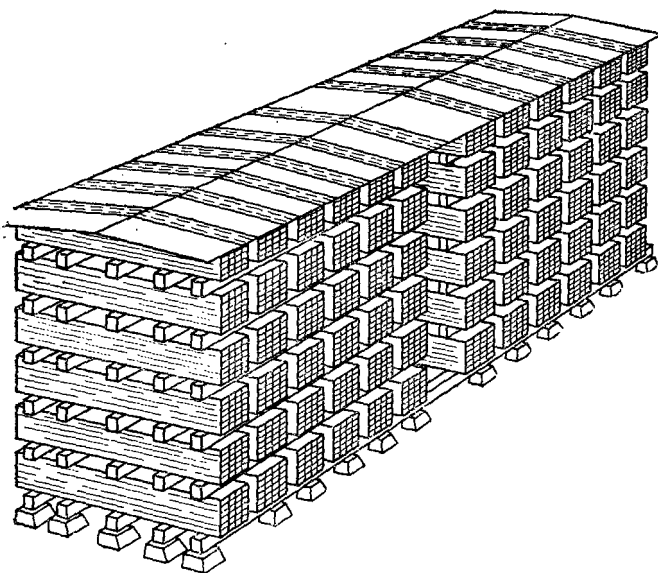


Рис. 101. Пакетный штабель

Каждый штабель укладывают на фундамент (рис. 104), устроенный из железобетонных, бетонных или деревянных, пропитанных антисептиками, переносных элементов (опор, балок). Все фунда-

менты должны находиться в горизонтальном положении, строго на одном уровне и быть прочными.

Высота фундамента H , т. е. расстояние от уровня земли до нижнего ряда досок, должна быть 50 см, а в местности с большим количеством атмосферных осадков и высоким стоянием грунтовых вод — 75 см.

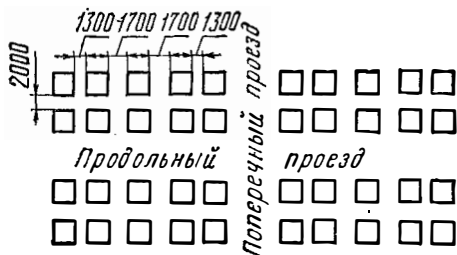


Рис. 102. Примерная планировка группы рядовых штабелей

Укладка пиломатериалов. Пиломатериалы укладывают в рядовые и пакетные штабеля отдельно по породам и размерно-качественным группам. Обрезные пиломатериалы сортируют по толщине и ширине, необрезные — по толщине. Боковые кромки у необрезных пиломатериалов твердых пород толщиной свыше 50 мм очищают от коры.

В пакеты пиломатериалы укладывают горизонтальными рядами. Ряды отделяют один от другого прокладками (рейками), изготовленными из сухой и здоровой древесины хвойных пород толщиной 19—25 мм и шириной 40—50 мм (ГОСТ 3808—62). Длина

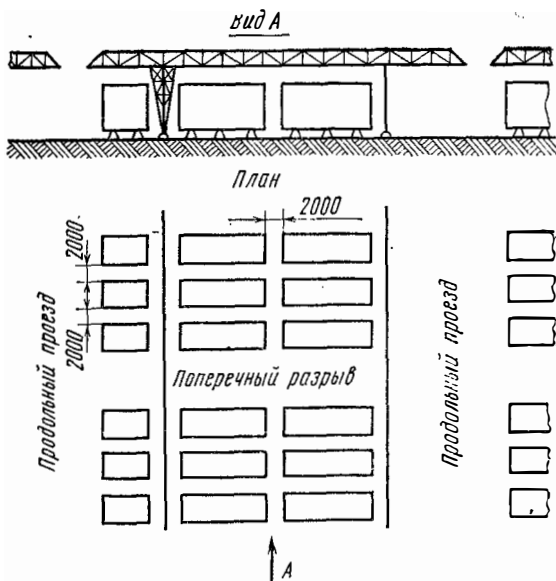


Рис. 103. Планировка склада для группы пакетных штабелей при укладке козловым краном

прокладки должна быть равна ширине пакета. Крайние прокладки располагают в пакете на расстоянии 30—45 см от торцов пиломатериалов при толщине последних до 38 мм и на расстоянии 45—60 см при толщине 40 мм и более. При укладке дополнительных прокладок заподлицо с торцами досок предотвращается возможность их коробления.

Количество прокладок по длине и расстояние между ними должны соответствовать количеству опорных брусьев и расстоянию между ними в фундаменте. Все прокладки по высоте укладывают одну над другой (рис. 105, а). Неправильно уложенные прокладки (рис. 105, б) приводят к искривлению досок. Для удобства работы на предприятиях целесообразно иметь прокладки одной толщины — 25 мм.

Конструкция и размеры пакетов нормализованы. Доски в пакетах располагают горизонтальными рядами со шпациями шириной не менее 50 мм для сосновых и кедровых пиломатериалов и не менее 35 мм для остальных хвойных пород. Для антисептированных пиломатериалов ширина шпаций уменьшается до 25 мм.

По высоте шпации должны образовывать вертикальные каналы. Торцовые стороны пакетов выравнивают.

Короткие пиломатериалы по длине ряда укладывают встык, при этом внешние торцы их должны быть выровнены. Высота и ширина сушильно-транспортного пакета определяются размерами подъемно-транспортных средств, а длина зависит от длины пиломатериалов.

С помощью автопогрузчиков пакеты укладывают в штабеля обычно в 4 яруса, козловыми кранами — в 5—6 ярусов, а башенными — в 6—7 ярусов. Разбирают штабеля также автопогрузчиками и кранами.

Пакеты каждого яруса отделяют один от другого межпакетными прокладками, толщина которых не менее 75 мм. Количество межпакетных прокладок должно соответствовать числу прокладок в пакете и количеству фундаментных опор. В одном штабеле можно применять межпакетные прокладки только одной толщины.

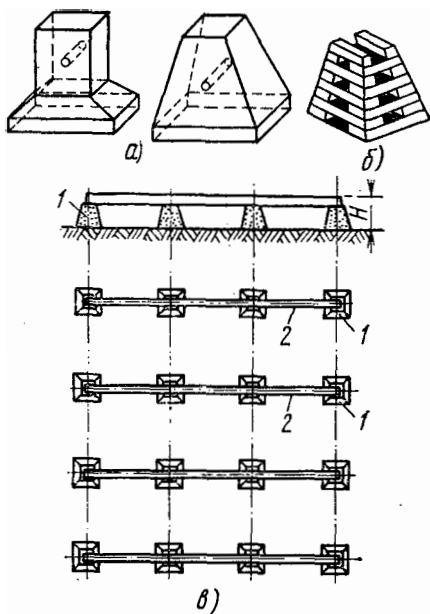


Рис. 104. Устройство штабельного фундамента из переносных элементов:

а — бетонные опоры, б — деревянные опоры, в — общий вид фундамента; 1 — опора, 2 — балка, H — высота фундамента

Между отдельными пакетами в каждом горизонтальном ряду устраивают разрывы не менее 25 см при высоте штабеля 6 м и не менее 40 см при высоте штабеля более 6 м. Межпакетные разрывы по высоте штабеля должны образовывать вертикальные каналы.

В штабелях, укладываемых с помощью крана, между вторым и третьим вертикальными рядами пакетов устраивают разрыв шириной 70 см, в котором устанавливают лестницу для подъема рабо-

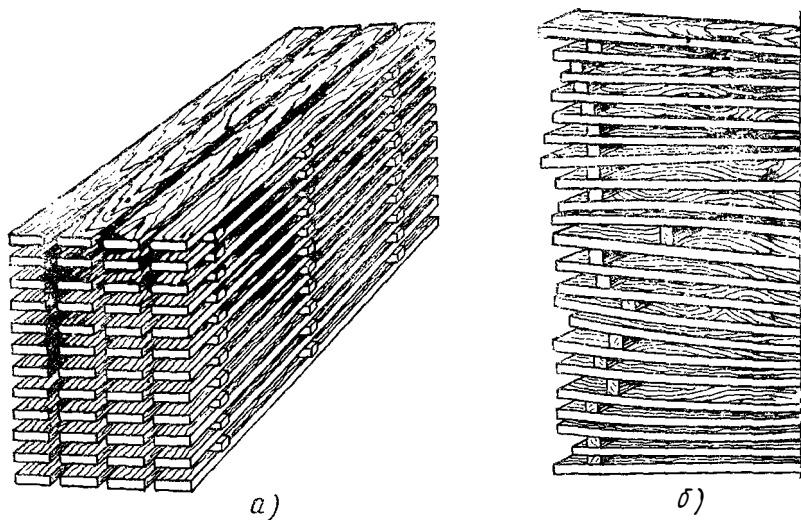


Рис. 105. Правильно (а) и неправильно (б) уложенный пакет

чих. Чтобы придать штабелю большую устойчивость, первые три вертикальных ряда пакетов укладывают на общие межпакетные прокладки.

Атмосферную сушку пиломатериалов в пакетных штабелях широко применяют на предприятиях Северо-Западного, Красноярского, Ленинградского и других районов. Пакетный способ сушки и хранения пиломатериалов является прогрессивным, так как позволяет сократить сроки сушки, улучшить сохранность продукции, повысить использование площадей складов, комплексно механизировать укладку, разборку штабелей и транспортные работы, улучшить условия труда рабочих, сократить затраты и повысить производительность труда.

При пакетном способе сушки и хранения затраты на 1 м³ пиломатериалов по сравнению с атмосферной сушкой в рядовых штабелях в среднем ниже на 29%, экономия только в результате механизации труда составляет 15—20 коп. на 1 м³ пиломатериалов. При штучном способе укладки в рядовые штабеля пиломатериалы 1-й размерно-качественной группы укладывают в штабель на сухие прокладки (рейки) размером 25×40 мм. Крайние прокладки располагают заподлицо с торцами досок и брусков (рис. 106). Пи-

ломатериалы 2-й группы укладывают на прокладки из тех же досок, при этом торцы досок должны быть убраны в штабель глубоким потаем, т. е. лежать на второй от края штабеля доске-прокладке (рис. 107, а).

Если пиломатериалы 1-й и 2-й размерно-качественных групп предназначаются для использования в данный сезон, то допускается укладывать их в рядовые штабеля с выступающими концами. Крайние прокладки (рейки) в таких штабелях размещают на расстоянии 30—45 см от торцов, когда пиломатериалы имеют толщину до 38 мм, и на расстоянии 45—60 см, когда толщина пиломатериалов 40 мм и более (рис. 107, б). Если же пиломатериалы должны быть оставлены на следующий сезон, то их необходимо заставить щитами или переложить в штабеля с глубоким потаем.

Пиломатериалы 3-й размерно-качественной группы укладывают на прокладках из тех же досок и брусков. При этом крайние прокладки располагают заподлицо с торцами досок и брусков (рис. 108).

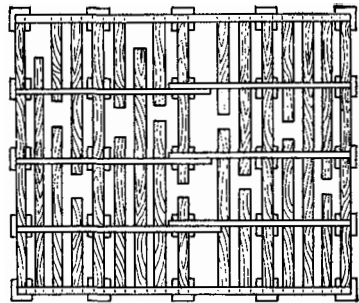
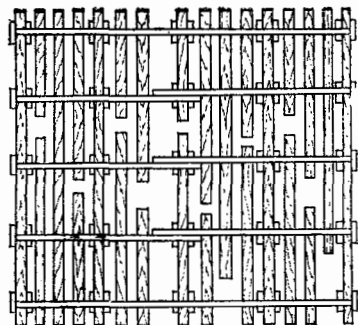
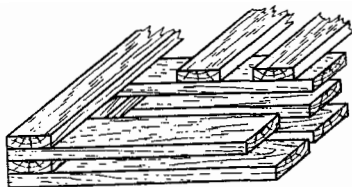
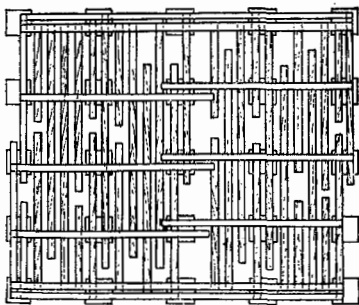


Рис. 106. Штабель пиломатериалов с расположением крайних прокладок (реек) заподлицо с торцами досок и брусков



б)

Рис. 107. Укладка пиломатериалов в рядовой штабель глубоким потаем (а) и в рядовой штабель с выступающими концами (б)



а)

В рядовых штабелях ширина шпаций между смежными досками в каждом ряду устанавливается в зависимости от климатических условий согласно табл. 43.

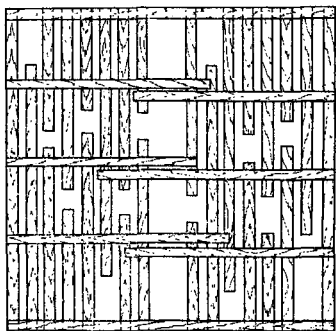
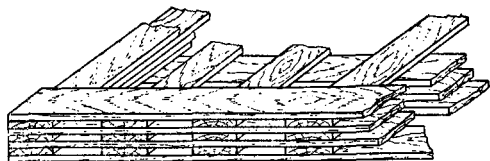


Рис. 108. Укладка пиломатериалов в рядовой штабель на прокладках из тех же досок и брусков (заподлицо с торцами досок или брусков)

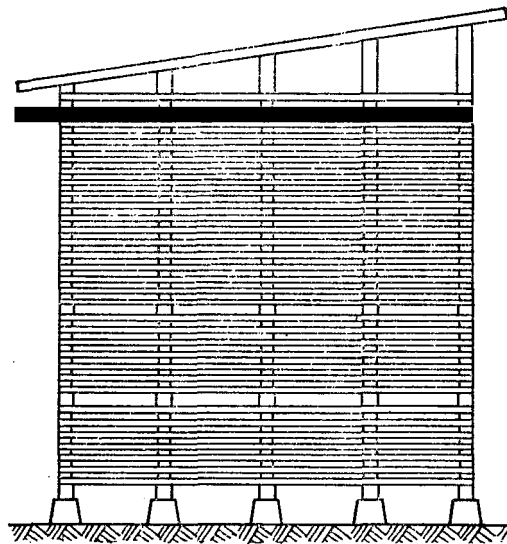


Рис. 109. Расположение горизонтальных каналов по высоте штабеля

Зависимость ширины шпаций от климатических условий

Ширина пиломатериалов, мм	Ширина шпаций, мм, для климатической зоны	
	1-й и 2-й	3-й и 4-й
До 150 От 160 до 280	100—125 150—175	75—100 125—150

Допускается укладка пиломатериалов в горизонтальных рядах с неравномерной шириной шпаций, увеличивающейся от края к середине штабеля, а также укладка штабелей с межпакетными вертикальными разрывами, увеличивающимися от края к середине штабеля.

Для лучшей вентиляции посередине штабеля устраивают вертикальный канал (центральную трубу) шириной не менее 40 см в зимний период укладки пиломатериалов и не менее 60 см в летний период. Кроме того, в штабелях делают горизонтальные каналы на высоте 1 и 2 м от нижнего ряда пиломатериалов (рис. 109).

Пиломатериалы, подлежащие атмосферной сушке, в теплое время года должны быть переложены в штабель в течение первых же суток после их выпилки, так как в плотных пакетах они будут поражены плесенью и синевой.

