

П 1.34
П 56

М. Ф. Тюношарев

**ПРОТИВОПОЖАРНЫЕ
МЕРОПРИЯТИЯ
ПРИ СУШКЕ
ДРЕВЕСИНЫ**

МОСКВА • 1962

М. Ф. ПОНОМАРЕВ

11.1:37
П56

ПРОТИВОПОЖАРНЫЕ
МЕРОПРИЯТИЯ
ПРИ СУШКЕ ДРЕВЕСИНЫ

64070



ИЗДАТЕЛЬСТВО
МИНИСТЕРСТВА КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА РСФСР

Москва — 1962

В брошюре показаны сущность различных существующих способов сушки древесины, их пожарная опасность, особенности горения и развития пожара в сушилках, а также рассказывается о пожарно-профилактических мероприятиях, обеспечивающих пожарную безопасность сушки древесины.

Брошюра рассчитана на инженерно-технических работников лесосушильного дела, работников пожарной охраны. Она может быть полезной для учащихся лесотехнических и пожарно-технических учебных заведений.

В деревообрабатывающем производстве сушка древесины — сложный процесс, от результатов которого зависят качество и себестоимость выпускаемой продукции.

На предприятиях различных отраслей промышленности разрабатываются и внедряются в производство новые типы и конструкции высокопроизводительных сушильных камер.

Развитие деревообрабатывающей промышленности на севере и востоке нашей страны ставит задачу по дальнейшему совершенствованию действующей и внедрению новой передовой сушильной техники. Увеличение объема сушки пиломатериалов должно происходить не только за счет строительства новых сушилок, но и за счет модернизации техники и дальнейшего совершенствования технологии сушки.

Над развитием лесосушильной техники в нашей стране работает ряд научных учреждений, проектных институтов и большой коллектив инженеров, техников и передовых рабочих.

В настоящее время за счет применения высокотемпературных режимов сушки достигнуто значительное увеличение производительности действующих сушилок.

Большие возможности по дальнейшему увеличению производительности сушилок дает использование топочных газов.

Сейчас в производство внедрены новые скоростные методы сушки, разработанные советскими учеными: камерные и конвейерные сушилки с применением диэлектрического и конвективного нагрева, а также сушка в расплавленном петролатуме.

В технологическом процессе деревообрабатывающего производства сушка древесины опасна в пожарном отношении. Пожары в сушилках сопровождаются уничтожением и порчей строений, пиломатериалов и оборудования, что связано с большими мате-

риальными убытками. Тушение пожаров в сушильных установках — сложный и трудоемкий процесс.

Задача всех специалистов лесосушильного дела, работников пожарной охраны заключается в том, чтобы, совершенствуя технику сушки, разрабатывать и внедрять эффективные инженерно-технические и организационные мероприятия по обеспечению пожарной безопасности процесса сушки древесины.

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ДРЕВЕСИНЕ

1. СТРОЕНИЕ И СОСТАВ

На поперечном разрезе ствола различных пород древесины обычно видны: сердцевина, древесина, камбий и кора. Древесина хвойных пород состоит из внутренней, более темной части — ядра и наружной, более светлой — заболони. Ядро представляет собой более плотную часть древесины, не проводящую воду и имеющую значительно меньшую влажность, чем заболонь. Как ядро, так и заболонь состоят из концентрических колец — годовичных слоев по числу которых можно определить возраст дерева. Серцевина расположена в центре ствола, занимает небольшую его часть и отличается темной окраской и меньшей плотностью, чем древесина. Камбий является образовательной тканью. Кора состоит из внутренней живой части — луба, проводящего раствор органических веществ из листьев, и наружной части — корки.

Древесина состоит из клеток и поэтому обладает большой пористостью, которая сказывается на физических свойствах древесины. Пористостью древесины объясняется ее низкая теплопроводность и малый удельный вес. Удельный вес древесины разных пород в среднем составляет около 1,55. Поры в различных породах древесины занимают 56—72% от ее объема. Они заполнены воздухом, который является плохим проводником тепла. Поэтому теплопроводность сухой древесины меньше, чем влажной. Древесина имеет весьма сложный химический состав. В ее состав входят: целлюлоза, лигнин и гемицеллюлозы. Древесина содержит в небольших количествах также смолу, жиры, терпены, дубильные и другие вещества (посторонние вещества древесины).

Целлюлоза (клетчатка) является главной (50% по весу) и наиболее важной в техническом отношении составной частью древесины.

Клетчатка — высокомолекулярный полисахарид со свойствами коллоида; эмпирическая формула ($C_6H_{10}O_5$). Целлюлоза не растворяется в воде, спирте, эфире, бензине и других обычных растворителях. Растворителем для нее является аммиачный рас-

твор гидрата окиси меди. В древесине содержится 23—27% лигнина, свойства которого еще недостаточно изучены.

Элементарный состав лигнина следующий: углерода 61—65%, водорода 4,9—6,4% и кислорода 28,6—34,1%. Колебания в элементарном составе лигнина объясняются разной степенью его чистоты и измененности. Лигнин изолируется различными методами, поэтому неодинаковы его эмпирические формулы, предложенные различными исследователями, например: $C_{22}H_{20}O_7$, $C_{10}H_{10}O_3$, $C_{40}H_{42}O_{16}$, $C_{120}H_{138}O_{35}$. Точно не установлен и молекулярный вес лигнина. Предполагают, что он достигает нескольких тысяч. О химической природе лигнина существуют две теории. До последнего времени большинством исследователей лигнин рассматривался как вещество ароматической природы. Дальнейшие исследования показывают, что в образовании лигнина принимают участие неизвестные неустойчивые углеороды. Так появилась теория углеводного происхождения лигнина.

В. Н. Козлов* предполагает, что лигнин, кроме ароматических веществ, содержит какие-то углеводы. Гемицеллюлоза — это углеводная часть древесины, которая в отличие от целлюлозы легко гидролизуеться разбавленными кислотами. Гемицеллюлозы так же как и целлюлоза относятся к высокомолекулярным соединениям. В смоляных ходах древесины хвойных пород содержится живица, которая вытекает наружу при поражениях древесины. Живица образуется в живых тонкостенных клетках, выстилающих смоляной ход. В химическом отношении живица представляет собой раствор смоляных кислот в терпенах. При перегонке часть живицы улетучивается. Летучая часть называется скипидаром, а твердый остаток — канифолью.

Дубильные вещества (таниды, нетаниды) в различных породах содержатся в коре, древесине, корнях. В древесине сосны и ели дубильных веществ очень мало, в коре же их содержится значительно больше. В клеточном соке растений таниды находятся в растворенном виде или выделяются из него в виде капелек. После отмирания клеток они остаются в их полостях в виде аморфных масс или пропитывают клеточные стенки.

2. УСЛОВИЯ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ГОРЕНИЯ

Под горением в узком смысле слова понимают химическую реакцию соединения вещества с кислородом, сопровождающуюся значительным выделением тепла и излучением света.

Чтобы началось горение, необходимо наличие кислорода (воздуха) и источника воспламенения, однако и при этих условиях не всегда возможно горение. Необходимо, чтобы кислород и горючее вещество были в определенных количественных соотношениях, а источник воспламенения имел достаточный запас тепло-

* В. Н. Козлов. Пиролиз древесины. Изд. АН СССР, М., 1952.

вой энергии. Горение большинства веществ становится невозможным, если содержание кислорода в воздухе понижается до 14—18%.

Тепло источника воспламенения затрачивается на превращение горючих веществ в газы и пары и на нагрев их до температуры самовоспламенения.

Твердые горючие вещества (древесина) при разложении выделяют паро- и газообразные продукты, а затем, по мере накопления тепла в результате окисления паров и газов и нарастания скорости реакции происходит самовоспламенение и начинается горение. Чтобы прекратить горение, надо исключить одно из условий, необходимых для его продолжения. Попадающая на горящую древесину вода понижает температуру всей системы и препятствует проникновению воздуха к древесине.