Покрывание штабелей крышками. Штабеля покрывают крышками, конструкции которых определяются типами штабелей. Над рядо-

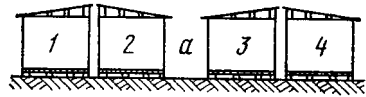


Рис. 110. Схема направления скатов крыши: а — продольные проезды на складе; 1—4 — штабеля пиломатериалов

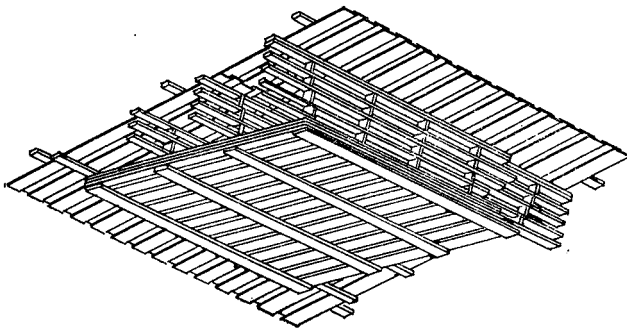


Рис. 111. Выступление крыши за стенки штабеля

выми штабелями сооружают временные разборные крыши — настилы из специальных досок с соблюдением уклона 12 см на 1 м длины крыши с направлением ската в проезды, а не в узкие промежутки между штабелями. На рис. 110 приведена схема направления скатов крыш. Крыша должна выступать за стенки штабеля: в промежутки между штабелями на 0,5 м и в проезды на 0,75 м (рис. 111).

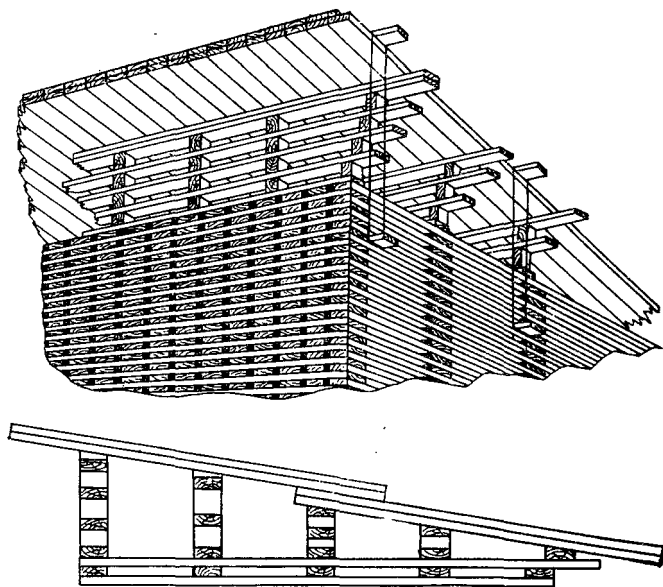


Рис. 112. Устройство крыши над рядовым штабелем

Для устройства крыш используют доски низшего сорта без признаков синевы, гнили, сквозных трещин и выпадающих сучков. Толщина их должна быть 22—25 мм, ширина — не менее 150 мм.

Необходимый наклон крыши создают путем применения подголовников разной высоты, на устройство которых идет тот же пиломатериал, который уложен в штабель. Подголовники должны быть расположены над клетками фундамента.

Настилают кровельные доски в два ряда по толщине и в два ряда по длине настила. Стыки кромок досок первого ряда перекрываются досками второго ряда с напуском концов досок верхнего ряда на концы досок нижнего ряда. Крепят штабельный настил путем укладки поверх него прижимающих досок, концы которых скрепляют проволокой со штабелем (рис. 112).

В пакетных штабелях каждый вертикальный ряд пакетов (или несколько рядов) покрывают односкатной или двускатной готовой инвентарной крышей, которую устанавливают и снимают механизированным способом (автопогрузчиком или краном). Уклон съемных крыш должен быть не менее 6 см на 1 м длины крыши.

Крыша должна иметь свесы в сторону ската не менее 50 см, а в сторону промежутков между смежными вертикальными рядами (ярусами) пакетов не менее 10 см.

Для пакетных штабелей также устраивают специальные стационарные навесы.

Продолжительность выдержки пиломатериалов. Продолжительность выдержки пиломатериалов при атмосферной сушке зависит от климатической зоны, толщины пиломатериалов, времени их укладки и других факторов.

В табл. 44 приведена примерная продолжительность выдержки свежеспиленных сосновых пиломатериалов при атмосферной сушке в пакетных штабелях высотой до 6 м до транспортной влажности:

Таблица 44

Примерная продолжительность выдержки сосновых пиломатериалов при атмосферной сушке в пакетных штабелях до транспортной влажности (не более 22%)

Время укладки для сушки	Номер климатической зоны (ГОСТ 3808—62)	Сроки выдержки в сутках при толщине пиломатериалов, мм			
		до 12	15—25	35—50	55—75
Март	4	10—15	12—28	25—32	35—45
Апрель, май	1	30—34	34—38	43—51	55—64
»	2	22—26	30—34	38—47	51—60
»	3	17—22	26—30	34—36	43—51
»	4	9—13	13—15	17—22	22—30
Июнь, июль	1	9—13	13—17	22—43	43—55
»	2	9—10	10—13	17—34	34—51
»	3	7—9	9—10	15—22	26—34
»	4	6—7	8—9	13—15	17—25
Август, сентябрь	1	18—28	30—34	43—51	55—60
»	2	17—25	26—34	36—43	47—55
»	3	15—22	22—30	30—38	43—47
»	4	9—13	10—17	20—26	30—34
Октябрь	4	10—15	12—28	25—32	31—45

при ширине пакетов 1—1,1 м, выложенных в соответствии с требованиями ГОСТ 3808—62. Для рядовых и пакетных штабелей высотой 7—9 м сроки выдержки увеличиваются на 10%. Для еловых и пихтовых пиломатериалов эти сроки сокращаются примерно на 10%.

В процессе сушки пиломатериалов на открытых складах определяют текущую и конечную влажность весовым способом с помощью контрольных образцов, закладываемых в штабель, либо электровлагомерами. Об этих способах определения влажности древесины было рассказано в гл. III.

§ 46. АТМОСФЕРНАЯ СУШКА ПИЛОМАТЕРИАЛОВ И ЗАГОТОВОК ТВЕРДЫХ ЛИСТВЕННЫХ ПОРОД

Пиломатериалы и заготовки из дуба, ясеня, ильма, вяза, бука, граба и березы, подлежащие атмосферной сушке и хранению, условно подразделены на три размерно-качественные группы (табл. 45).

Таблица 45

**Размерно-качественные группы пиломатериалов и заготовок твердых
лиственных пород**

Размерно-качественные группы	Пиломатериалы пород				Заготовки пород					
	дуба, ясеня, ильма и вяза		бука, граба и березы		дуба, ясеня, ильма и вяза			бука, граба и березы		
	Толщина, мм									
	до 32	от 40 до 75	до 32	от 40 до 75	до 19	от 22 до 32	от 40 до 75	до 19	от 22 до 32	от 40 до 75
	С ортов				Г рупп					
1	1-го и 2-го	1-го и 2-го	—	1-го и 2-го	—	—	I и II	—	—	—
2	—	3-го	1-го и 2-го	—	—	I и II	—	—	I и II	I и II
3	3-го	—	3-го	3-го	I и II	—	—	I и II	—	—

Штабеля пиломатериалов 3-й размерно-качественной группы размещают по отношению к господствующим ветрам с наветренной стороны, а 1-й и 2-й размерно-качественных групп — в середине и с подветренной стороны. При этом штабеля пиломатериалов крайнего ряда 1-й и 2-й групп защищают приставными щитами.

Поступающие на склад пиломатериалы и заготовки в теплое время года должны быть уложены в штабеля в течение суток, а в остальное время года — трех суток. У необрезных пиломатериалов толщиной свыше 50 мм кромки очищают от коры.

Пиломатериалы (доски) твердых лиственных пород укладывают в рядовые штабеля длиной 8—11 м, шириной 1,5—2 м и высотой 2,5—3 м на прокладках, с вертикальной трубой (каналом) шириной 120—150 мм в середине штабеля при укладке необрезных пиломатериалов (рис. 113). Заготовки в зависимости от назначения укладывают в штабеля длиной до 2 и 5,5 м. При укладке заготовок толщиной менее 32 мм и шириной до 100 мм в качестве прокладок используют сами заготовки. Допускается укладывать эти заготовки клеткой.

Пакетные штабеля формируют из одинаковых по размерам пакетов. Размеры пакетов и пакетных штабелей зависят от применяемых подъемно-транспортных механизмов. Автопогрузчиком укладывают штабеля длиной 9—12 м, шириной 16—18 м и высотой 4—

5 м, козловым краном — длиной 9—12 м, шириной 13,5—29 м и высотой 5—6 м.

Пиломатериалы и заготовки твердых лиственных пород укладывают в штабель или пакет внутренней (правой) пластью вверх отдельно по породам, толщинам, размерно-качественным группам и степени обработки (ГОСТ 7319—64).

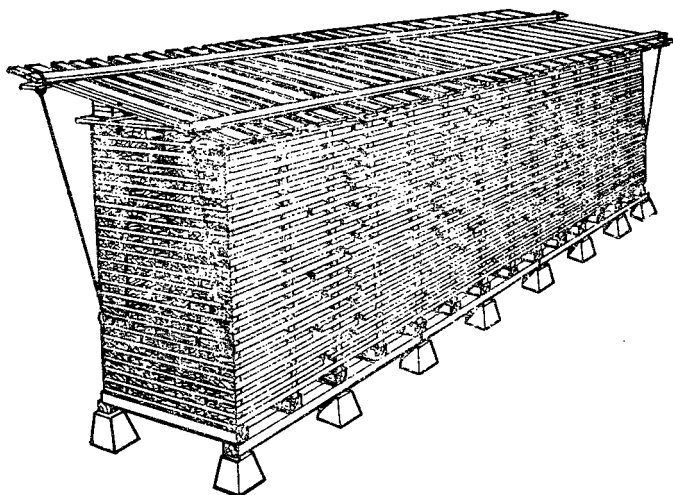


Рис. 113. Укладка необрезных пиломатериалов твердых лиственных пород в рядовую штабель

Торцы пиломатериалов и заготовок 1-й и 2-й размерно-качественных групп покрывают влагозащитной замазкой из древесной или каменноугольной смолы, битума, пека, битумной эмульсии, парафина. У заготовок зимней выработки торцы следует покрывать влагозащитной замазкой до наступления теплой погоды, а у заготовок весенней и летней выработки — в день их выработки.

Торцы заготовок окунают в замазку на глубину 3—5 см. В зимнее время торцы заготовок перед обмазкой тщательно очищают от снега и льда. Нанесенная замазка образует плотно прилегающую к древесине влагонепроницаемую пленку толщиной 0,5—1,0 мм.

Замазка должна быть жидкой, поэтому перед употреблением ее следует нагревать на слабом огне. Не допускается применять в качестве замазки полусырую или чрезмерно переваренную смолу, дающую при обработке торцов хрупкую неустойчивую пленку.

Расход замазки на заготовки зависит от сечения обрабатываемого сортамента и густоты замазки. Норма расхода замазки на одну заготовку шириной до 80 мм составляет 50—60 г, при большей ширине заготовки — 70—80 г.

В теплое время года заготовки можно хранить в штабелях на открытом воздухе не более месяца, если штабеля будут покрыты

крышей. Заготовки толщиной 40 мм и более должны быть, кроме того, защищены с боков приставными щитами.

Заготовки толщиной 60 мм и более, высушенные до влажности 35%, перекладывает в более плотные штабеля с меньшими промежутками между кромками заготовок. При этом верхние заготовки помещают в нижнюю часть штабеля, боковые — в его середину.

Пиломатериалы и заготовки, высушенные до влажности 25% и ниже, при необходимости длительного хранения должны быть переложены в плотные штабеля без прокладок стопами высотой до 1 м.

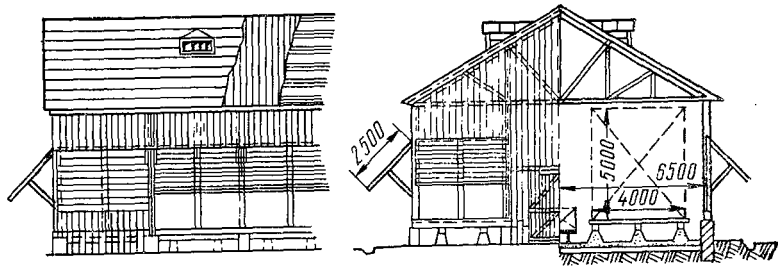


Рис. 114. Сарай с регулируемой вентиляцией для сушки заготовок твердых пород

Пиломатериалы и заготовки 1-й и 2-й размерно-качественных групп рекомендуется хранить в стационарных крытых навесах, а пиломатериалы 3-й группы — под навесами, открытыми со всех четырех сторон.

Ценные и специального назначения заготовки твердых пород рекомендуется сушить в специальных закрытых сараях с регулируемой вентиляцией (рис. 114). Такие сараи устраивают с подъемными или поворотными боковыми стенками, позволяющими подавать воздух в нижнюю зону штабелей. Отводится воздух через верхнюю зону сарая. Степень вентиляции регулируют по психрометрам, помещенным внутри сарая. Торцы ценных пиломатериалов обязательно должны быть покрыты влагозащитной замазкой.

Буковые пиломатериалы перед атмосферной сушкой рекомендуется подвергать стерилизационной пропарке в особых пропарочных или обычных камерах. Помимо уничтожения грибковой инфекции, пропарка придает древесине более равномерную и привлекательную окраску от розового до темно-коричневого цвета в зависимости от продолжительности пропарки.

Продолжительность атмосферной сушки пиломатериалов твердых лиственных пород значительно больше, чем пиломатериалов хвойных пород. Так, для дубовых досок толщиной 25 мм, высушиваемых до влажности 25%, потребуется выдержка в шесть раз большая, чем для соснового пиломатериала с соответствующей характеристикой.

§ 47. САНИТАРНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ОТКРЫТОГО СКЛАДА И ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕОБХОДИМОЙ ПЛОЩАДИ ПОД СКЛАД

Территорию открытого склада нужно постоянно содержать в чистоте. Ее следует периодически очищать от травы и кустарников. Площадь под штабелями и вокруг них нужно посыпать хлорной известью, соприкасающиеся с землей части деревянных подштабельных фундаментов, а также брусья фундаментов обмазывать горячим креозотом или другим антисептиком.

Склад следует очищать от древесных отходов и мусора, а бракованные пиломатериалы и отходы убирать немедленно после разборки штабелей. Пораженные гнилью пиломатериалы, чтобы не допустить распространения инфекции, нужно выносить на особо отведенный участок, расположенный с подветренной стороны склада.

Запрещается хранить крышевые доски и пиломатериалы в промжутках между штабелями, а также закладывать пространства под штабелями.

Периодически следует проверять прочность и плотность штабельных крыш, особенно после сильного ветра, состояние подштабельных фундаментов и немедленно заменять загнившие части. Зимой крыши нужно очищать от снега. В конце зимы снег от штабелей обязательно нужно убирать.

Склады пиломатериалов должны быть обеспечены пожарным инвентарем по нормам, установленным правилами пожарной безопасности.

Необходимая площадь A (м^2) под склад для атмосферной сушки пиломатериалов в штабелях может быть определена по формуле

$$A = \frac{E_{\text{скл}}}{B \cdot K_{\text{скл}} \cdot K_{\text{шт}}},$$

где $E_{\text{скл}}$ — необходимая емкость склада, м^3 , плотной массы древесины; B — средняя высота штабелей, м, обычно от 6 до 7,5 м; $K_{\text{скл}}$ — коэффициент заполнения площади склада штабелями, обычно принимаемый в пределах от 0,3 до 0,33; $K_{\text{шт}}$ — коэффициент заполнения объема штабеля пиломатериалом, принимаемый в пределах от 0,2 до 0,3.

Производительность склада $\Pi_{\text{скл}}$, $\text{м}^3/\text{год}$, рассчитывают по формуле

$$\Pi_{\text{скл}} = E_{\text{скл}} \cdot \frac{365}{Z},$$

где $E_{\text{скл}}$ — емкость склада, м^3 , плотной массы пиломатериалов; Z — продолжительность атмосферной сушки пиломатериалов, сутки.

§ 48. ИНТЕНСИФИКАЦИЯ АТМОСФЕРНОЙ СУШКИ

Скорость атмосферной сушки пиломатериалов на открытых складах повышают путем уменьшения сопротивления движению воздуха по штабелям как в вертикальном, так и в горизонтальном

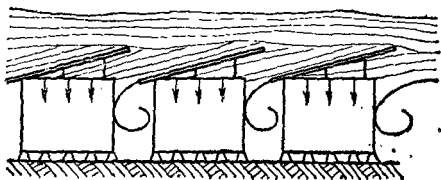


Рис. 115. Схема установки высоких подголовников у крыш над штабелями, обращенными к ветру

иов, допускающих интенсивную сушку, можно применять крыши с высокими подголовниками, обращенными к ветру (рис. 115). Высота подголовников определяется наклоном крыши, близким к 30° . Если господствующие или холодные ветры несут с собой осадки, устраивать такие крыши не рекомендуется. Не следует применять эти крыши зимой, а также в районах, где с господствующими ветрами совпадают штормы. Крепление таких крыш делают более надежным, соответствующим особенностям и силе ветров. Свесы крыши выполняют с учетом того, чтобы дождевая вода не попала на стоящие рядом штабеля.

С целью аккумуляции солнечного тепла на открытых складах площади, не занятые штабелями, можно бетонировать, а сверху покрывать битумом. Черные поверхности создадут условия для аккумуляции большого количества тепла. Нагретая за день масса бетона будет ночью отдавать тепло окружающему воздуху и тем самым создавать ускоряющий сушку микроклимат. Однако использование теплоемких масс для дорожных оснований должно быть увязано в первую очередь с тем, какой применяется транспорт.

направлениях. Для этого необходимо, чтобы под штабелями был плотный грунт без травы, шпации по вертикали — ровными, разрывы между штабелями — свободными, особенно у их оснований, опоры крыши и фундаментов — легко продуваемыми.

При укладке в штабеля

летом сырых пиломатериалов

летом сырых пиломатериалов

летом сырых пиломатериалов

летом сырых пиломатериалов

летом сырых пиломатериалов

летом сырых пиломатериалов

летом сырых пиломатериалов

летом сырых пиломатериалов

летом сырых пиломатериалов

летом сырых пиломатериалов

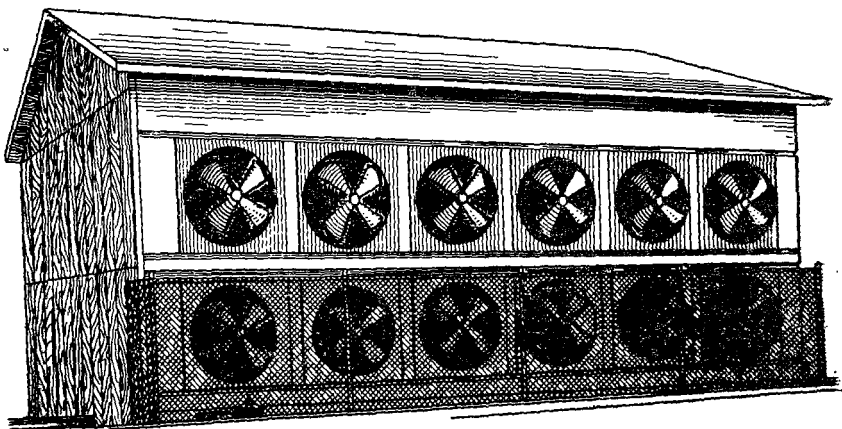


Рис. 116. Общий вид крытого сарая с продуванием штабелей атмосферным воздухом

За последнее время для ускорения атмосферной сушки применяют интенсивное продувание материала в штабелях воздухом (без подогрева) с помощью вентиляторных установок. Для этого используют специальные легкие по устройству крытые помещения, оснащенные группой осевых вентиляторов. По режиму работы разработаны и применяются разные по емкости и конструкции устройства периодического и непрерывного действия. Сушка пиломатериалов осуществляется при условии влажности атмосферного воздуха не более 90—95%; с учетом этого включение и выключение электродвигателей у вентиляторов автоматизировано.

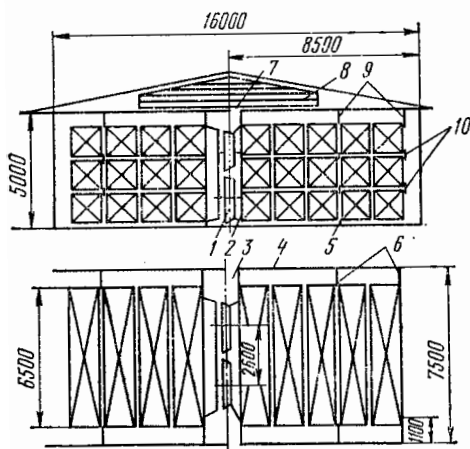


Рис. 117. Схема вентиляторной установки периодического действия ЦНИИМОД:
1 — вентилятор, 2 — упорная стенка с растробом, 3 — разрыв в боковой стенке, 4 — боковая стенка, 5 — пакет пиломатериала, 6 — боковые экраны, 7 — разрыв в потолке, 8 — жалюзийная решетка, 9 — потолочные экраны, 10 — щитки-доски

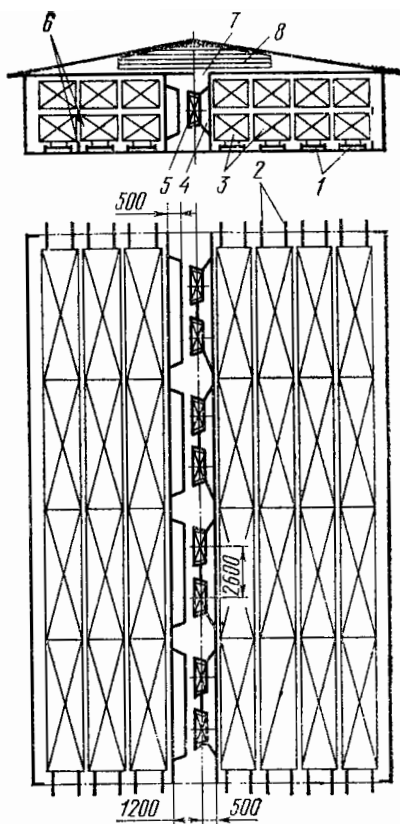


Рис. 118. Схема вентиляторной установки непрерывного действия с продольной загрузкой штабелей (ЦНИИМОД):

1 — подштабельные тележки, 2 — рельсовый путь, 3 — штабеля пиломатериалов, 4 — растроб у вентилятора, 5 — осевой вентилятор У-12 № 16, 6 — экраны, 7 — потолочный канал, 8 — жалюзийная решетка

На рис. 116 представлен общий вид устройства периодического действия. Две торцовые стороны его обшиты досками, с одной боковой стороны установлены в два ряда по высоте осевые вентиляторы, а противоположная боковая сторона имеет широкие ворота. Пакеты пиломатериалов укладывают в штабеля обычно автопогрузчиками.

Для обеспечения равномерного горизонтального поперечного продувания штабелей и предотвращения прохождения воздуха мимо них в свободных пространствах установлены экраны.

Установка периодического действия ЦНИИМОД для пакетов длиной 6,5 м приведена на рис. 117. Посередине установки смонтированы на раме четыре вентилятора У-12 № 16. На стороне всасывания воздуха вентиляторами укладывают пять пакетов, а на стороне нагнетания — четыре. По высоте укладывают три пакета.

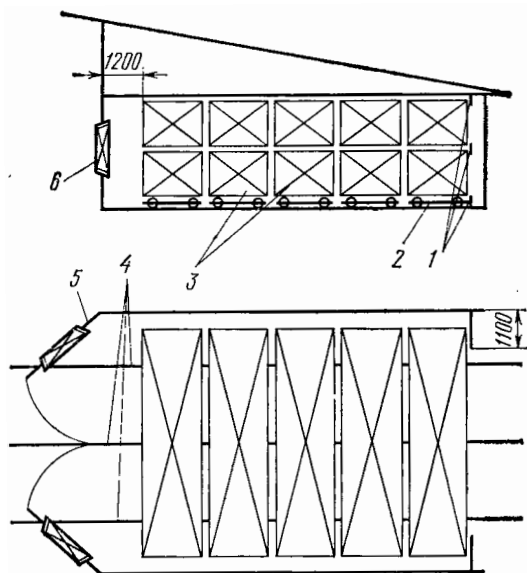


Рис. 119. Схема вентиляторной установки непрерывного действия с поперечной загрузкой штабелей (ЦНИИМОД):

1 — экраны, 2 — подштабельная тележка, 3 — штабеля пиломатериалов, 4 — рельсовый путь, 5 — дверь, 6 — осевой вентилятор У-12 № 16

К нагнетаемому воздуху добавляют свежий атмосферный воздух через боковые разрывы в ограждающих стенках, чердак и разрыв в потолке установки. Для предотвращения циркуляции воздуха мимо пакетов установлены экраны.

Пиломатериалы укладывают в пакеты на прокладках толщиной 25 мм без шпаций. Ширина пакетов 1350 мм, высота — 1300 мм. Между вертикальными рядами пакетов оставляют промежутки шириной 50 мм. Горизонтальные межпакетные промежутки перекрывают щитками-досками, при этом для прохода воздуха между пакетами оставляют

щели размером по ширине не более 25 мм. Укладывают и выгружают пакеты автопогрузчиками.

В устройствах ЦНИИМОД непрерывного действия с продольной или поперечной транспортировкой на тележках штабелей установленными в туннели осевыми вентиляторами осуществляется горизонтальная поперечная или продольная циркуляция воздуха по материалу. Устройства непрерывного действия требуют больших площадей и применения транспортных средств.

На рис. 118 показана схема вентиляторной установки непрерывного действия с продольной загрузкой штабелей. На стороне всасывания воздуха вентиляторами по ширине туннеля размещается четыре ряда штабелей, а на стороне нагнетания — три ряда штабелей.

Производительность парных вентиляторов по зонам уменьшает-

ся от загрузочного конца туннеля к разгрузочному, т. е. скорость воздуха в штабелях по мере их высыхания снижается.

На рис. 119 представлена схема вентиляторной установки непрерывного действия с поперечной загрузкой штабелей. Вентиляторы монтируют в дверях установки, при работе они нагнетают воздух в туннель. Штабеля перемещаются автопогрузчиком.

Сушку пиломатериалов в этих установках целесообразно комбинировать с камерной. В этом случае установки следует строить вблизи лесосушильного цеха и штабеля пиломатериалов из них перекатывать на тех же тележках в лесосушильные камеры.

Глава XII

СУШКА ШПОНА И ИЗМЕЛЬЧЕННОЙ ДРЕВЕСИНЫ

§ 49. СУШКА ШПОНА

Лущеным шпоном называется листовой древесный материал, получаемый путем лущения чураков на лущильных станках. Листовой материал, получаемый путем строгания древесины на фанерострогальных станках, называется строганым шпоном. Лущеный шпон изготовляют из древесины как лиственных, так и хвойных пород. Его применяют в основном для изготовления фанеры, а, кроме того, длягнутоклееных изделий и древесных пластиков. Строганный шпон изготовляют главным образом из ценных пород древесины и употребляют для облицовки мебели и других изделий (например, панельных щитов).

Лущеный и строганный шпон подлежит обязательному высушиванию до конечной влажности 6—12%, в зависимости от назначения материала. Нормативы конечной влажности лущеного шпона приведены в табл. 46.

Конечная влажность строганого шпона, идущего для облицовки мебели, должна быть не выше 10% в соответствии с влажностью самих мебельных изделий.

Начальная влажность шпона перед сушкой зависит главным образом от вида сырья и способа его доставки. Например, влажность березовых чураков сухопутной доставки равна 60—80%, а сплавной 80—100%. Сосновые чураки в заболонной части имеют влажность 100—120%, а в ядровой — 30—40%.

Особенности сушки шпона предопределяются его формой тонкого листа. Шпон сушат при температурах гораздо более высоких, чем пиломатериалы, и при низкой относительной влажности сушильного агента. Продолжительность сушки измеряется минутами. Вместе с тем при сушке шпона необходимо принимать меры к сохранению его гладкой поверхности. Шпон, получивший «гофр», т. е. волнистость, по краям или в середине листа идет в брак.

Практикуемая иногда на мелких предприятиях сушка строганого шпона в камерах для пиломатериалов недопустима.

Для сырого шпона необходимо применять кондуктивные или конвективно-кондуктивные сушилки. К первым относятся дыхательные прессы, ко вторым — роликовые сушилки.

Использование конвективных сушилок без выглаживания листов допускается только при сушке намазанного и пропитанного смолой шпона, который в свое время был высушен в кондуктивной или комбинированной сушилке.

Т а б л и ц а 46

Нормативы конечной влажности сухого лущеного шпона

Назначение шпона	Вид клея	Порода древесины	Влажность сухого шпона, %
Для клейки высокоупорной фанеры на смоляных клеях	Смола, бакелитовая пленка	Береза	При толщине шпона до 0,8 мм — 6—10%, при большей толщине — не выше 8
Для клейки рядовой водоупорной трехслойной фанеры	То же	Береза, ольха, сосна	Не выше 12
То же, для многослойной	»	То же	Не выше 10
Для клейки рядовой фанеры	Белковые клеи	Береза, ольха	Не выше 12
То же	То же	Сосна	Не выше 8
Намазанный смолой шпон для средних слоев фанеры	Смола	Береза, ольха, сосна	8—12
Пропитанный смолой шпон для ДСП (древеснослоистых пластиков)	»	Береза	Не выше 6

§ 50. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ СУШКИ ШПОНА

Дыхательный пресс (рис. 120) состоит из опорной рамы 11, на которой укреплены колонны 6, связанные между собой швеллерными балками 14. К последним крепятся опорные стойки 3 для четырех качающихся коромысел 4. К ним подвешены тяги для поднятия и опускания плит, состоящие из трех частей: головки 2 с призмой, стержней 1 и плитодержателей 5. Стержни и плитодержатели соединены шарнирно. Плиты могут, поднимаясь и опускаясь, приближаться одна к другой, сжимая заложенные в промежутки между ними листы шпона. Степень сближения плит и сжатия регулируется. Плитодержателей всего восемь. К четырем из них крепятся четные, к четырем остальным — нечетные плиты.