Пена (химическая или воздушно-механическая), покрывая поверхность древесины, прекращает доступ к ней кислорода воздуха.

В процессе горения участвует только кислород; азот и другие газы, находящиеся в воздухе в небольших количествах, в этом процессе участия не принимают. Изменяя концентрацию кислорода в воздухе, можно ускорить или замедлить скорость горения древесины. Это используется для прекращения процесса горения. Инертные газы, пары негорючих жидкостей (четырёххлористого углерода, воды и др.), попадая на поверхность древесины, нарушают состав системы, способной к горению, вытесняя из нее кислород воздуха. Для сгорания древесины требуется значительное количество воздуха. Так для полного сгорания 1 кг древесины требуется 4,6 м³ воздуха. Следовательно, уменьшая доступ воздуха к горящей древесине, можно прекратить ее горение.

3. ПРОДУКТЫ ГОРЕНИЯ

В процессе горения древесины образуется дым — смесь газообразных продуктов сгорания с твердыми частицами. Состав продуктов горения зависит от состава древесины и условий ее горения. Древесина состоит, главным образом, из соединений углерода, водорода, кислорода и азота. Следовательно, обычными продуктами горения древесины являются: углекислый газ, азот, пары воды, окись углерода, сернистый газ. При сгорании 1 кг древесины выделяется 7,5—8,0 м³ газообразных продуктов сгорания. Продукты горения, за исключением окиси углерода, в дальнейшем гореть больше не способны. При горении древесины твердыми частицами в дыме является сажа (углерод). На состав продуктов сгорания влияют условия, при которых происходит процесс горения. Горение может быть неполное и полное.

При недостаточном доступе воздуха получают продукты неполного сгорания, образующие едкий дым, который часто выделяется во время пожара. Продукты неполного сгорания могут быть

чрезвычайно разнообразными и зависят, прежде всего, от состава и свойства горящей древесины, а также от условий ее сгорания. При недостаточном доступе воздуха образуются продукты сухой перегонки, которые не успевают сгореть. Эти продукты чрезвычайно разнообразны и относятся к различным классам органических соединений. В состав их, кроме продуктов полного горения, входят: окись углерода, спирты, кетоны, альдегиды, кислоты и другие сложные органические соединения. При пожаре пары этих соединений могут присутствовать в дыме, увеличивая его ядовитые свойства. Продукты неполного горения способны гореть и образовывать с воздухом взрывчатые смеси. Взрывы таких смесей происходили при тушении пожаров в сушилках, подвалах и закрытых помещениях с большим количеством горючего материала. Неполное горение наблюдается при пожарах в сушильных камерах, где сосредоточено большое количество древесины. В результате сгорания древесины выделяются окись углерода и другие углеводороды, раздражающе действующие на слизистые оболочки глаз, носа и затрудняющие действия пожарных подразделений по тушению пожара.

Вдыхание дыма, содержащего 0,4% окиси углерода, смертельно. Противогазы БН от окиси углерода не защищают. На пожарах применяются специальные кислородные изолирующие приборы (КИП-5, КИП-7 и др.).

В дыме при пожаре в сушильной камере содержание окиси углерода и других газов (в %) может быть следующим (табл. 1)*.

Таблица 1

CO	CO ₂	O ₂
0,04—0,65	0,1—3,4	17—20

Итак, неполным называется горение, в результате которого получаются продукты, еще способные гореть (окись углерода, сажа и различные углеводороды).

Полным называется такое горение, в результате которого получаются продукты, не способные больше гореть (углекислый газ, пары воды, сернистый газ).

4. ТЕМПЕРАТУРА САМОВОСПЛАМЕНЕНИЯ ДРЕВЕСИНЫ

Низшая температура, до которой нужно нагреть древесину, чтобы она загорелась, называется температурой самовоспламенения. Температура самовоспламенения древесины 250—300°. Это объясняется тем, что при нагревании из древесины выделяют

* П. Г. Демидов. Основы горения веществ. Изд. МКХ РСФСР, 1951.

ся легковоспламеняющиеся горючие газы (летучие продукты), а также большое количество кислорода.

В результате окислительного процесса летучих веществ с кислородом воздуха наступает самовоспламенение древесины при температурах сравнительно низких, чем у других твердых веществ (уголь, кокс и др.). Температура самовоспламенения древесины зависит также от степени ее измельчения. Чем больше измельчена древесина, тем ниже ее температура самовоспламенения. Так, например, температура самовоспламенения древесной стружки значительно ниже, чем древесных брусков. Объясняется это тем, что поверхность 1 кг стружки больше, чем 1 кг брусков. А с большей древесной поверхности выделяется при нагревании больше летучих веществ, способных к окислению и самовоспламенению.

5. САМОВОЗГОРАНИЕ ДРЕВЕСИНЫ

При нагревании до $130\text{--}150^\circ$ древесина начинает самонагреваться. Если создать условия, необходимые для накопления тепла, то древесина самовозгорается. При температурах производственных помещений древесина не представляет опасности самовозгорания. Эта опасность появляется только при нагревании ее до температуры выше 130° . Самовозгорание древесины в открытых деревянных конструкциях или штабелях не происходит из-за отсутствия соответствующих условий для накопления тепла. Обычно самовозгорание древесины происходит в скрытых деревянных конструкциях или в скопившихся древесных отходах, долгое время подвергавшихся нагреву.

Нагрев древесины до 110° безопасен и вполне допустим в процессе сушки или обработки ее. При этой температуре происходит высушивание древесины и частичное выделение летучих веществ. Разложение древесины не происходит, и химический состав ее остается без изменения. При температуре 150° наблюдается разложение нестойких соединений древесины. Цвет ее становится желтым. При температуре 230° разложение ее усиливается, и начинают протекать процессы с выделением газообразных продуктов. Причем большой процент занимают H_2O и CO_2 . Древесина приобретает коричневый цвет с поверхностным обугливанием. В результате этого процесса химический состав древесины изменяется, т. е. происходит увеличение процента углерода и уменьшение водорода и кислорода. Уменьшается объемный вес древесины, но ее объем остается постоянным. Пористость древесины увеличивается, следовательно, увеличивается и ее поверхность соприкосновения с воздухом. При температуре $230\text{--}270^\circ$ в древесине происходит образование пирофорного угля, который способен энергично поглощать (адсорбировать) кислород. Последний, окисляя уголь, поднимает температуру настолько, что уголь воспламеняется, и дерево начинает гореть. Самовозгорание

древесины может происходить при более низких температурах и по другой причине.

Процесс разложения древесины является экзотермическим и при определенных условиях может служить причиной ее самовозгорания. Но для этого необходимо, чтобы количество теплота, выделяющегося за счет реакции разложения древесины, превысило бы теплоотдачу в окружающую среду. Такие условия могут создаваться, когда древесные отходы в сушилке скапливаются на калорифере или балка уложена в кладку кирпичной стены рядом с источником тепла. Иной процесс протекает в опилках или других древесных отходах, сложенных в кучу. В практике имели место случаи разогревания древесных опилок и их самовозгорание. Некоторые авторы (проф. Б. Г. Тидеман и инж. П. Г. Демидов) считают, что основной причиной самовозгорания опилок являются биологические процессы. Во влажных опилках зарождаются микроорганизмы, которые при концентрации теплоты быстро размножаются. Микроорганизмы разлагают клетчатку. Происходит брожение образовавшихся продуктов. Весь этот процесс сопровождается выделением тепла, которое нагревает опилки до $60-70^{\circ}$. При этом образуется уголь, способный поглощать пары и газы. Поглощение паров и газов углем вызывает окислительный процесс, который ведет к дальнейшему нагреву массы. За счет тепла адсорбции температура повышается и достигает $100-130^{\circ}$. Затем образуется пористый уголь, который также поглощает пары и газы и повышает температуру опилок. При достижении температуры 200° начинается разлагаться клетчатка, входящая в состав опилок. Разлагаясь, клетчатка образует уголь, способный интенсивно окисляться. За счет окисления угля температура поднимается до $250-300^{\circ}$, и опилки самовозгораются.

6. ГОРЕНИЕ ДРЕВЕСИНЫ

В процессе горения древесины наблюдаются следующие явления. При поднесении пламени древесина воспринимает теплоту и нагревается, а при температуре 110° происходит высушивание ее и незначительное выделение летучих веществ. Около 130° начинается разложение древесины. Интенсивное разложение ее с изменением цвета происходит при температуре более 150° . При 200° и более начинает разлагаться главная составная часть древесины — клетчатка. Образующиеся при этом газы являются горючими, так как они содержат большое количество окиси углерода, углеводороды, водород и пары органических веществ. Если нагрев производится пламенем, то получающиеся газообразные продукты разложения воспламеняются при соприкосновении с ним, и с этого момента начинается процесс горения древесины. Таким образом, при нагревании древесины пламенем горение начинается с воспламенения газообразных продуктов разложения.

Температуры воспламенения наиболее распространенных пород древесины даны в табл. 2*.

Т а б л и ц а 2

Древесные породы	Температура воспламенения, °С
Дуб	270
Ольха	275
Бук	275
Сосна	270
Ель	290

Горение древесины состоит из двух стадий: пламенное горение газообразных продуктов разложения и беспламенное горение угля. Решающей в развитии пожара является стадия пламенного горения древесины. Она занимает более короткий промежуток времени и связана с выделением большого количества тепла. Температура продуктов горения при ней более высокая, чем в стадии горения угля. Уголь, образующийся на поверхности древесины в период пламенного горения, не горит, хотя и находится в накаленном состоянии, так как его горению в этот период препятствует горение газообразных продуктов разложения, в результате чего кислород не имеет доступа к поверхности угля. Последний горит тогда, когда завершается пламенное горение при значительном выделении газообразных продуктов.

Небольшой период времени оба вида горения древесины протекают одновременно. Затем выделение газообразных продуктов прекращается, и горит только уголь. Скорость выгорания древесины зависит от объемного веса, влажности, температуры среды, количества кислорода и отношения поверхности древесины к ее объему. Более плотная древесина (дуб) горит медленнее, чем менее плотная (осина). Объясняется это тем, что более плотная древесина имеет большую теплопроводность и, следовательно, больше теплотеря от нагреваемого слоя древесины. При горении влажной древесины значительное количество тепла расходуется на испарение влаги, поэтому на разложение древесины идет меньше тепла. Таким образом, скорость выгорания влажной древесины меньше, чем сухой.

Скорость горения древесины значительно изменяется от величины отношения поверхности к объему. Чем больше это отношение, тем больше скорость горения. Например, древесный брус сечением 10 см^2 , длиной 5 м имеет поверхность (без учета торцовых поверхностей) $0,1 \times 5 \times 4 = 2 \text{ м}^2$, а объем $0,1 \times 0,1 \times 5 = 0,05 \text{ м}^3$. На 1 м^3 древесины приходится поверхность горения, равная $2 : 0,05 = 40 \text{ м}^2$. Если этот брус распилить на 4 части сечением

* П. Г. Демидов. Основы горения веществ. Изд. МКХ РСФСР, 1951.

5×5 см, то их общий объем останется прежним, а поверхность будет $0,05 \times 5 \times 4 = 4 \text{ м}^2$. Теперь поверхность горения 1 м³ древесины будет $4 : 0,05 = 80 \text{ м}^2$, т. е. она возросла в 2 раза, следовательно, и скорость сгорания четырех брусков сечением 5×5 см будет больше, чем одного бруска сечением 10×10 см.

По данным ЦНИИПО*, скорость выгорания древесины равна 45—50 кг на 1 м² в час. Такая скорость в сушильной камере может наблюдаться при полном горении, т. е. при открытых дверных проемах и открытых каналах вентиляционной системы.

При относительной герметичности камеры (плотно закрытые ворота, перекрытые каналы вентиляционной сети) горение будет затухать, а скорость выгорания древесины резко снижаться. Температура, получаемая при проведении процесса горения в адиабатических условиях, т. е. при полном отсутствии потерь тепла, называется теоретической температурой горения, до которой нагреваются продукты горения, когда все тепло, выделившееся при горении, идет на их нагревание. Действительно же достигаемые при горении древесины температуры всегда ниже теоретических, так как часть выделяемого тепла теряется в окружающую среду. Разница между действительной и теоретическими температурами горения зависит от скорости сгорания и условий теплоотдачи.

В табл. 3** приведены теоретическая и практическая температуры горения различных пород древесины.

Таблица 3

Древесные породы	Теоретическая температура горения, °С	Практическая температура горения, °С
Береза	1575	1069
Сосна	1605	1090
Ольха	1583	1177
Ель	1590	1080

Температура горения не зависит от количества древесины, так как количество тепла, приходящееся на единицу объема продуктов горения, остается постоянным. Температура горения древесины в сушилках зависит от полноты сгорания (полное, неполное горение), величины избытка воздуха, от скорости горения, температуры древесины и воздуха. Величина температуры горения сильно влияет на развитие пожара в сушилках. Чем она выше, тем больше тепла излучается в окружающую среду и, следовательно, быстрее идет подготовка древесины к горению.

* Центральный научно-исследовательский институт противопожарной обороны.

** П. Г. Демидов. Основы горения веществ. Изд. МХХ РСФСР, 1951.

II. СУЩНОСТЬ ПРОЦЕССА СУШКИ ДРЕВЕСИНЫ

Задача сушки — удаление лишней влаги из древесины в максимально короткий срок, без нарушения целостности древесины. Влага удаляется в результате испарения, которое может происходить при любой положительной температуре окружающей среды.

При сушке древесины влага внутренних слоев, прежде чем испариться, должна сначала переместиться к поверхности. Скорость же перемещения внутри древесины во много раз меньше, чем возможная скорость ее испарения с поверхности. Поэтому наружные поверхностные слои древесины высыхают быстрее, чем внутренние.

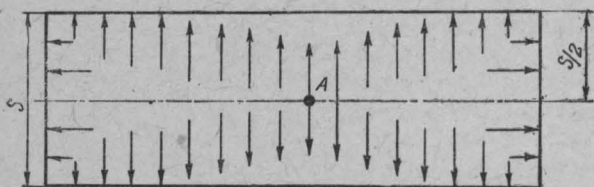


Рис. 1. Схема движения влаги по сечению высушиваемого материала.

На увеличение скорости движения влаги в древесине оказывает влияние повышение температуры воздуха (газа) в камере, так как вязкость жидкости уменьшается с повышением температуры. Чем плотнее высушиваемая древесина и чем меньше в ней соединительных пор, тем медленнее происходит перемещение влаги в древесине. Например, дуб высыхает значительно медленнее, чем сосна. Из-за отставания процесса движения влаги внутри материала от ее испарения с поверхности на первом же этапе сушки образуется значительная разность (перепад) влажности между внутренними и поверхностными слоями древесины. В свою очередь перепад влажности является причиной движения влаги изнутри к поверхности. Чем больше перепад влажности в древесине, тем интенсивнее перемещение в ней влаги. Свойство древесины перемещать влагу под действием градиента влажности называется влагопроводностью.