К плечу коромысла 4 шарнирно прикреплены главные тяги 10, шарнирно соединенные с серьгами 8, которые неподвижно укреплены на главном валу 7. Со стороны привода на главный вал насажен рычаг 19 с роликом 17.

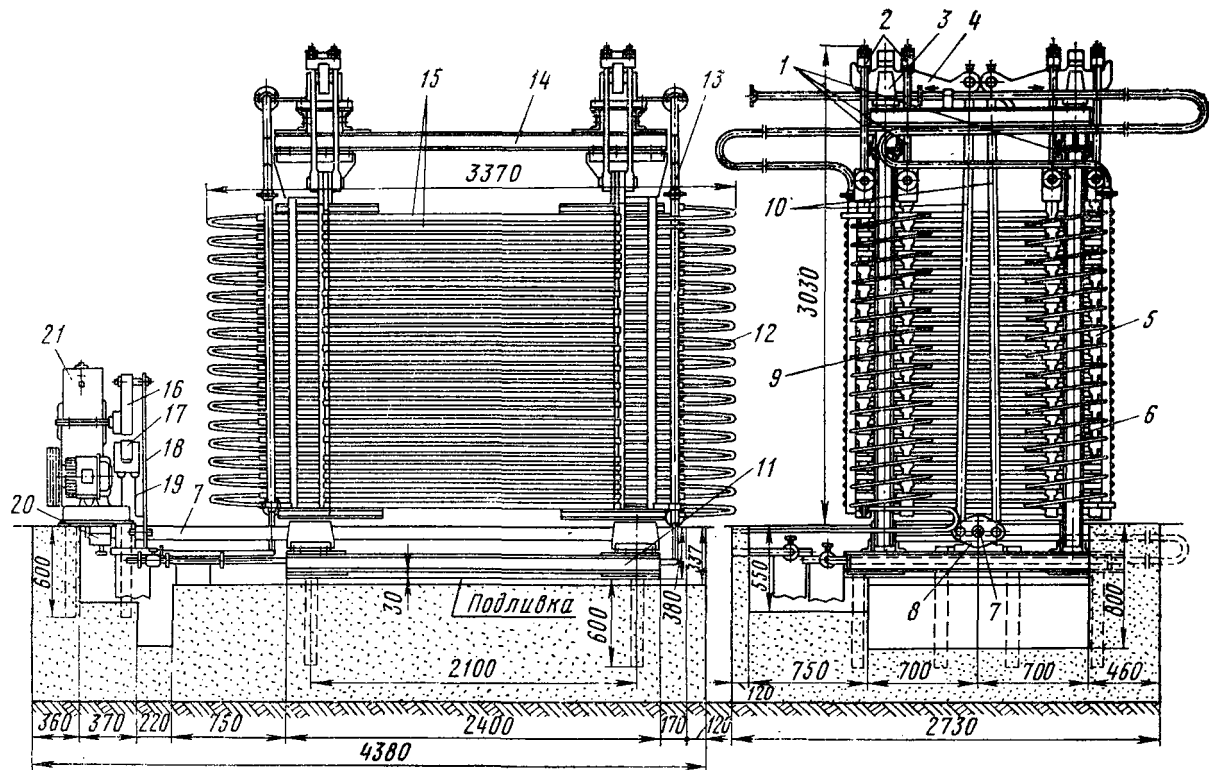


Рис. 120. Дыхательный пресс:

1 — стержень, 2 — головки с призмой, 3 — опорные стойки, 4 — коромысла, 5 — плитодержатели, 6 — колонны, 7 — вал, 8 — серьги, 9 — шарнирные соединения, 10 — главные тяги, 11 — опорная рама, 12 — трубки, 13 — парораспределительные колонки, 14 — швеллерные балки, 15 — плиты, 16 — эксцентрик, 17 — ролик рычага, 18 — кулиса, 19 — рычаг, 20 — подшипник, 21 — редуктор

Механизм привода состоит из электродвигателя и эксцентрика 16, соединенных редуктором 21. Эксцентрик с помощью кулисы 18 связан с боковыми выступами рычага 19. Конец главного вала опирается на подшипник 20. Механизм привода может вращаться в обе стороны.

Пар для нагрева плит пресса подается по трубкам 12 из парораспределительных колонок 13. Одна колонка снабжает нечетные, другая — четные плиты. Внутри плит высверлены каналы, расположенные змеевиком, по которым проходит пар, а конденсат отводится по трубкам к конденсатоотводчику.

Пресс работает следующим образом. При правом вращении двигателя эксцентрик 16, вращаясь против часовой стрелки, отклоняет вправо рычаг 19 с роликом 17. При этом ролик катится по поверхности эксцентрика. Отклонение рычага передается через вал 7 и серьги 8 главным тягам 10. Левая тяга будет подниматься, а правая опускаться. Это движение с помощью коромысла 4 и стержня 1 передается плитодержателям 5. Нечетные плиты опустятся, а четные поднимутся. Плиты четных промежутков сомкнутся, а нечетных разомкнутся. Такие попеременные сближения и расхождения плит называются «дыханиями» пресса. Заложенный между плитами шпон то будет сжиматься и нагреваться, то освобождаться от сжатия — «дышать», отдавая пары влаги. Пресс делает 6—12 смыканий и размыканий в минуту.

По мере высыхания шпона его вынимают, а на его место закладывают новые листы. Продолжительность сушки шпона в зависимости от его толщины и температуры плит пресса составляет от 1 до 10 мин. Это соответствует средней производительности пресса около 1 м³ шпона в час.

Дыхательные прессы экономичны по расходу пара и энергии, но качество сушки в них ниже, чем в описанных далее роликовых сушилках. К основным дефектам относятся неравномерная конечная влажность шпона и его коробление. В табл. 47 приведены основные технические показатели дыхательных прессов.

Таблица 47

Технические характеристики дыхательных прессов

Показатели	Прессы	
	СУД-4	СУД-5
Размеры плит, мм:		
длина	1650	1650
ширина	1830	1830
толщина	42	42
Число плит	30	32
Расстояние между плитами, мм	20	18
Число «дыханий» в минуту	5—8	6—9—12
Мощность электродвигателя, кВт	4,5	2,9
Частота вращения, об/мин	945	945
Масса машины, т	31,5	33,5

Роликовые сушилки относятся к установкам непрерывного действия. Они имеют довольно значительную длину — от 16 до 30 м. Сырой шпон загружают в них с одного конца, а сухой выгружают с противоположного конца. Эти сушилки обеспечивают более качественную работу по сравнению с дыхательными прессами.

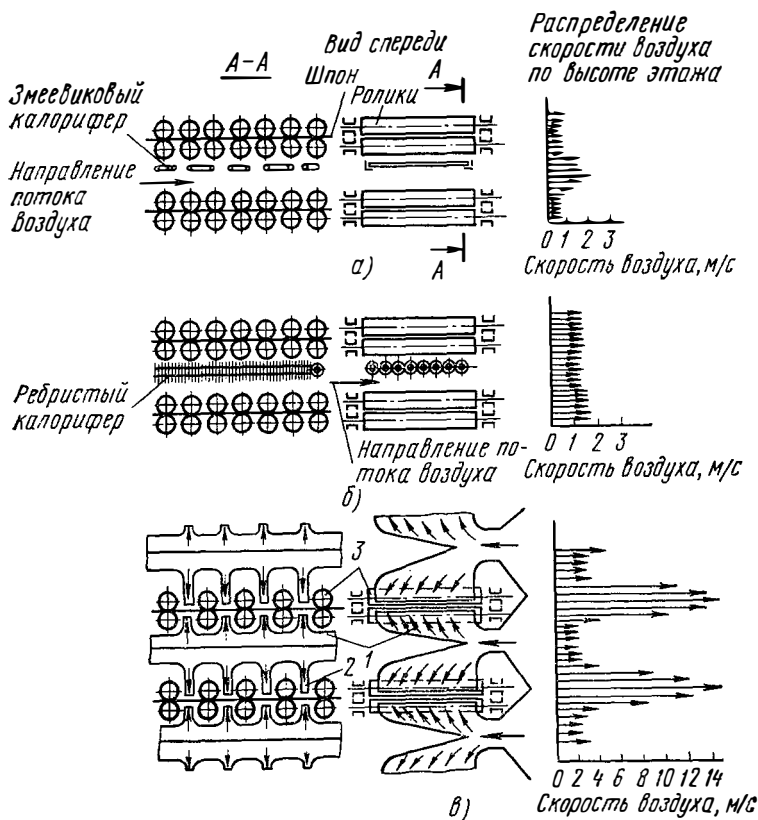


Рис. 121. Схемы циркуляции воздуха в роликовых сушилках: а — продольная циркуляция, б — поперечная циркуляция, в — сопловое дутье; 1 — воздушный короб, 2 — сопла, 3 — ролики

По способу обогрева роликовые сушилки разделяются на *паровые* и *газовые*. Газовые сушилки очень экономичны и относятся к перспективным установкам.

По способу осуществления циркуляции сушильного агента роликовые сушилки разделяются на три группы: с *продольной циркуляцией*, с *поперечной циркуляцией* и с *сопловым дутьем*.

Схемы движения сушильного агента в роликовых сушилках представлены на рис. 121. В сушилках с продольной циркуляцией (рис. 121, а) воздушный поток направлен параллельно движению шпона, т. е. перпендикулярно оси роликов. Распределение скорости

по высоте этажа довольно неравномерное. Ролики препятствуют хорошему обдуванию шпона.

В сушилке с поперечной циркуляцией (рис. 121, б) поток сушильного агента направлен вдоль роликов, перпендикулярно движению шпона. Здесь скорость воздуха выше и шпон обдувается интенсивнее. Эти сушилки, а к ним относится большинство современных сушилок, сушат на 15—30% быстрее, чем сушилки первой группы.

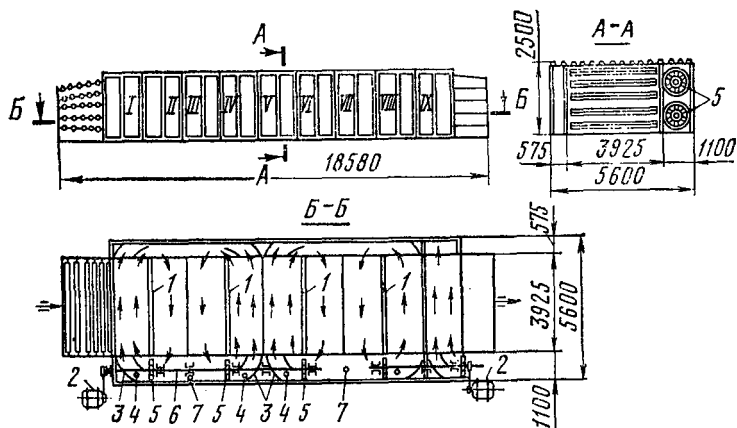


Рис. 122. Схема паровой сушилки СУР-4 с поперечной циркуляцией:

1 — перегородки, 2 — электродвигатели, 3 — экраны, 4 — вытяжные трубы, 5 — осевые вентиляторы, 6 — вентиляторные валы, 7 — приточные трубы; I—VIII — секции сушилки, IX — секция охлаждения

В сушилке с сопловым дутьем (рис. 121, в) воздух подается на шпон с двух сторон из коробов 1 через узкие сопла 2, расположенные между роликами 3.

Здесь скорость воздуха на поверхности шпона достигает 15 м/с. Интенсивность сушки в таких сушилках оказывается раза в два выше, чем в сушилках второй группы.

Сушилки нового типа, применяемые за рубежом, не нашли еще применения у нас в связи с тем, что они расходуют много энергии на осуществление циркуляции, требуют большей площади в цехе и обходятся дороже в эксплуатации, чем сушилки первых двух типов.

Роликовые сушилки с паровым обогревом и поперечной циркуляцией изготовляют двух марок — СУР-4 и СУР-5. Они отличаются одна от другой только длиной.

Схема сушилки СУР-4 показана на рис. 122. Она состоит из загрузочной этажерки с приводными роликами, восьми секций сушилки I—VIII, одной секции охлаждения IX и разгрузочной этажерки из пяти плоских полок.

Вентиляторная установка оборудована десятью осевыми вентиляторами 5, размещенными в два ряда по вертикали в правом бо-

ковом коридоре сушки. Восемь вентиляторов обслуживают секции сушки и два — камеру охлаждения. Вентиляторные валы 6 приводятся в движение двумя электродвигателями 2, расположенными с торцов бокового коридора сушилки. Подшипники их имеют водяное охлаждение.

Вентиляторы высасывают воздух из секций II, III, VI и VII и нагнетают его в смежные секции I, IV, V и VIII, осуществляя таким образом поперечную циркуляцию воздуха.

Для направления потоков воздуха устроены экраны 3, а перегородки 1 служат для разделения зон с различным направлением потока.

Для прохода шпона в перегородках 1 устроены щелевые отверстия. Отработавший воздух выбрасывается через трубы 4 под действием имеющегося здесь напора.

Для притока свежего воздуха служат приточные трубы 7, расположенные на стороне разрежения. Нагревается воздух внутренними ребристыми калориферами, расположенными поперек потока. Тепло к материалу передается частично конвективно — от циркулирующего воздуха, частично контактно — от роликов, нагревающихся за счет лучистой теплоты калориферов.

При сушке шпона успешно применяют сушилки, в которых в качестве сушильного агента и теплоносителя используют топочные газы, получаемые от специальной топки. В этих сушилках циркуляция агента сушки прямоточная. Применение топочных газов позволило повысить температуру процесса сушки до 300°С и без ущерба для качества ускорить его.

Газовые роликовые сушилки СРГ-25 и СРГ-50 отличаются высокой производительностью, в 1,5—2 раза большей по сравнению с паровыми при одинаковой схеме циркуляции агента сушки.

Устройство сушилки СРГ-25 показано на рис. 123. Она состоит из двенадцати секций: десяти секций сушки 2 и двух секций охлаждения 1. Сушилка имеет восемь этажей, в которых размещены ряды 3 роликов, расположенных попарно и вращающихся навстречу один другому. Конструкция опор (подшипников) значительно улучшена по сравнению с прежними системами. Возможность выемки блока подшипников вместе с роликами облегчает условия ремонта.

Улучшена и конструкция привода роликов. Цепи приводятся в движение от лебедки 12 через коробку скоростей 13. Натяжение цепей осуществляется колонкой 4. Имеется автоблокировка, автоматически останавливающая электропривод при обрыве цепей, а также устройство 9 для автоматического пожаротушения паром.