При перемещении влаги от центра к наружным слоям основной ее поток направлен по кратчайшему расстоянию. Из схемы рис. 1 видно, что для наиболее удаленных от поверхности центральных слоев (точка A) это расстояние равно половине толщины материала. Распределение влажности по толщине материала и величина перепада влажности изменяются в процессе сушки.

На рис. 2 показан примерный характер этого распределения

на разных стадиях процесса. До сушки начальная влажность древесины W_n бывает обычно одинакова по всему сечению (линия 0—0). После начала сушки влажность в поверхностных слоях (линия 1) становится ниже точки насыщения волокна, в то время как в глубине материала она остается без изменения. Далее влажность снижается по всему сечению (линия 2); у поверхности она значительно ниже, а в середине выше точки насыщения волокна. В продолжении процесса сушки (линия 3) влажность средней зоны приблизится к точке насыщения волокна ($W_{т.н.}$) и далее (линия 4) станет ниже ее, в то время как влажность на поверхности в этот период изменится сравнительно незначительно, приблизившись постепенно к равновесной влажности.

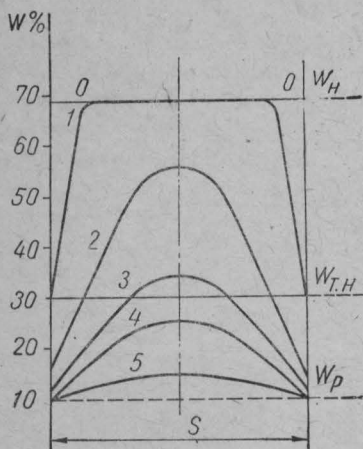


Рис. 2. Кривые распределения влажности по толщине материала в процессе сушки.

На заключительном этапе сушки (линия 5) перепад влажности в материале уменьшится и произойдет выравнивание влажности по его сечению. Итак, побудителем перемещения влаги в древесине является перепад влажности по сечению материала. Чем больше этот перепад, тем интенсивнее перемещение влаги.

Основное в работе сушильщика — умелое проведение процесса сушки, т. е. правильный выбор и соблюдение таких режимов процесса, при которых можно было бы высушить материал в кратчайший срок и без брака.

Перепад влажности по толщине материала не должен превышать определенного предела, так как это из-за разности усадки привело бы к чрезмерным напряжениям и образованию трещин — браку в процессе сушки. Вторым побудителем перемещения влаги внутри материала является разность температур между внутренними и наружными слоями высушиваемого материала. Влага в этом случае будет перемещаться от слоев с более высокой температурой к слоям с более низкой температурой, т. е. параллельно направлению потока тепла. Свойство древесины перемещать влагу под влиянием разности температур называется термовлагопроводностью. При обычной конвекционной сушке большого перепада температуры по сечению материала не наблюдается. Тепловой поток при нагреве материала является встречным по отношению к потоку влаги, т. е. он препятствует перемещению влаги из внутренних слоев к наружным. Поэтому перед сушкой рекомендуется предварительно нагревать материал с тем, чтобы

избегать нежелательного температурного перепада, тормозящего перемещение влаги.

Термовлагопроводность используется при сушке древесины в поле токов высокой частоты. Третьим побудителем движения влаги в древесине является перепад давления паровоздушной смеси, возникающей при нагреве материала до температуры выше 100° вследствие бурного парообразования.

III. ПОЖАРНАЯ ОПАСНОСТЬ И ПОЖАРНАЯ ПРОФИЛАКТИКА СУШКИ ДРЕВЕСИНЫ

1. СУШКА ДРЕВЕСИНЫ В ПОЛЕ ТОКОВ ВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ (ТВЧ)

Переменное электрическое и магнитное поле вызывает выделение тепла в материалах.

В 1914 г. во Франции пытались применить электрический нагрев древесины для ее сушки. Электрический ток частотой 20—30 гц в древесине, уложенной между электродами, в первый момент приводил к нагреву. Но распределение источников тепла получилось неравномерным: в местах контакта между электродами древесина нагревалась сильнее. Перегрев и пересыхание древесины в местах контакта с электродами приводил к изоляции электродов от древесины и прекращению тока, а иногда и к загоранию древесины.

Для быстрого и равномерного нагрева древесины требовалась разработка новых методов нагрева, при которых влияние электрического контакта между питающим устройством и нагреваемым штабелем древесины было бы исключено и возможно было бы получить большую концентрацию мощности в высушиваемой древесине. Эта задача была решена в 1934 г. Н. С. Селюгиным, применившим токи высокой частоты. Опыт советских исследователей был перенят рядом лабораторий за границей: во Франции, в США и ФРГ.

В настоящее время на ряде предприятий нашей страны успешно эксплуатируются установки с применением токов высокой частоты для сушки древесины. Процесс сушки в поле токов высокой частоты характеризуется значительной скоростью прогрева материала и весьма интенсивным испарением из него влаги. Необходимое для испарения влаги тепло не подводится извне, а образуется внутри высушиваемого материала, помещаемого в конденсатор генератора токов высокой частоты. В отличие от атмосферной и камерной сушки, где температура материала по толщине почти неизменна, при сушке в поле токов высокой частоты наблюдается значительный перепад температуры, направленный изнутри материала к поверхности. Это определяет весьма интенсивное продвижение влаги в древесине и значительное сокращение (в десятки раз) продолжительности сушки и гарантирует получение материала хорошего качества. В настоящее время

этот способ сушки древесины применяется в тех случаях, когда необходимо быстро высушить определенное количество материала, когда при обычной тепловой сушке получается брак или когда удастся снизить капитальные затраты за счет резкого сокращения длительности сушки или эксплуатационные расходы за счет поточности производства.

Широкому использованию этого способа сушки препятствуют сравнительно высокая стоимость оборудования и большой расход электроэнергии (2—3,5 квт·ч на 1 кг испаряемой влаги), а также сложность установки и необходимость квалифицированного обслуживания. Высокочастотная сушилка древесины состоит из высокочастотной установки (ламповый или машинный генератор) и одной или нескольких сушильных камер. В камере древесину помещают между двумя пластинами — сетками, которые являются электродами конденсатора колебательного контура высокой частоты. Между пластинами возникает переменное электрическое поле, которое оказывает тепловое воздействие на высушиваемую древесину. Тепло возникает в результате диэлектрических потерь вследствие поляризации молекул материала, совершающих колебательные движения. При нагреве древесины тепло передается от внутренних слоев наружным, причем время нагрева не зависит от размеров поперечного сечения материала.

Положительными при сушке древесины в поле токов высокой частоты являются:

- а) быстрый прогрев древесины;
- б) легкость регулирования температурного перепада между внутренними и наружными слоями;
- в) сокращение продолжительности сушки;
- г) уменьшение внутренних напряжений и опасности растрескивания древесины.

Основной частью высокочастотной сушильной установки является ламповый или машинный генератор, который превращает энергию постоянного или переменного тока промышленной частоты в энергию колебаний высокой частоты. Ламповый генератор состоит из питающего устройства (аккумулятор, динамомашина), электронных ламп и колебательного контура.

Для сушки древесины в поле токов высокой частоты часто применяют установки мощностью 50 квт. Схема генератора полезной мощностью 50 квт изображена на рис. 3.

Ламповый генератор этой схемы преобразует переменный ток промышленной частоты (50 гц) в энергию колебаний высокой частоты (500—600 кгц). Установка состоит из следующих основных частей: силового щита с вынесенным отдельным анодным трансформатором мощностью 100 квт, повышающим напряжение переменного тока с 220/380 до 6600/7200 в; газотронного выпрямителя для питания анодов с шестью лампами, соединенными по трехфазной двухполупериодной схеме. Газотрон состоит из анода и катода, помещенных в стеклянный баллон, в котором находятся

64070

шкаф генератора		шкаф колебательных контуров		тележка с дрессингой в сушильной камере
питание	газотронный выпрямитель	генераторные лампы		
		промежуточный контур	нагрузочный контур	

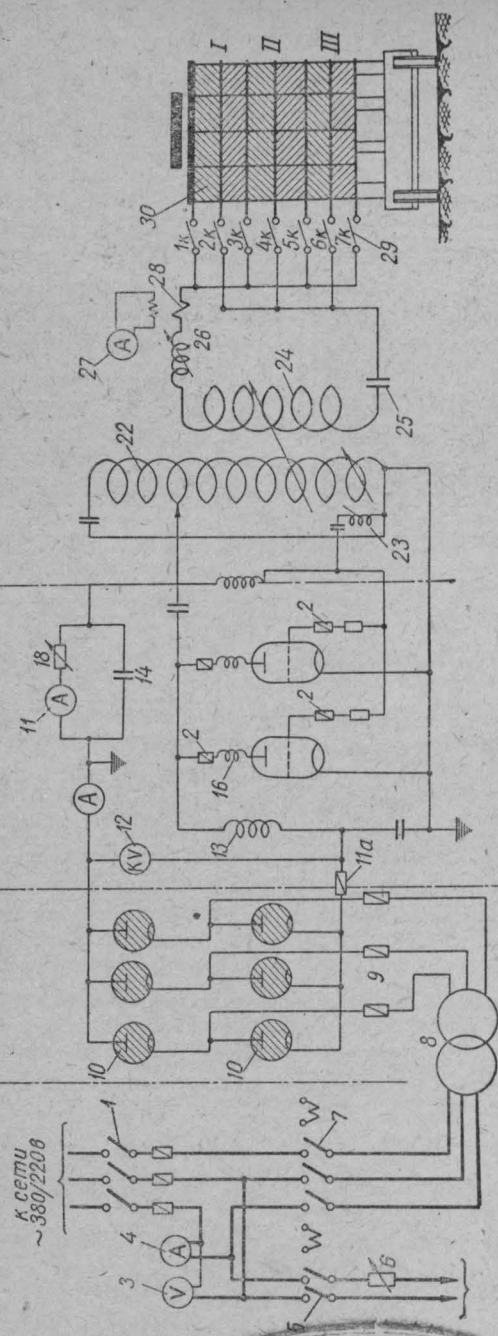


Рис. 3. Схема высокочастотной установки мощностью 50 квт.

1 — общий рубильник; 2 — предохранитель; 3 — вольтметр переменного тока; 4 — амперметр переменного тока; 5 — контактор накали; 6 — реостат накали; 7 — контактор анода; 8 — анодный трансформатор; 9 — предохранители газотронов; 10 — газотрон; 11 — амперметр постоянного тока; 12 — анодный дроссель; 13 — анодный дроссель; 14 — блокировочный конденсатор; 15 — генераторные лампы; 16 — антипаразитное сопротивление; 17 — дроссель сетки; 18—19 — сопротивление и дроссель сетки; 20 — разделительный конденсатор; 21, 22 — конденсатор и катушка колебательного контура; 23 — катушка обратной связи; 24 — катушка связи с нагрузкой; 25 — укорачивающий конденсатор; 26 — вариометр нагрузки; 27 — темповый амперметр; 28 — трансформатор тока высокой частоты; 29 — контакты на электродах; 30 — высушиваемая древесина.



пары ртути. Для лучшего выпрямления в цепь включено шесть газотронов. Генераторные лампы соединены параллельно. Генератор имеет колебательный и нагрузочный контуры, узел автоматического управления агрегатом, а также сигнализацию и блокировку для безопасности эксплуатации. Управление генератором позво-

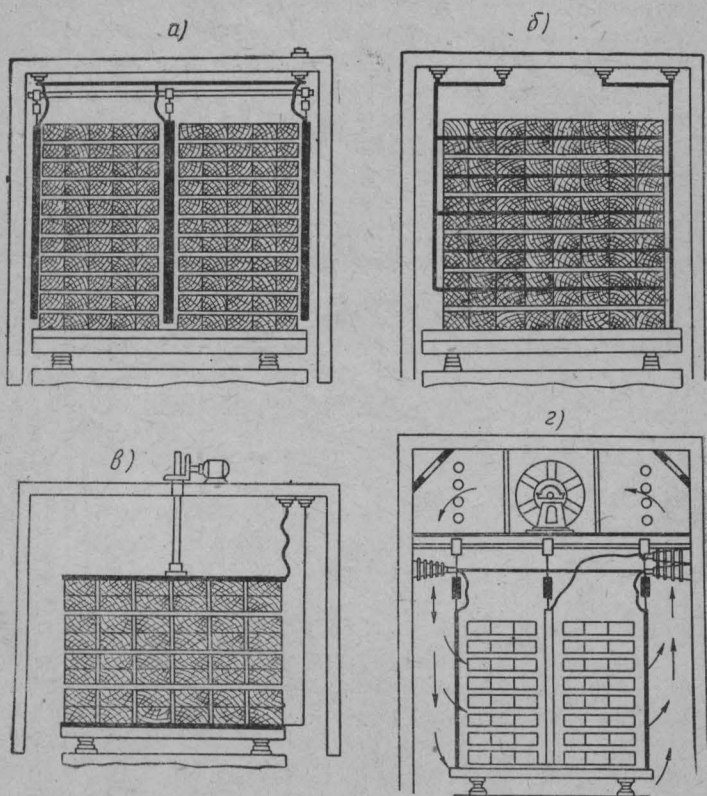


Рис. 4. Варианты расположения электродов и камеры для комбинированного способа сушки:

а — вертикальное расположение (бесконтактный способ сушки); *б* — горизонтальное расположение (контактный способ сушки); *в* — горизонтальное расположение с верхним регулируемым по высоте электродом; *г* — комбинированный (паровысокочастотный) способ сушки.

ляет дистанционно осуществлять его включение и выключение в необходимой последовательности.

Конструктивно генератор представляет собой металлический ящик, где размещены газотронный выпрямитель и все элементы лампового генератора, за исключением контурного конденсатора, установленного на крышке ящика, и электродов рабочего конденсатора, расположенных в сушильной камере.

Электроды сушильного конденсатора сетчатые, из латуни с ячейками размером около 10×10 мм. В зависимости от расположения электродов сушильного конденсатора существуют следующие способы сушки древесины в поле токов высокой частоты:

Бесконтактный. При бесконтактном способе пиломатериал укладывается на платформу вагонетки с промежутком посередине шириной от 150 до 200 мм и подается в сушильный конденсатор с вертикальным расположением трех или двух электродов (рис. 4, а), после чего вагонетку помещают в камеру, где с боков и в середине штабеля устанавливают электроды.

Поскольку электроды не касаются высушиваемой древесины, указанный способ сушки называют бесконтактным.

Контактный. Для контактного способа характерно горизонтальное размещение электродов, поочередно присоединяемых к двум токоведущим шинам. Высушиваемую древесину в один или несколько рядов помещают между электродами. Последние закладываются при укладке штабеля, а после закатки штабеля в камеру подключают к шинам (рис. 4, б). На рис. 4, в показан способ сушки древесины между двумя горизонтально расположенными электродами. Верхний электрод передвижной. Он может быть в контакте с материалом или отведен от него. Каждый из указанных способов размещения электродов имеет свои преимущества и недостатки.

Наиболее рациональным является вариант сушки с регулируемым по высоте верхним электродом (рис. 4, в). Этот способ позволяет легко настраивать генератор при изменяющейся емкости сушильного конденсатора во время сушки. Недостатком этого варианта является то, что высота штабеля не может быть больше 600—700 мм. К тому же эта величина считается пределом для расстояний между электродами при любом варианте их расположения. Лучшие результаты с точки зрения равномерности сушки получаются при горизонтальном расположении электродов через каждый ряд высушиваемого материала. Дальнейшее развитие сушки древесины в поле ТВЧ привело к комбинированному способу, при котором используется обычное паровентиляторное оборудование сушильной камеры (рис. 4, г). Этот способ сушки дает значительную экономию электроэнергии, ибо расход тепла на теплотери через ограждения и частично на прогрев древесины и испарение влаги покрывается более дешевой тепловой энергией пара.