Погрузочные и разгрузочные работы автоматизированы. Вагонетки с сырым шпоном устанавливают на подъемной платформе 5, которая обеспечивает постоянный уровень стоп шпона относительно подающих роликов загрузочного механизма 6. Рабочему остается только постепенно сдвигать листы шпона со стопы на 200—300 мм в сторону подающих роликов. Дальше листы шпона автоматически

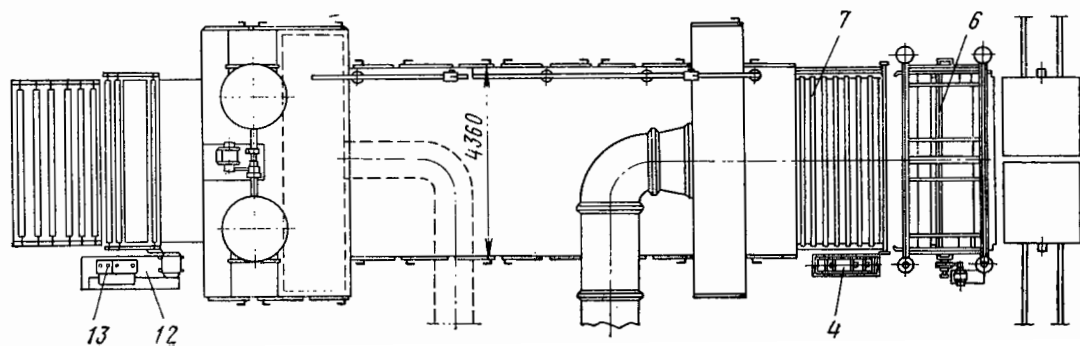
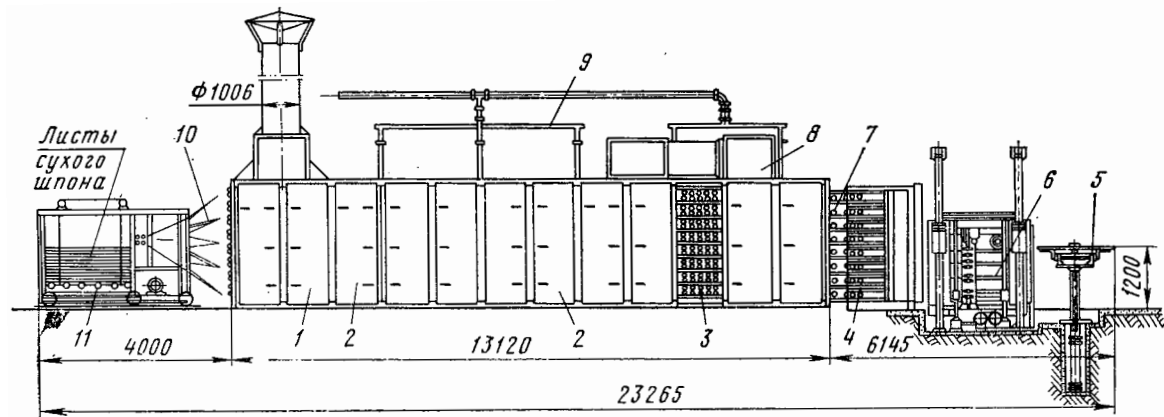


Рис. 123. Газовая роликовая сушилка СРГ-25:

1 — секции охлаждения, 2 — секция сушики, 3 — ряды роликов, 4 — натяжная колонка, 5 — подъемная платформа, 6 — загрузочный механизм, 7 — загрузочная этажерка, 8 — газоход, 9 — устройство для пожаротушения, 10 — разгрузочное устройство, 11 — роликовый стол, 12 — лебедка, 13 — коробка скоростей

Технические характеристики роликовых сушилок для шпона

Показатели	Сушилки с паровым обогревом						Сушилки с обогревом топочными газами с продольной циркуляцией		
	с продольной циркуляцией воздуха				с поперечной циркуляцией воздуха				
	СУР-3	Зимпель-камн	Вяргсиля (Финляндия)	RS-45 (Чехословакия)	СУР-4	СУР-5	СРГ-25	СРГ-50	ШНИИФМ-7
Длина сушилки, м:									
рабочая	12,96	16,2	16,2	16,2	14,58	8,1	13,12	23,92	16,2
габаритная	16,8	20	19,4	20	18,58	12,1	24,0	34,0	24,6
Габаритная ширина по воздухо-									
водам, м	5,89	5,8	6,4	6,4	5,6	5,6	6,0	6,0	5,6
Габаритная высота, м	4,79	4,25	4,79	4,0	3,5	3,5	3,8	3,8	3,5
Число секций	8	10	8	10	9	5	12	22	10
В том числе охлаждения	2	1	1	1	1	1	2	2	1
Число этажей	5	5	5	4	5	5	8	8	5
Расстояние между осями роликов,									
мм	140/200	180	200	145	162	162	180	180	162—200
Диаметр ролика, мм	102	96	102	102	102	102	102	102	102—76
Тип вентиляторов	Центробежные				Осевые		Центробежные		
Количество циркулирующего возду-									
ха или газа, м ³ /с	14	14	9	11	32	16	22	44	20
Направление потока воздуха	Противоточное		Прямоточное	Противоточное	Поперечное		Прямоточное	Прямоточное и противоточное	Прямоточное
Мощность электродвигателя, кВт	36,5	35	22	16	50	36	100	186	96
Поверхность нагрева калориферов,									
м ²	375	420	620—760	450	2700	1300	—	—	—
Расход пара, кг на 1 м ³ шпона	1200	1100	1080	1200	1100	1200	—	—	—
Расход древесного топлива, м ³ , на									
1 м ³ шпона	—	—	—	—	—	—	0,4	0,35	0,35
Часовая производительность, м ³									
шпона	0,8—1	1—1,2	1,4—1,6	1,1	2,0	1,0	3,0—3,5	6,6—7	3—3,5

распределяются по этажам загрузочной этажерки 7 и поступают в соответствующие этажи сушилки.

Высушенный материал после охлаждения в охладительной камере выходит на разгрузочное устройство 10 и подается на роликовый стол 11, который опускается по мере увеличения высоты стопы и снова поднимается при начале укладки новой стопы.

Технические характеристики роликовых сушилок различных систем приведены в табл. 48.

§ 51. СУШКА ШПОНА ПОСЛЕ НАМАЗКИ И ПРОПИТКИ СМОЛАМИ

Для сушки намазанного и пропитанного смолой шпона применяют сушилки конвективного типа: либо камерные, либо камерно-конвейерные.

В первом случае могут быть использованы конструкции обычных камер для пиломатериалов, но более удобными оказались камерно-конвейерные сушилки, встраиваемые в поточную линию намазки, сушки и охлаждения. Конструкция такой установки, разработанная Д. М. Стерлиным, изображена на рис. 124.

Стопа сухого шпона 2 скатывается на роликовый конвейер подъемной платформы 1. Шпон подается в клеенамазочные вальцы 3. По выходе из клеевых вальцов намазанный лист 5 шпона попадает на роликовый конвейер 4 с консольными роликами. Проходящие между роликами рамки 20 конвейера сжимают лист шпона и переводят его из горизонтального положения в вертикальное. В таком положении листы транспортируются вдоль камеры 6. В первой части камеры шпон просушивается в поперечном потоке нагретого воздуха, а во второй ее части охлаждается в потоке холодного воздуха.

При переходе рамок в конце камеры с верхней рабочей ветви конвейера на нижнюю холостую ветвь высушенные и охлажденные листы шпона автоматически выгружаются в стопу 22 с помощью специально устроенного роликового конвейера.

Циркуляция нагретого пластинчатыми калориферами 12 воздуха осуществляется центробежным вентилятором 8 с помощью двух параллельно действующих систем воздуховодов. Первой системой воздуховодов воздух прогоняется через камеру слева направо, а второй системой — справа налево. Направление движения воздуха по шпону, следовательно, реверсируется при переходе его из первой во вторую зону сушильной части камеры. Для циркуляции воздуха в зоне охлаждения установлен отдельный центробежный вентилятор 16.

Сушка ведется при температуре воздуха 80—90° С и относительной влажности 15—25%. Скорость движения воздуха по шпону 1,5—2 м/с.

Продолжительность сушки составляет для намазанного шпона 10—12 мин, для пропитанного — 20—25 мин. Производительность сушилки 250—500 листов в час.

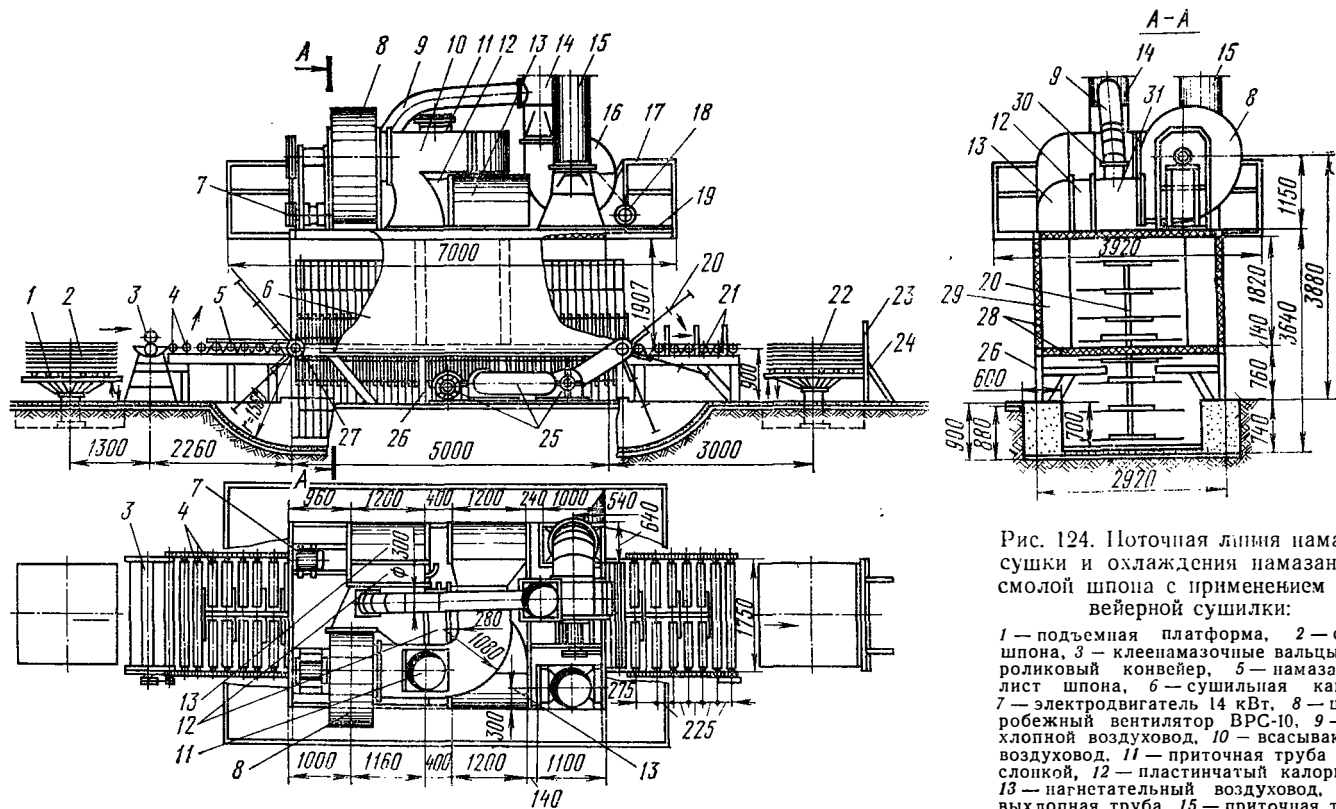


Рис. 124. Поточная линия намазки, сушки и охлаждения намазанного смолой шпона с применением конвейерной сушилки:

1 — подъемная платформа, 2 — стопа шпона, 3 — клеенамазочные вальцы, 4 — роликовый конвейер, 5 — намазанный лист шпона, 6 — сушильная камера, 7 — электродвигатель 14 кВт, 8 — центробежный вентилятор ВРС-10, 9 — выхлопной воздуховод, 10 — всасывающий воздуховод, 11 — приточная труба с заслонкой, 12 — пластинчатый калорифер, 13 — нагнетательный воздуховод, 14 — выхлопная труба, 15 — приточная труба камеры охлаждения, 16 — вентилятор ЭВР-6, 17 — перила площадки, 18 — электродвигатель 7 кВт, 19 — площадка, 20 — рамка конвейера, 21 — разгрузочный роликовый конвейер, 22 — стопа высушенного шпона, 23 — упорный щит, 24 — подъемная платформа, 25 — привод конвейера, 26 — каркас сушилки, 27 — вал со звездочками для цепей, 28 — теплоизоляция, 29 — перегородка, 30 — заслонка выхлопного воздуховода, 31 — переходной патрубок

§ 52. УСЛОВИЯ БЕЗОПАСНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ СУШИЛОК ДЛЯ ШПОНА

При обслуживании дыхательных прессов и роликовых сушилок необходимо соблюдать особую осторожность, так как они представляют собой механизмы и, помимо ожогов, могут причинить серьезные механические травмы.

Все горячие поверхности и движущиеся части, выступающие за пределы рабочей зоны, должны быть надежно ограждены. Необходимо постоянно следить за исправностью этих ограждений, не допуская их снятия во время работы сушилки. Ремонт допускается лишь при полной остановке всех механизмов и отключении сушилки от паропровода.

Над дыхательными прессами и остывочными зонами роликовых сушилок должны быть установлены зонты для отвода пара и тепла за пределы здания цеха.

Загружать в дыхательный пресс широкие листы сырого шпона должны не менее двух рабочих одновременно. Загружать и выгружать листы из прессы можно только с помощью рейки. Дыхательные прессы с двусторонней загрузкой и выгрузкой должны иметь световую сигнализацию, заблокированную с управлением включения плит.

Заломы шпона в роликовых сушилках следует ликвидировать с помощью крючков и других приспособлений. При этом сушилка должна быть обязательно остановлена.

§ 53. СУШКА ИЗМЕЛЬЧЕННОЙ ДРЕВЕСИНЫ И СУШИЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА

К категории измельченной древесины относятся: технологическая щепка, служащая для изготовления древесностружечных плит (ДСП) и получаемая раздроблением малоценной дровяной древесины; стружка — отходы от строгальных и фрезерных станков; опилки, главным образом после распиловки на лесопильных рамах; упаковочная стружка; спичечная соломка и пр.

Начальная влажность измельченной древесины сильно колеблется в зависимости от способа ее получения.

Технологическая щепка, получаемая из сырой древесины, имеет влажность $80 \div 120\%$. Такую же влажность имеют и опилки, получающиеся при распиловке древесины на лесопильных рамах.

Остальные материалы имеют начальную влажность от 10 до 25%. Конечная влажность измельченной древесины в изделии не должна превышать 6—10%, а в некоторых видах, например у спичечной соломки, — 5—6%.

Все виды измельченной древесины должны подвергаться предварительной сушке в барабанных, ленточных и пневматических сушилках.

В барабанных сушилках можно сушить все виды измельченной древесины, за исключением упаковочной стружки. Это

очень распространенный тип сушильных устройств, выпускаемых серийно.

Ленточные сушилки применяют для сушки упаковочной стружки, спичечной соломки, спичечных коробков. В них нельзя сушить только опилки.

Пневматические сушилки — это сравнительно новый и эффективный тип оборудования для сушки сыпучих материалов.

На рис. 125 показано устройство барабанной сушилки завода «Прогресс», работающей на топочных газах от индивидуальной топки, сжигающей древесные отходы.

Рабочей частью сушилки является сварной барабан 7 с двумя бандажными кольцами 5, которые катятся по опорным и направляющим роликам 8. Привод осуществляется от электродвигателя 12 мощностью 14 кВт и редуктора 13.

Ось барабана наклонена на 3° к горизонту, благодаря чему щепы, поступающая в барабан через патрубок 2, может передвигаться к разгрузочному концу, откуда сухая щепа удаляется через шлюзовой затвор 11. Барабан имеет переменную частоту вращения от 3 до 5 в минуту.