Действие токов высокой частоты создает температурный перепад в высушиваемом материале, в результате чего происходит испарение влаги в толще древесины. В настоящее время этот способ считается единственным практически приемлемым способом применения токов высокой частоты для сушки древесины. Время сушки при комбинированном способе (против конвекционного) сокращается в несколько раз. Режимы сушки древесины в поле ТВЧ следующие (табл. 4).

Таблица 4*

Показатели	Р е ж и м		
	мягкий	средний	жесткий
Температура древесины, °С	80—85	100—105	110—115
Относительная влажность воздуха, %	80	70—80	50—60
Длина волны, м	900—1200	700—1000	400—900
Продолжительность сушки в часах при толщине материала:			
100 мм	15—17	11—12	—
50 "	—	7—8	5—6
25 "	—	4—5	3—4

Жесткий режим — для малых размеров и заготовок из древесины хвойных и рассеянопоровых пород.

Средний режим — для досок и заготовок из древесины хвойных пород.

Мягкий режим — для досок и заготовок из древесины трудносохнувших пород (дуба, лиственницы и др.).

При устройстве и эксплуатации к сушилкам древесины токами высокой частоты предъявляются следующие требования:

а) экранирование частой сеткой внутренних поверхностей помещений (генераторного и сушильного);

б) заземление всех металлических частей и агрегатов, находящихся в помещении установки;

в) генераторное помещение и сушильная камера должны быть выполнены из несгораемого материала;

г) сушильная камера должна выделяться обособленно от других помещений;

д) наличие проточной воды с расходом не менее 30 л/мин и давлением около 2 атм для охлаждения ламп;

е) обслуживающий персонал должен иметь специальный допуск для работы на высоковольтных установках;

ж) наличие автоматической блокировки дверей сушильной камеры с генератором;

з) дежурный персонал обязан знать инструкцию эксплуатации генератора;

и) обязательное наличие средств пожаротушения (паротушение, углекислотные и пенные огнетушители, внутренние пожарные краны). Знание дежурным персоналом правил пользования ими.

Кроме указанных способов сушки древесины в поле токов высокой частоты, сушка может производиться также в конвейерной высокочастотной электросушилке мелких заготовок. Схему конвейерной электросушилки впервые предложили В. А. Бирюков и А. И. Ходорковский, но данный способ сушки в деревообрабаты-

* П. В. Соколов. Сушка древесины. Гослесбумиздат, 1960.

вающей промышленности применяется очень редко, поэтому разбирать его пожарную опасность нет необходимости.

а) Пожарная опасность процесса

Пожарная опасность процесса сушки древесины в поле токов высокой частоты определяется по наличию благоприятных условий возникновения загорания и горения. В высокочастотной камере в период сушки всегда имеется горючая среда. Для сушки древесины в поле токов высокой частоты характерны предварительный нагрев ее до 115° , наличие большого количества воздуха, поддерживающего горение, специфических источников воспламенения, сложной системы высокочастотного электрического оборудования, требующего квалифицированного обслуживания. Малейшее нарушение заданных технологических режимов сушки, как правило, приводит к загоранию высушиваемой древесины. Этот вид сушки более пожароопасен, чем другие виды ее (паровая сушка, петролатумная, атмосферная и др.).

Сушка древесины в поле токов высокой частоты комбинированным способом выгодно отличается от сушки только в поле токов высокой частоты также и по степени пожарной безопасности. При сушке только токами высокой частоты, без парового обогрева и вентиляторного оборудования, окружающей средой является воздух с большим содержанием кислорода, т. е. создаются благоприятные условия для горения.

Комбинированная высокочастотная сушка древесины производится в герметических сушильных камерах, оборудованных паровентиляторным устройством. Расположенные в камерах увлажнительные паровые трубы повышают влажность воздуха, необходимую для нормального режима сушки. Поэтому в камере процесс горения затруднен. Кроме того, увлажнительные трубы могут служить надежным средством тушения пожара в высокочастотной камере.

При комбинированном высокочастотном способе сушки древесины удельная мощность электроэнергии, приходящаяся на 1 м^3 древесины, в 8—10 раз меньше, чем при некомбинированной высокочастотной сушке потому, что при сушке комбинированным способом один генератор обслуживает одновременно 25—50 м^3 древесины, в то время как при сушке древесины только токами высокой частоты, при одной и той же мощности генератора, допускается загрузка не более 5—6 м^3 древесины.

При сушке древесины в поле токов высокой частоты появляется большое количество причин возникновения пожаров.

Электрическая прочность древесины, как и всякого диэлектрика, имеет предельную величину. Поэтому напряженность электрического поля между двумя электродами, разделенными прослойкой (высушиваемый материал), не должна превышать определенной предельной величины. Если эта величина будет превышена, то

электричество с электрода, имеющего большой потенциал, начнет переходить на электрод с меньшим потенциалом. Возникает пробой воздушного промежутка. Все напряжение контура токов высокой частоты перейдет на древесину. Напряжение токов высокой частоты на древесине возрастет в несколько раз против установленного по расчету. В результате пробоя древесины может возникнуть загорание. Искрение и загорание высушиваемой древесины чаще всего происходят вблизи сетки, имеющей большее напряжение относительно земли или смежного электрода.

В процессе сушки концентрация влаги в древесине в одном месте, а также уменьшение электрической прочности воздуха могут вызвать искрение, пробой диэлектрика и загорание высушиваемой древесины. По этой причине загоралась древесина на сушильных высокочастотных установках Горьковского автозавода. Скопление влаги в древесине в одном месте может возникнуть в результате примерзания кусков льда и снега к материалу в зимнее время и попадания дождя, если перед сушкой древесина хранилась на открытой площадке или в помещении, не приспособленном для ее хранения.

К концу сушки электрическое сопротивление древесины возрастает, а диэлектрическая постоянная ее уменьшается. Кроме того, древесина в процессе сушки претерпевает усадку — образуются воздушные зазоры. При контактном способе сушки только токами высокой частоты через каждые 2 часа необходимо подтягивать вертикальные боковые стяжки (выполненные из латуни или другого металла) для более плотного прилегания электродов к высушиваемой древесине. В противном случае в местах воздушных зазоров между электродами и древесиной могут возникнуть загорания в результате электрического пробоя. Очень часто в древесине встречаются рыхлые, гнилые включения «табачные сучки», обладающие из-за иного структурного строения большей электропроводностью, чем обычная древесина. В результате накопления электрического тока в «табачных сучках» возникает большой нагрев, затем происходит обугливание с последующим загоранием этой части древесины. По этой причине часто возникают пожары.

Иногда сушильные штабеля складываются из неочищенной от коры древесины. Подсушиваемая кора к концу процесса сушки начинает обугливаться, так как она имеет большое сопротивление и быстро нагревается. В результате сильного нагрева происходит загорание коры древесины.

К высушиваемым заготовкам, уложенным в штабеля, могут прилипать (примерзать) древесные опилки и другой сгораемый мусор.

Вследствие разности электрического сопротивления древесины и опилок на месте скопления последних возникает искрение, которое, как правило, приводит к загоранию. В результате выгорания или осыпания опилок и мусора в высушиваемом штабеле

древесины образуются воздушные зазоры, которые могут привести к электрическому пробое и возникновению пожара.

При искрении и небольшом загорании происходит частичное обугливание древесины. Незначительное обугливание небольшой части доски или бруса способствует быстрому увеличению токопроводящего канала и развитию искрения. Достаточно появиться небольшому угольному каналу, как он может быстро превратиться в очаг, ибо уголь — хороший проводник электричества. Если электрод (сетчатый, пластинчатый или какой-либо другой) будет касаться обугленной древесины, то при неплотном касании двух электрических проводников (металла и угля) обязательно возникает искрение, которое может вызвать пожар. По этой причине на Московском вагоноремонтном заводе были случаи загорания древесины.

Обычно обугливание древесины часто происходит на концах высушиваемого штабеля, а также на поверхности досок или брусьев, выходящих за габариты штабеля.

Если электроды неплотно прилегают к этой части высушиваемой древесины и если давление их на древесину невелико, создаются благоприятные условия возникновения загорания.

Практика сушки показала, что различные породы древесины в процессе высокочастотной сушки по-разному предрасположены к искрению. Это объясняется исключительно строением пород древесины. Например, редко дают искрение пиломатериалы из сосны и ели. Дуб и бук при сушке в поле токов высокой частоты также способны к искрению; наиболее интенсивно дает искрение береза.

При высокочастотной сушке часто применяются сетчатые электроды. Как при горизонтальном, так и вертикальном расположении электродов последние должны быть сплошными. В противном случае отдельные участки сетки электрода при нарушении целостности их соединений могут провиснуть, а при контакте с близлежащими проводами вызвать местный нагрев сетки, способный привести к обугливанию и загоранию древесины.

Пожары происходят также и от замыкания электродов. Порванные проволоки электродов, свисая вниз, перекрывают соседние сетки электродов. В результате замыкания электродов возникает загорание высушиваемой древесины. По этой причине на одном из деревообрабатывающих заводов Москвы произошло несколько пожаров.

Иногда в высушиваемой древесине могут быть различные металлические включения: гвозди, скобы, осколки и т. п., которые являются причиной загорания. Поскольку на электроды подается высокое напряжение и в сушильном конденсаторе создается переменное электромагнитное поле, то за счет вихревых (индукционных) токов кусочки металла, находящиеся в древесине, сильно нагреваются, причем температура нагрева может быть настолько высока, что возникает загорание древесины. Практика показала,

что за счет индукционных токов нагреваются не только металлические включения в древесине, но и имеющиеся на электродах различные электрозаварки и электроприварки, которые, нагреваясь до высокой температуры, вызывают загорание древесины. Пожары при высокочастотной сушке также могут быть от неисправности осветительного и силового электрооборудования. Таким образом, загорание древесины при высокочастотной сушке зависит: от состояния окружающего воздуха (влажность, температура), величины напряжения и частоты тока, равномерности электрического поля, электрической прочности древесины, породы древесины и пр.

б) Особенности горения и развития пожара

Характер горения древесины и развития пожара при сушке в поле токов высокой частоты тот же, что и при других способах сушки, однако имеются отличительные особенности.

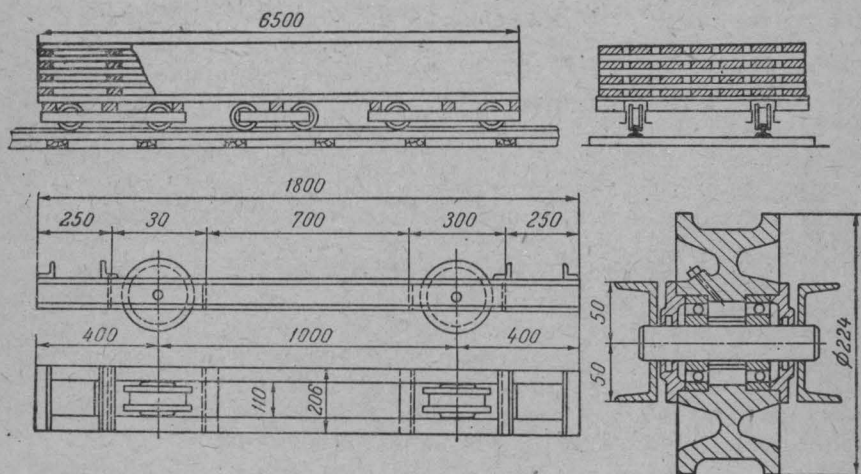


Рис. 5. Укладка штабеля на треки и устройство трека.

Как правило, высокочастотные камеры проектируются и строятся для цехов с небольшим потреблением высушенной древесины (модельные цехи, цехи контрольно-измерительных приборов, карандашные фабрики и т. п.).

Высокочастотная сушильная установка состоит из одной или нескольких камер. Размещаются они непосредственно в цехах. Сушилки древесины в поле токов высокой частоты помещаются как на первых этажах зданий, так и в подвалах.

Штабель высушиваемой древесины в высокочастотной камере или размещают на трековой тележке или укладывают на подкладках непосредственно в камере.

Трек представляет собой двухколесную тележку, устанавливаемую на один рельс (рис. 5). Применяются треки нормальной длины (1,8 м) и укороченные (1,4 м). Последние обычно устанавливают под средней частью штабеля. Раму трека нормальной длины делают из двух швеллеров № 10, укороченных треков из швеллеров № 8, а колеса — из ковкого чугуна или стали с двумя реборами. Вес одного трека около 80 кг.

Каждую пару треков, стоящих один против другого на рельсах, связывают поперечными деревянными подштабельными брусками сечением 140×160 мм. Вместо деревянных брусков иногда применяются металлические двутавровые подштабельные балки. Подштабельные брусья по длине должны быть равны ширине штабеля. Число подштабельных брусков при длине штабеля 6,5 м обычно составляет 6—8.

Преимущество треков над четырехколесными вагонетками заключается в том, что треки, разобрав, можно убрать с рельсового пути и дать тем самым возможность проехать груженому штабелю. Это очень важно при тушении пожара (разборка штабеля, создание разрыва, эвакуация из зоны пожара и т. д.). Трековые тележки применяются также и в других типах сушильных камер (паровых, газовых, жидкостных и т. д.). При высокой температуре во время пожара в камере металлические части трековых тележек, деформируясь, заклиниваются в рельсовом пути, затрудняя эвакуацию штабелей и действия пожарных подразделений. Поэтому следует избегать применения металлических двутавровых подштабельных балок вместо деревянных, а также металлических четырехколесных вагонеток.

Размеры высокочастотных камер могут быть различными в зависимости от размеров сушаемой древесины. Наиболее крупные камеры имеют размеры 6×3×2,7 м. В высокочастотные сушильные установки древесины загружается значительно меньше, чем в другие сушилки, поэтому около высокочастотных камер нет большого скопления сырого и сухого материала. В связи с этим пожары в высокочастотной установке не сопровождаются большим развитием и распространением.

Как показала практика, пожары в высокочастотных сушилках древесины дают мало убытков, хотя и доставляют много хлопот пожарным работникам и сушильщикам. Пожары сопровождаются сильным задымлением и высокой температурой, как и в другой любой замкнутой среде с хорошей теплоизоляцией (подвал, помещение холодильника и т. п.). Для подавления радиопомех всю внутреннюю поверхность высокочастотной камеры облицовывают листовой сталью толщиной не менее 0,5 мм. Такая облицовка называется экраном.

Для экранировки камер применяются также латунные, медные и стальные сетки. Экранирование высокочастотного электромагнитного поля (первичное поле) основано на возникновении в экране под действием этого поля вихревых токов, которые в свою оче-

редь создают вторичное электромагнитное поле, направленное противоположно первичному. Экран задерживает часть излучения источника помех, остальная часть проходит сквозь экран и распространяется дальше, неся с собой радиопомехи. Эффективность экранирования зависит от рода материала, частоты установки, толщины материала и пр.