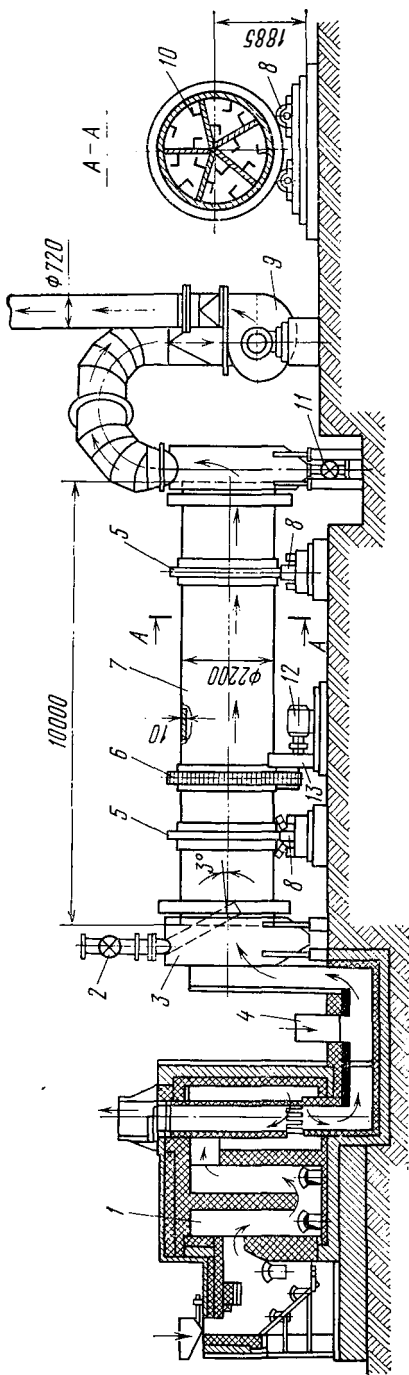


Рис. 125. Барабанная сушилка завода «Прогресс»:

1 — топка, 2 — патрубок для подачи щепы, 3 — приемная камера, 4 — приток холодного воздуха, 5 — бандажные кольца, 6 — зубчатый венец, 7 — барабан, 8 — направляющие ролики, 9 — дымосос, 10 — лопасти, 11 — шлюзовой затвор, 12 — электродвигатель, 13 — редуктор

Топочные газы из топки 1 температурой 800—900° С поступают в смесительную камеру, где к ним подмешивается свежий холодный воздух 4. Полученная таким образом рабочая смесь (сушильный агент) температурой 300—320° С поступает через камеру 3 в сушильный барабан. Оработавший сушильный агент температурой 120—140° С отсасывается дымососом 9 и выбрасывается в атмосферу. Направление воздушного потока совпадает с направлением материала. Таким образом, эта барабанная сушилка рабо-

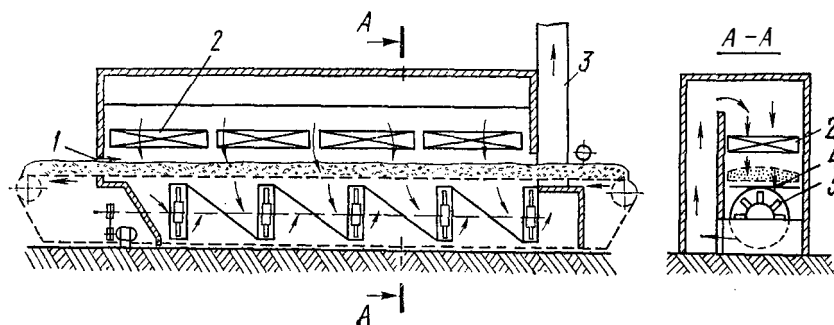


Рис. 126. Схема одноленточной сушилки:

1 — отверстие для поступления воздуха, 2 — калориферы, 3 — вытяжная труба, 4 — сетчатый конвейер, 5 — вентиляторная установка

тает по принципу параллельного тока (прямотока). Через сушилку в час проходит 20—30 тыс. м³ газов со скоростью около 2 м/с.

Внутри барабана устроены лопасти 10, которые способствуют перемешиванию щепы и ускоряют сушку.

Продолжительность сушки сыпучего материала в барабане составляет 3—10 мин в зависимости от наклона оси барабана, частоты вращения и скорости газов.

Производительность барабанной сушилки, показанной на рис. 125, при сушке щепы влажностью от 80 до 5% составляет около 1,2 т в час (считая по сухой стружке). Расход тепла равен примерно 1400 ккал, а расход электроэнергии — 50 кВт·ч на 1 кг испаренной влаги.

Схема одноленточной сушилки с паровым обогревом представлена на рис. 126. Сушилка состоит из металлического каркаса, обшитого утепленными металлическими щитами. Материал сушится на сетчатом конвейере 4, рабочая ветвь которого разделяет сушильное пространство на две части. В верхней части расположен калорифер 2, состоящий из пяти секций, в нижней — вентиляторная установка 5, состоящая из пяти осевых вентиляторов, вращающихся на общем валу с приводом от электродвигателя через шкив с одного конца. Для направления воздуха вентиляторы отделены один от другого наклонными перегородками. В камере создается винтообразное движение воздуха, причем поток воздуха, поступая в камеру через отверстие 1, последовательно пять раз проходит

через калорифер и слой материала на конвейере, отнимая у него влагу, после чего удаляется из сушилки через вытяжную трубу 3.

Материал перемещается по ленте навстречу воздушному потоку, подвергаясь обработке все более сухим воздухом.

Для технологической стружки или дробленой щепы рекомендуется высота слоя на ленте 150 мм, скорость продувания агента сушки через слой — не более 1 м/с, температура процесса 110—140° С (при сушке спичечной соломки температура не должна превышать 100° С во избежание потемнения соломки). Продолжительность сушки измельченной древесины в ленточных сушилках составляет 20—25 мин.

Из различных конструкций пневматических сушилок ограничимся описанием сушилки системы «Келлер» (рис. 127). Сушилка представляет собой цилиндр с коническим верхом, изготовленный из листовой стали и покрытый снаружи тепловой изоляцией.

Цилиндр разделяется по высоте на три зоны: нижнюю 9, через которую подаются горячие газы от топки, среднюю пылеотделительную 6 и верхнюю собственно сушильную 3. Сырая измельченная древесина подается через питатель (на рисунке не показан) и поступает в сушильную зону по вертикальному патрубку 2. Она распыляется слоем на горизонтальном дырчатом поддоне 5 и к ней снизу поступает горячий газ из топки. Слой измельченной древесины все время перемешивается мотовилом 4. Поток воздуха поднимает частицы древесины, и они просушиваются во взвешенном состоянии. Становясь легче, они подхватываются воздушным потоком и уносятся из сушилки через горловину 1. Такой способ сушки называется «сушка в кипящем слое».

Особо крупные частицы постепенно отталкиваются к краям поддона и через специальный клапан 12 удаляются из сушилки, чтобы поступить на повторное размельчение. Частицы мельче 1,7 мм и пыль проваливаются через дырчатое дно в пылевую камеру, откуда их удаляют щетками 11.

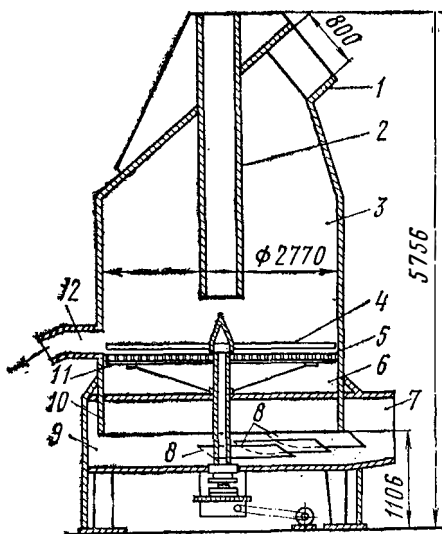


Рис. 127. Пневматическая сушилка системы «Келлер»:

1 — горловина, 2 — патрубок, 3, 6 и 9 — зоны цилиндра, 4 — мотовило, 5 — поддон, 7 — впуск горячих газов, 8 — горизонтальные экраны, 10 — вертикальные экраны, 11 — щетки, 12 — клапан для удаления крупных частиц

Сушилки системы «Келлер» работают обычно вдвоем; первая сушилка принимает сырую измельченную древесину (со средней влажностью 80%) и просушивает ее до 20—25% влажности, вторая сушилка досушивает ее до 4—5% влажности.

Обе сушилки обслуживаются общей топкой, сжигающей жидкое топливо. Мощность топки 1,25 млн. ккал/ч.

Температура сушильного агента (смеси топочных газов с воздухом) достигает 300—320° С. Эта температура регулируется особым автоматическим прибором. Фактическая температура воздуха в сушильной зоне благодаря дополнительному подосу свежего воздуха в первой сушилке достигает 170° С, а во второй — 145° С.

Производительность вдвоянной сушилки системы «Келлер» при сушке щепы от начальной влажности 80% до конечной 5% составляет 1,5—1,8 т сухого материала в час. Расход тепла равен 630 ккал на 1 кг сухого материала.

Установленная мощность электродвигателей вдвоянной сушилки достигает 100 кВт.

Глава XIII

СУШКА И ТЕПЛООБРАБОТКА РАЗЛИЧНЫХ ДРЕВЕСНЫХ МАТЕРИАЛОВ

§ 54. СУШКА ИЗОЛЯЦИОННЫХ ДРЕВЕСНОВОЛОКНИСТЫХ ПЛИТ

Плиты древесноволокнистые изоляционные (ГОСТ 4598—74) изготовляют толщиной 12,0; 16 и 25 мм. Для сохранения необходимой пористости плиты отпрессовывают в специальной машине лишь до известного предела с таким расчетом, чтобы они имели плотность до 250 кг/м³ при влажности не выше 12%. Влажность сырых плит перед поступлением в сушилку достигает 200%.

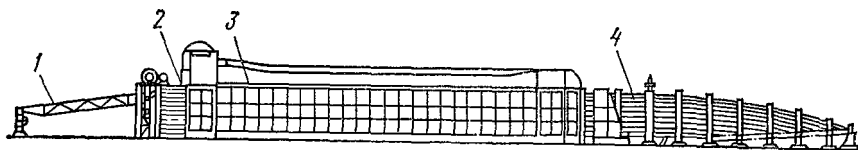


Рис. 128. Этажная роликковая сушилка для изоляционных древесноволокнистых плит

1 — типпель (распределительный конвейер), 2 — загрузатель, 3 — сушильное отделение, 4 — разгрузочное устройство

Для сушки плит применяют конвейерные роликковые сушилки различных типов. В сушилках с однопутным конвейером полотно плиты идет в сушку в виде бесконечной ленты. Длина сушильного конвейера в таких сушилках достигает 200 м, что требует огромных цеховых площадей и связано с большими потерями тепла через ограждения сушилки. Более экономичными являются многоярус-

ные, так называемые этажные сушилки. Они бывают однозонными и трехзонными. Число этажей в них от 6 до 15. В этих сушилках плиты сушат в раскроенном виде. Раскраиваются плиты автоматически перед выходом из отливочной машины.

Устройство однозонной сушилки показано на рис. 128. Она состоит из роликового наклонно-распределительного конвейера — типпеля 1, загрузателя 2, собственно сушильного отделения 3 и разгрузочного устройства 4.

Типпель служит для подачи сырых плит, поступающих из отливочной машины, ко всем этажам загрузателя. Для этого приемный конец типпеля шарнирно закреплен у разгрузочного конца отливочной машины, а другой с помощью специального механизма может подниматься и опускаться, останавливаясь у каждого этажа загрузателя, начиная с верхнего.

Выходной конвейер отливочной машины и типпель имеют две скорости: одна из них равна скорости конвейера отливочной машины, а другая значительно выше — до 30 м/мин. Это сделано для быстрой раздачи плит по этажам загрузателя сушилки по мере поступления новых плит. Загрузатель имеет специальное устройство для удаления бракованных плит.

Сушильное отделение оборудовано выносными калориферами и дополнительными нагревательными трубами, расположенными внутри сушилки между роликами конвейера. Циркуляция сушильного агента осуществляется двумя параллельно работающими центробежными вентиляторами, установленными на перекрытия корпуса сушилки. Воздух прогоняется навстречу материалу по принципу противотока. Для выброса отработанного воздуха устроена выхлопная труба. В конце сушилки имеется охлаждающая секция, где ограждения не делаются, что способствует остыванию плит.

В трехзонных сушилках каждая секция имеет самостоятельные вентиляторные устройства и отдельно управляемые калориферы. В первой зоне сушильный агент циркулирует по схеме противотока, во второй и третьей — по схеме параллельного тока, т. е. направления материала и сушильного агента совпадают.

Температура в первой зоне поддерживается до 160, в средней 150 и в третьей 130° С. Температура отработанного воздуха в конце каждой зоны составляет соответственно 140, 135 и 115° С. Расход пара на сушку равен 5—6 т на тонну плит.

При сильном разогреве плит бывают случаи воспламенения. Поэтому сушилки снабжают средствами тушения возникших очагов паром. Для этого в предпоследней секции устанавливают перфорированные паровые трубы, устроенные аналогично пароувлажнительным трубам лесосушильных камер.

В процессе эксплуатации сушилок для изоляционных плит необходимо следить за чистотой нагретых поверхностей, не допуская скопления пыли и древесного мусора. Рекомендуется продувать калориферы и конвейеры струей сжатого воздуха давлением 3 кгс/см² или паром через гибкий шланг с насадкой. Не следует укладывать горячие сухие плиты плотной стопой без прокладок.

Виды брака при сушке изоляционных плит и способы их устранения приведены в табл. 49.

Таблица 49

Виды брака при сушке древесноволокнистых изоляционных плит и способы их устранения

Виды брака	Причины возникновения	Способы устранения
Полосы коричневого цвета по ширине плит	Плиты были оставлены в сушилке во время ее остановки на длительный срок	До остановки сушилки необходимо удалять из нее все плиты. При аварийной остановке сушилки плиты оставлять в ней не более чем на 10 мин. При более длительной остановке перекрывать пар
Вмятины на поверхности плит	Неисправность одежды на отливочной машине или попадание посторонних включений	Не допускать в работу неисправную отливочную машину
Пересушка или недосушка всей партии плит	Несоблюдение режима сушки	Сушку плит проводить строго по заданным режимам
Пересушка или недосушка части партии плит и неравномерная влажность по площади плит	Неисправность измерительных приборов	Систематически проверять измерительные приборы
	Неисправность сушилки	Проверить работу оборудования сушилки и устранить неисправности
	Неисправность сушилки	Отрегулировать режим работы отливочной машины

§ 55. ТЕПЛООБРАБОТКА НАСТИЛОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ МЯГКОЙ МЕБЕЛИ

К настилочным материалам относятся животный волос, натуральные и искусственные волокна.

Для улучшения технических свойств этих материалов (уменьшения истираемости, повышения упругости и эластичности) их подвергают так называемому гуммированию, т. е. пропитке раствором латекса (каучуковым молоком), а затем специальной теплообработке — вулканизации и сушке.

Процесс вулканизации заключается в прогреве пропитанного материала в специальных агрегатах — вулканизационных котлах, куда материал закладывается в пресс-формах.

Предварительно разогретые пресс-формы смазывают изнутри стеаратом калия или смачивают 40%-ным раствором сернистого аммония и заполняют разрыхленным гуммированным материалом. После этого пресс-формы плотно закрывают крышками и укладывают на выдвигную тележку, которая закатывается внутрь вулканизационного котла. Вулканизация продолжается 25—30 мин при температуре $100 \div 120^\circ \text{C}$.

Выгружаемый из вулканизатора гуммированный материал затем сушат в течение 4 ч при температуре $50 \div 70^\circ \text{C}$. Для этой цели удобны камеры ЦНИИМОД-30 (см. рис. 15), которые устанавливают непосредственно внутри цеха недалеко от вулканизаторов.

§ 56. СУШКА И ТЕПЛОВЛАГООБРАБОТКА БОНДАРНОЙ ДРЕВСИНЫ

В бондарном производстве используется древесина различных пород с разной эксплуатационной влажностью (в зависимости от назначения бочек).

Так, например, влажность клепки должна составлять (в %):

В бочках для минеральных масел не ниже	12
» » терпентинного масла »	14
» » зернистой икры »	15
» » рыбы, мясных и молочных продуктов	18
» » виноградных вин	20

Сушится бондарная древесина как в виде клепки, так и в виде черновых заготовок и досок, в зависимости от принятого технологического процесса. Сушка ведется в обычных лесосушильных камерах.

Режимы сушки подбирают в зависимости от породы древесины и размеров высушиваемого сортамента.

Кроме предварительной сушки, бондарная древесина непосредственно в процессе изготовления бочки подвергается еще двукратной тепловой обработке, а именно: пропариванию (или провариванию) остовов перед подачей их к стяжным прессам и обжигу на мангальных устройствах перед вставкой доньев и заменой рабочих обрuchей постоянными.

При пропаривании (проваривании) увеличивается пластичность древесины и предотвращается излом клепчин при их изгибании в стяжном прессе.

Обжиг остовов изнутри преследует цели быстро подсушить древесину, снять имеющиеся напряжения в ней и сохранить (закрепить) изогнутую форму клепки при вставке днищ и смене обрuchей.

Пропаривают остовы в специальных аппаратах, называемых парильными колпаками. Устройство парильного колпака для бочек емкостью 100 л показано на рис. 129. Он имеет форму усеченного конуса и изготавливается из листовой стали на каркасе из стальной полосы. Колпак подвешен на цепи 4, проходящей через блоки 3 на карнштейне 2.

Колпак уравновешен контргрузом 1. С помощью ручки 7 колпак может подниматься на нужную высоту и опускаться. Остов 8, подлежащий пропариванию, устанавливается на бетонном основании 10, слегка приподнятом над полом.

Для плотного прилегания кромки колпака в основании устройства канавка 11 по диаметру нижней части колпака и сливной лоток 12.

В центре основания установлена труба 9, снабженная вентиляем. Через эту трубу внутрь остова, накрытого колпаком, подается насыщенный водяной пар низкого давления (около 0,2 кгс/см²).

Над колпаком устраивается вытяжная шахта 6 для удаления паров и влажного воздуха из пропарочного помещения.

Пропаривание остова под колпаком продолжается от 5 до 10 мин. За это время древесина прогревается примерно до 70°С и становится пластичной.

Пропаренный остов должен быть немедленно подан к стяжному прессу. Стяжке можно подвергать только хорошо прогретые остовы. Если древесина охладилась, то во избежание изломов клепок пропаривание необходимо повторить.

Вместо пропаривания остова могут провариваться. Последний способ имеет преимущества перед пропариванием, ибо он легче поддается

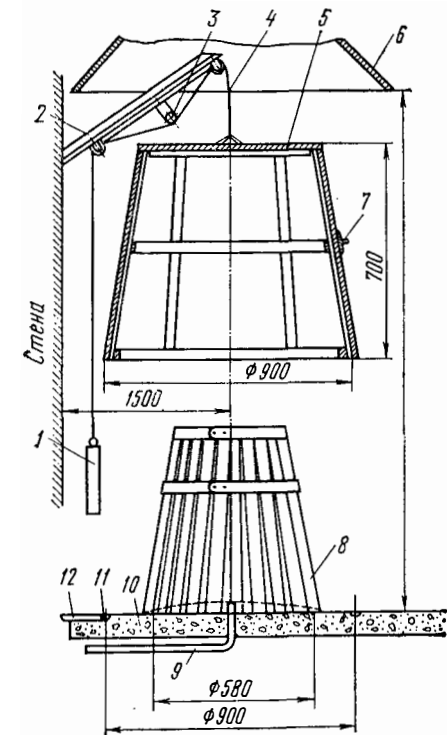


Рис. 129. Колпак для пропаривания бочечных остовов:

1 — контргруз, 2 — кронштейн, 3 — блоки, 4 — подъемная цепь, 5 — корпус, 6 — вытяжная шахта, 7 — ручка для подъема, 8 — бочечный остов, 9 — труба для подачи пара, 10 — бетонное основание, 11 — канавка, 12 — сливной лоток

механизации и требует меньше времени на обработку.

На рис. 130 показано проварочное устройство карусельного типа. Решетчатый барабан 1 с 10 гнездами 6 для остовов вращается на горизонтальной оси внутри бака 5, изготовленного из котельной стали. Остова 4 скатываются по наклонной плоскости и попадают в гнезда барабана. По мере вращения барабана, приводимого в движение через редуктор от электродвигателя мощностью 1,7 кВт, остова погружаются во внутрь бака и обрабатываются таким образом в течение 3—4 мин горячей водой при температуре до 95°С. Вода из водопровода поступает в бак через трубу 7 с вентиляем. По

трубе 2 подается пар. Поддержание постоянного уровня воды в баке обеспечивается сливной трубой 3. Спускная труба 8 служит для спуска всей воды из бака на время его очистки, которая производится еженедельно.

Существуют и другие конструкции механизированных проварочных установок для остовов.

Опыты, проведенные на одном из бондарных заводов, показали, что проваривание остовов при температуре 95°C в течение 4 мин дает более успешные результаты, чем пропаривание под колпаком при температуре $80\text{--}85^{\circ}\text{C}$ в течение 10 мин. Отходы сломанных клепок при стяжке остовов после проваривания меньше, чем после пропаривания.

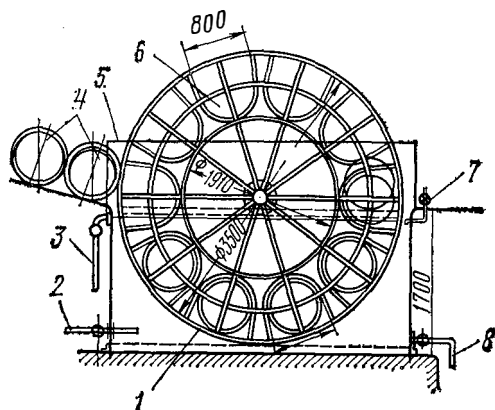


Рис. 130. Проварочное устройство карусельного типа:

1 — решетчатый барабан, 2 — паровая труба с вентилем, 3 — сливная труба, 4 — остова в момент закатки, 5 — бак для воды, 6 — гнезда для остовов, 7 — труба из водопровода, 8 — спускная труба

§ 57. ОБЖИГ БОЧЕЧНЫХ ОСТОВОВ

После того как остов стянут и получил форму бездонной бочки, он поступает в мангальное отделение для обжига. Мангальные устройства бывают огневые и электрические.

Устройство огневой мангалки показано на рис. 131. Топочные газы из топки 1 поступают по газоходу внутрь металлического колпака 5, разделенного невысокой перегородкой 6 на две части, и удаляются в дымоход 7.

Остов 3 ставят над жаровым колпаком 5 и накрывают крышкой 4. Таким образом внутри остова создается температура $150\text{--}250^{\circ}\text{C}$, под действием которой древесина с внутренней стороны остова быстро подсыхает и темнеет от начавшейся возгонки. Через 2—3 мин имеющиеся внутренние напряжения в древесине снимаются, а клепка хорошо сохраняет свою изогнутую форму, что позволяет снять рабочие обручи, вставить днища и надеть постоянные обручи. Недостатки огневой мангалки с жаровыми колпаками — трудность поддержания температуры колпака на нужном уровне и повышенная пожароопасность.

Более рациональна по устройству электрическая мангалка, рассчитанная на обжиг 150-литровых бочек (рис. 132).

Она состоит из полого цилиндра (корпуса) 2, изготовленного из листовой стали толщиной 2 мм и прикрепленного к полу с помощью лапок 1. Верхняя часть цилиндра обложена слоем огнеупорного кирпича 5, укрепленного в обойме 3 из угловой стали. Снаружи

мангалка имеет ограждение каркасного типа (на рисунке не показано).

По периметру огнеупорной облицовки выбраны спиральные канавки, в которых уложена спираль 4 из нихромовой проволоки толщиной 1,4 мм, общей длиной 35 м.

При пропускании электрического тока спираль нагревается до красного каления и поддерживает довольно устойчивую температу-

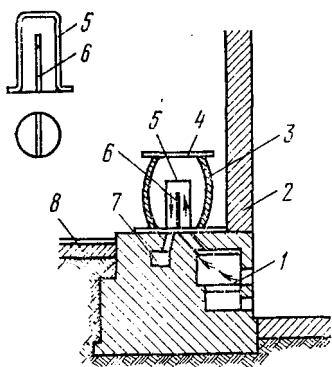


Рис. 131. Устройство огневой мангалки:

1 — тонка, 2 — стена, отделяющая топочное помещение от мангального, 3 — обжигаемый остов, 4 — крышка, 5 — жаровой колпак, 6 — перегородка, 7 — дымоход, 8 — пол мангального помещения

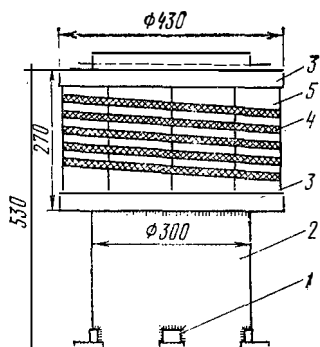


Рис. 132. Электрическая мангалка:

1 — лапка, 2 — корпус, 3 — обойма из угловой стали, 4 — нагревательная спираль, 5 — кирпич

ру, которую можно регулировать, в результате чего внутри обжигаемого остова создается температура от 180 до 300° С.

Опыт Астраханского бондарного завода им. Дзержинского показывает, что наилучшей температурой обжига 250—270° С. Обжиг при этом продолжается 5—7 мин, причем внутренняя поверхность остова не обугливается.

Обжиг при температуре 300° С приводит к быстрому обугливанию древесины изнутри остова, в то время как древесина не успеет просохнуть.

При температуре 180—200° С древесина хорошо прогревается и просыхает, не обугливаясь, но продолжительность процесса удлинится в 2—2½ раза.

Обслуживание описанных выше огневых и электрических стационарных мангалок очень трудоемко, поэтому на крупных предприятиях устраивают механизированные мангалки туннельного типа (рис. 133). Остовы бочек 4 перемещаются непрерывно с помощью конвейера 9 по направляющим 6 от загрузочного конца к разгрузочному внутри туннеля 8, смонтированного из листовой стали тол-

шиной 3 мм. Корпус туннеля имеет теплоизоляцию из листового асбеста, а снаружи обложен слоем кирпича.

В нижней части туннеля расположены шесть спиральных электронагревателей 10 из нихромовой проволоки, уложенных на специальных выдвижных каретках, что дает возможность быстро заменять вышедшие из строя спирали. Общая мощность нагревателей 70 кВт.

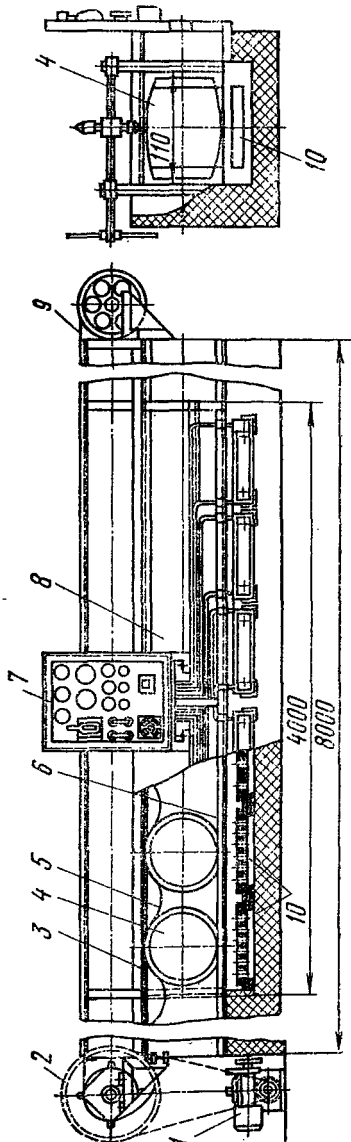
Конвейер 9 приводится в движение от электродвигателя 1 мощностью 1,7 кВт через редуктор. Контрольные приборы, предохранители, рубильники и выключатели вынесены на щит управления 7.

При движении через туннель бочечные остовы приводятся во вращение цепью 5 нижней ветви конвейера и таким образом равномерно обогреваются по всей поверхности. Температура воздуха внутри остовов и в туннеле около 250°С. Продолжительность обжига остовов 4 мин.

Производительность описанной мангалки туннельного типа до 700 остовов в смену при емкости мангалки 6—7 остовов.

Помещение жаровых и электрических мангалок должно быть оборудовано принудительной вентиляцией, обеспечивающей полное удаление газов, которые образуются при обжиге остовов бочек. Мангальное отделение должно быть обеспечено водой и иметь приспособления для тушения остовов бочек в случае их загорания. Места возможных контактов нагревательных элементов и электропроводов с каркасом мангальных устройств должны быть защищены фарфоровыми изоляторами.

Рис. 133. Электрическая мангалка туннельного типа:
1 — электродвигатель, 2 — цепной туер, 3 — теплоизоляция корпуса, 4 — бочечные остовы, 5 — ветвь цепи, вращающая остовы, 6 — щит управления, 7 — щит управления, 8 — туннель, 9 — спиральный конвейер, 10 — спиральные электронагревательные элементы



ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ И ПРОТИВОПОЖАРНАЯ ЗАЩИТА В ЛЕСОСУШИЛЬНЫХ ЦЕХАХ

§ 58. ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА ОХРАНЫ ТРУДА И ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ОБСЛУЖИВАНИИ КАМЕР И СУШИЛЬНЫХ УСТАНОВОК ДЛЯ ДРЕВЕСИНЫ

К работе по обслуживанию лесосушильных камер и установок допускаются лица, знакомые с их устройством и правилами эксплуатации, прошедшие соответствующий инструктаж по технике безопасности.

В лесосушильных цехах обслуживающий персонал подвергается вредному переменному воздействию горячей и холодной среды, например при заходе в работающие камеры, при ремонте оборудования в неохлажденных камерах и т. п. Несоблюдение мер безопасности может привести к простудным заболеваниям.

Сушильщики должны периодически проходить медицинское обследование.

В помещениях, где расположено сушильное оборудование, в коридорах управления, лабораториях, топочных помещениях газовых камер должна быть устроена приточно-вытяжная вентиляция, обеспечивающая поддержание температуры не выше 25° С.

Устройство одной только вытяжной вентиляции не достигает цели, так как будет способствовать еще большему поступлению в помещения горячего влажного воздуха из камер или других сушильных устройств.

Воздуховоды, паропроводы, кожухи вентиляторов вне пределов сушильной камеры должны иметь тепловую изоляцию с тем, чтобы температура их стенок снаружи не превышала 60° С.

Ремонт внутреннего оборудования допускается после отключения камер от паровой магистрали и электрической сети при условии, что температура в камере не превышает 40° С.

Двери камер должны легко открываться, иметь надежные и удобные для обслуживания запорные устройства.

Камеры должны быть оснащены дистанционными приборами для контроля режима сушки, а при возможности и автоматическими регуляторами.

При отсутствии дистанционного контроля в каждой камере должен быть установлен простейший настенный психрометр, позволяющий вести наблюдение за режимом сушки без захода в камеру. Прибор этот устанавливают в удобном для наблюдения месте.

Для контроля за текущей влажностью высушиваемого материала без захода в камеру рекомендуется применять приспособление для закладки в штабель контрольных образцов (рис. 134). Для этого в торцевой стене камеры делается отверстие 250×270 мм, герметически закрываемое дверкой 1. На стене с внутренней стороны против отверстия устанавливается кронштейн 2, на котором укреплены направляющие 3 из угловой стали, выступающие внутрь камеры.

По направляющим перемещается с помощью рукоятки 5 рамка 4, на которую и укладывается контрольный образец, задвигаемый внутрь свободного пространства, заблаговременно оставленного в кладке штабеля против кронштейна 2.

Таких приспособлений желательно делать не менее двух на камеру, располагая их против верхней и нижней зон штабеля, просыхающих неодинаково.

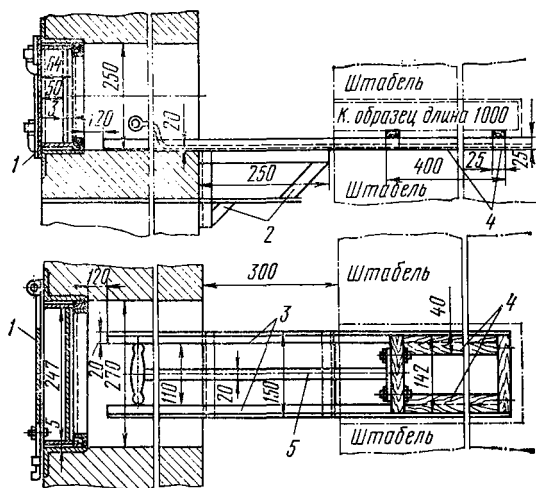


Рис. 134. Схема приспособления для закладки образцов в штабель:

1 — дверка, 2 — кронштейн, 3 — направляющие, 4 — рамка, 5 — рукоятка

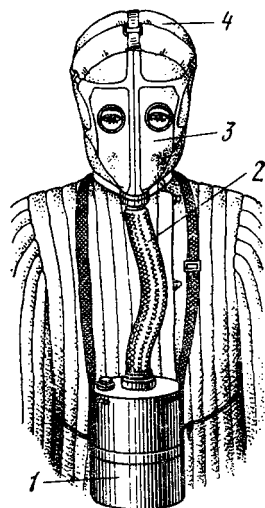


Рис. 135. Общий вид воздухоохладителя:

1 — охлаждательная коробка, 2 — гофрированная утепленная резиновая трубка, 3 — противогазовая маска, 4 — шлем

Дистанционный способ измерения влажности материала в штабеле с помощью электровлагомеров или других приборов, например, таких, которые замеряют усадку штабеля, еще не получил промышленного распространения.

Заходить в работающие сушильные камеры разрешается только в особо необходимых случаях. При этом следует пользоваться защитной одеждой (теплые брюки, пиджак, перчатки и валенки), а также специальным аппаратом — воздухоохладителем (рис. 135).

Воздухоохладитель работает по принципу поверхностного конденсатора. Главная часть аппарата — охлаждательная коробка. Верхняя и нижняя промежуточные стенки коробки спаяны 24 латунными трубками диаметром 6—7 мм.

В коробку наливают холодную воду. Горячий воздух засасывается по двенадцати трубкам, поступает вниз и, дойдя до дна коробки, входит в следующие двенадцать трубок и поднимается

кверху. Этот охлажденный воздух поступает через гофрированную трубку в дыхательные органы человека. Выдыхаемый воздух выходит наружу через клапан противогазовой маски.

Для предохранения лица и шеи от ожогов под маску на голову надевают шлем, сшитый из суконной, шерстяной или байковой материи. Воздухоохладитель легко может быть изготовлен силами предприятия.

В газовых сушильных камерах должны выполняться, кроме изложенных выше, следующие дополнительные правила.

Входить в газовые камеры во время их работы воспрещается. Это допускается только после отключения их от газохода и проветривания. Газоходы, топка и двери камер должны быть хорошо герметизированы.

Шибер дымовой (растопочной) трубы должен управляться с пола и иметь ограждающее устройство, препятствующее его выпадению. Контргрузы шибера должны быть ограждены.

Зольное помещение должно иметь вентиляцию и дверь, открываемую наружу.

Запрещается ходить по сводам топки во время ее работы.

§ 59. ЗАЩИТА ОТ ПОРАЖЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ

При обслуживании сушильных устройств особенную опасность представляет поражение электрическим током.

Если в обычных условиях прикосновение к неизолированному электрическому проводу может обойтись благополучно, то во влажной нагретой среде сушильных камер такой контакт может оказаться смертельно опасным.

Дело в том, что электрическое сопротивление человеческого организма, принимаемое в нормальных условиях 1000 Ом, в нагретой среде при влажной потной коже резко падает, поэтому соответственно возрастает сила тока, проходящего через тело человека, при одном и том же напряжении.

Опасное поражение организма может быть при силе тока 0,05 А. Поражение током 0,1 А может привести к смертельному исходу. Поэтому в сушильных цехах необходимо соблюдать особые меры защиты от поражения электротоком.

Светильная бронированная проводка для переносных светильников должна иметь напряжение не более 12 В. Такого же напряжения должны быть и аккумуляторные фонари.

Провода к электродвигателям должны располагаться в местах, недоступных для случайного прикосновения. Места разъемных контактов должны быть надежно защищены.

Корпуса электродвигателей заземляют в соответствии с действующими правилами устройства электроустановок Министерства электростанций СССР.

Всякий ремонт электроустановок может производиться только с применением электроизолирующих приспособлений (диэлектрические перчатки, галоши, коврики).

§ 60. ПРАВИЛА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПОГРУЗОЧНО-РАЗГРУЗОЧНЫХ И ТРАНСПОРТНЫХ РАБОТАХ

Сушильные камеры должны загружаться штабелями на тележках (треках). Укладка штабелей вручную внутри сушильных камер и ручная их разгрузка в камерах запрещаются.

Штабеля на трековые тележки вручную могут укладываться на высоту не более 1,5 м от уровня рельсов. Высокие штабеля укладывают с помощью вертикальных подъемников (лифтов), электроталей и других механизмов. Правильность укладки штабелей по ширине и высоте следует проверять габаритными шаблонами.

Передвижение штабелей на трековых тележках должно быть механизировано с помощью электрифицированных траверсных тележек.

Траверсная тележка во время закатывания на нее штабеля должна быть надежно закреплена. На тележке также должно быть устройство, фиксирующее положение трековых тележек на ее рельсовом пути.

Штабель необходимо формировать таким образом, чтобы он не мог рассыпаться во время укладки, перекачки или разборки.

Установленные габаритные размеры штабеля должны быть выдержаны.

Все механизмы, трековые тележки, рельсовые пути, ограждения и предохранительные приспособления должны быть исправны. Направляющие блоки к тросам должны иметь надежное крепление и ограждение.

Запрещается работать на неисправном оборудовании при неисправных ограждениях, касаться движущихся тросов, стоять около штабелей во время их движения, применять при закатке штабелей в камеры толкатели в виде брусков или досок.

Нельзя останавливать трековые тележки со штабелями с помощью прокладок и досок. Недопустимо подлезать под поднимаемый штабель при сходе трековых тележек с рельсов, укладывать пакеты с пиломатериалами без промежуточных прокладок.

Рельсовые пути в камерах, на складах и территории должны быть проложены заподлицо с полом или мостовой. Зазоры в стыках рельсов не должны быть больше 10 мм.

Решетки в полу камер и вспомогательных помещений устраивают заподлицо с полом и на одном уровне с головкой рельсов. Ширина зазора в решетке не должна превышать 30 мм.

В концах рельсовых путей устраивают упоры, предотвращающие сход штабелей с рельсов.

Погрузочно-разгрузочные площадки, проезды, проходы в складских помещениях не должны загромождаться. Они должны быть нормально освещены. Необходимо следить за состоянием окон и осветительных ламп, своевременно протирать их, сгоревшие лампочки немедленно заменять новыми.

В сушильных цехах и складах постоянно находится большое количество древесины. Поэтому здесь необходимо строго соблюдать правила противопожарной защиты.

Если сушильные камеры располагаются в общем здании с деревообрабатывающими цехами и складами сухого материала, их отделяют друг от друга брандмауэрами.

Внутри всех помещений устанавливают внутренние пожарные краны и гидранты. Их расположение должно быть таким, чтобы каждая точка помещения при пожаре могла орошаться по крайней мере двумя струями воды.

Внутри сушильных камер эффективным средством тушения являются паровые увлажнительные трубы. В случае возникновения очага пожара в камере их вентили открывают полностью; двери при этом плотно закрывают.

При эксплуатации сушильных камер, помимо общих правил пожарной защиты, необходимо выполнять следующие требования:

регулярно убирать все вспомогательные помещения и сушильные камеры, не допуская скопления сгораемого мусора;

своевременно смазывать подшипники у вентиляторов и электродвигателей во избежание их перегрева;

не допускать скольжения ремней в передачах к вентиляторам во избежание возникновения зарядов статического электричества, опасных в пожарном отношении;

не пользоваться паяльными лампами, свечами, керосиновыми фонарями;

курить только в отведенных для этого местах;

сварочные работы проводить лишь с соответствующей подготовкой и с разрешения пожарной охраны.

В газовых камерах, кроме того, необходимо постоянно следить за правильной работой топки; систематически чистить боровы и газоходы от сажи; не допускать прогаров топки; не загружать большие массы топлива; золу из зольного помещения удалять не раньше чем через пять суток после выгребания из топки.

Во избежание воспламенения сухой пыли и взрыва необходимо тщательно герметизировать корпуса сушильных аппаратов и устранять возможность неорганизованного подсоса в сушилку свежего воздуха, богатого кислородом.

С этой же целью необходимо снабдить дозатор для поступающего в сушилку материала небольшим бункером, который должен быть всегда заполнен сырым материалом.

Для устранения возможности взрыва древесной пыли при возврате ее в топку в трубопровод встраивают паровую форсунку.

Корпус аппарата заземляют для отвода статического электричества, образующегося от трения частиц материала.

Для создания надежного электрического контакта во фланцевых соединениях их скрепляют один с другим отрезками медной проволоки диаметром 3—5 мм.

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
Введение	3
Глава I. Способы сушки древесины	5
Глава II. Свойства влажного воздуха как агента сушки	7
§ 1. Общие сведения о воздухе	7
§ 2. Абсолютная и относительная влажность	8
§ 3. Плотность и удельный объем влажного воздуха	10
§ 4. Влаго- и теплосодержание	10
§ 5. <i>Id</i> -диаграмма влажного воздуха	11
Глава III. Влага в древесине	15
§ 6. Свободная и гигроскопическая влага	15
§ 7. Влажность древесины и ее зависимость от влажности воздуха	15
§ 8. Способы определения влажности древесины	18
§ 9. Усушка древесины, припуски на усушку	21
§ 10. Деформация древесины при сушке	25
§ 11. Плотность древесины	25
Глава IV. Физические явления, происходящие в процессе сушки древесины	26
§ 12. Влагодатча, влагонепроводность и термовлагодпроводность древесины	26
§ 13. Ход процесса сушки древесины	28
§ 14. Напряжения, возникающие в древесине в процессе сушки, и их предупреждение	29
§ 15. Дефекты сушки древесины	31
Глава V. Конструкции лесосушительных камер	33
§ 16. Схемы устройства лесосушительных камер и их классификация	33
§ 17. Паровоздушные и газовые камеры периодического действия	38
§ 18. Паровоздушные и газовые камеры непрерывного действия	62
§ 19. Области применения лесосушительных камер	73
Глава VI. Оборудование лесосушительных камер	74
§ 20. Строительные ограждения	74
§ 21. Калориферы и увлажнительные устройства	78
§ 22. Тепловая производительность калориферов	81
§ 23. Конденсатоотводчики	83
§ 24. Устройства для побуждения циркуляции сушильного агента	87
§ 25. Устройства для внешнего воздухо- и влагодобмена в камерах	93
§ 26. Воздухонаправляющие экраны	94
§ 27. Электродвигатели	96
§ 28. Топки для газовых лесосушительных камер	96
§ 29. Защита лесосушительного оборудования от коррозии	98
§ 30. Смазки и смазочные устройства	98

Глава VII. Средства контроля режимов сушки	99
§ 31. Ртутные термометры и психрометры	99
§ 32. Дистанционные приборы	103
§ 33. Автоматические регуляторы режимов сушки	107
§ 34. Приборы для проверки работы вентиляторных установок	111
Глава VIII. Механизация укладки и транспортирования штабелей в лесосушильных цехах	114
§ 35. Механизмы для укладки и разборки штабелей	114
§ 36. Механизмы для транспортирования штабелей	125
Глава IX. Проведение камерной сушки пиломатериалов	130
§ 37. Подготовка оборудования камеры и материала к сушке	130
§ 38. Режимы сушки	135
§ 39. Проведение сушки	146
§ 40. Качество сушки пиломатериалов, предупреждение и устранение дефектов сушки	153
§ 41. Определение продолжительности камерной сушки пиломатериалов	159
Глава X. Расчет производительности и учет работы лесосушильных камер	168
§ 42. Расчет производительности камер	168
§ 43. Учет работы камер	174
§ 44. Себестоимость сушки и основные технико-экономические показатели	175
Глава XI. Атмосферная сушка и хранение пиломатериалов на складах	176
§ 45. Атмосферная сушка пиломатериалов хвойных пород	177
§ 46. Атмосферная сушка пиломатериалов и заготовок твердых лиственных пород	188
§ 47. Санитарное содержание открытого склада и определение необходимой площади под склад	191
§ 48. Интенсификация атмосферной сушки	191
Глава XII. Сушка шпона и измельченной древесины	195
§ 49. Сушка шпона	195
§ 50. Оборудование для сушки шпона	196
§ 51. Сушка шпона после намазки и пропитки смолами	204
§ 52. Условия безопасного обслуживания сушилок для шпона	206
§ 53. Сушка измельченной древесины и сушильные устройства	206
Глава XIII. Сушка и теплообработка различных древесных материалов	210
§ 54. Сушка изоляционных древесноволокнистых плит	210
§ 55. Теплообработка настольных материалов в производстве мягкой мебели	212
§ 56. Сушка и тепловлагообработка бондарной древесины	213
§ 57. Обжиг бочечных остовов	215
Глава XIV. Техника безопасности и противопожарная защита в лесосушильных цехах	218
§ 58. Основные правила охраны труда и техники безопасности при обслуживании камер и сушильных установок для древесины	218
§ 59. Защита от поражения электрическим током	220
§ 60. Правила безопасности при погрузочно-разгрузочных и транспортных работах	221
§ 61. Противопожарная защита в сушильных цехах	222