Во время тушения пожара в камере из пожарных стволов струи воды могут попасть на раскаленную экранировку сушильной камеры. В результате мгновенного парообразования в камере (1 л воды образует 1700 л пара) через дверной проем может произойти выброс сильно нагретой смеси водяного пара и продуктов сгорания. Это иногда приводит к несчастным случаям.

На одном московском приборостроительном заводе ночью в высокочастотной сушилке древесины загорелся сушаемый материал (буковые заготовки). Пожар произошел от неисправности электродов (горизонтально расположенных латунных сеток) и отсутствия должного контроля за процессом сушки. Сушильная установка состояла из генератора высокой частоты и одной сушильной камеры следующих размеров: длина — 3 м, ширина — 2,5 м, высота — 3,5 м. Стены камеры были кирпичные, перекрытие — железобетонное. Высокочастотная установка располагалась в подвальном помещении цеха. Древесина в сушильной камере укладывалась на подставках непосредственно на полу. К моменту прибытия пожарной части подвальное помещение было полностью задымлено, чувствовалась высокая температура. Экранировка сушильной камеры из стальных листов сильно накалилась.

Через несколько секунд после введения ствола Б в сушильную камеру, в результате попадания струй воды на сильно раскаленную экранировку, произошел внезапный выброс нагретой смеси водяного пара и продуктов сгорания. После быстрого парообразования смесь водяного пара и продуктов сгорания заполнила камеру, а излишки смеси вышли наружу.

В результате выброса сильно нагретой смеси из камеры несколько человек получили ожоги лица и рук. Температура выбрасываемой смеси была настолько высокой, что резиновые маски кислородно-изолирующих приборов оплавилась. Тушение пожара длилось шесть часов.

Таким образом, при тушении пожаров в высокочастотных сушильных установках необходимо учитывать:

- а) наличие высокого напряжения, которое при пожаре немедленно должно быть отключено;
- б) место расположения высокочастотной сушильной установки (подвал, этаж и т. п.);
- в) наличие в помещении сушильной установки сильного задымления и высокой температуры;
- г) при подаче водяных струй в сушильную камеру и попадании их на раскаленную металлическую экранировку может про-

изойти выброс сильно нагретой смеси водяного пара и продуктов сгорания;

д) для тушения пожара в камерах нередко устраивают дренажные установки. Во время их пуска при плотно закрытых дверных проемах и высокой температуре в камерах возможно резкое открывание (или вырывание) дверей и выброс сильно нагретой смеси водяного пара и продуктов сгорания из камер в помещение. Следовательно, при тушении пожаров в высокочастотных сушильных камерах древесины необходимо соблюдать меры безопасности.

При тушении пожаров также необходимо учитывать способ укладки штабелей древесины для сушки, т. е. укладку на трековых тележках или непосредственно на полу камеры. Укладка на полу камеры крайне нежелательна, так как во время тушения пожара при разборке штабеля и эвакуации из камеры пиломатериала создаются исключительно трудные условия работы. Необходимо учитывать также наличие системы вентиляции в камерах и увлажнительных паровых трубах.

в) Тушение пожара

Горячей средой в высокочастотной установке, выполненной в соответствии со всеми строительными требованиями, может быть высушиваемая древесина и сгораемые части высокочастотного и электрического оборудования. В связи с этим рекомендуются следующие способы тушения пожаров в высокочастотных сушильных установках.

Первый основной способ — прекращение горения осуществляется снижением температуры горящего вещества ниже температуры его воспламенения. При этом количество выделяющихся из вещества горючих паров и газов будет недостаточным для образования горючей смеси с воздухом, и горение прекратится. Охладить верхний слой горячей древесины ниже температуры воспламенения, т. е. примерно ниже 240° , можно самым доступным огнегасительным средством — водой.

Прекращение горения древесины холодной водой основано на том, что она, соприкасаясь с нагретым верхним слоем древесины, отнимает от нее значительное количество тепла на свое нагревание и испарение. Вследствие этого температура верхнего слоя древесины падает ниже температуры воспламенения. Количество образующихся горючих паров и газов станет недостаточным для создания горючей смеси в зоне горения, и оно прекратится.

При попадании воды на древесный уголь, нагретый до $500-700^{\circ}$, вода нагревается и частично испаряется. Температура верхнего слоя угля снижается. Горение паров и газов, выделяющихся из древесины, прекращается вследствие насыщения их парами воды. Если бы вода покрывала одновременно всю поверхность горячей древесины, то на этом бы горение прекратилось. Однако тушение пожара компактной струей не дает возможности

покрывать водой одновременно всю поверхность горящей древесины, что увеличивает время тушения. Поэтому при тушении горячей древесины в сушилке необходимо применять распыленную воду, которая может покрыть одновременно значительную поверхность древесины и, следовательно, повысить скорость тушения. Воду при этом необходимо вводить стволами-распылителями и дренчерной системой, установленной заранее на случай пожара в камере. Тушение водой находящихся под напряжением высокочастотного и электрического хозяйств сушильной установки категорически запрещается.

Второй способ — прекращение горения высушиваемой древесины в сушильной камере и сгораемых частей электрохозяйства (в генераторном помещении) осуществляется разбавлением воздуха негорючими парами и газами. В качестве негорючих паров и газов применяются: водяной пар, дымовые газы, углекислый газ, азот и др.

Водяной пар является наиболее доступным огнегасительным средством, чем углекислый газ, азот и другие инертные газы, так как он имеется на каждом производстве. При комбинированном способе сушки, когда высокочастотная сушильная установка обеспечивается паровентиляторным оборудованием, для повышения влажности воздуха в камере применяются специальные увлажнительные трубы. Повышение влажности в сушильной камере необходимо для поддержания требуемого технологического режима сушки. Помимо своего основного назначения, увлажнительные паровые трубы могут служить надежным средством предотвращения пожара.

Увлажнительные трубы представляют собой обычные стальные трубы диаметром около 2 дюймов. Вдоль труб для выхода пара сверлят отверстия диаметром 5 мм на расстоянии 200 мм одно от другого. Один конец трубы присоединяется к паровой магистрали, а другой закрывается пробкой. Длина труб и их размещение определяются конструкцией сушильной камеры.

В сушильной установке только в поле токов высокой частоты, где отсутствует паровентиляторное оборудование, а следовательно, и увлажнительные трубы, паротушение рекомендуется проводить путем ввода в помещение сушильной камеры паровых патрубков. Количество и диаметр паровых патрубков устанавливаются в зависимости от объема сушильной камеры и расхода водяного пара. Кроме водяного пара, для тушения пожара в сушильной камере можно успешно использовать продукты горения (дым).

При полной изоляции от окружающей среды камеры, где произошло загорание высушиваемой древесины, продукты горения остаются в ней и разбавляют воздух, понижая концентрацию кислорода до 14—18%. В результате недостатка кислорода в камере горение древесины постепенно прекращается. Как показала практика, тушение пожаров в сушильных камерах продуктами горения заканчивалось успешно. Но, к сожалению, этот способ

тушения еще не нашел широкого применения. Данный способ можно использовать в том случае, если сушильная камера высокочастотной установки полностью изолирована от внешней среды. Если камера имеет много проемов и неплотностей, то применение этого способа недопустимо.

Тушение углекислым газом совмещает два способа — прекращение горения путем снижения температуры горящего вещества ниже его температуры воспламенения и путем разбавления воздуха. Это огнегасительное средство значительно дороже и менее доступно, чем, например, вода, водяной пар и продукты горения (дым). Но оно незаменимо при тушении пожаров в генераторном помещении при горении сгораемых частей высокочастотного и электрического оборудования, находящегося под напряжением. Средствами тушения в этом случае могут быть ручные и перевозные углекислотные огнетушители.

г) Противопожарные мероприятия при проектировании и эксплуатации

При проектировании высокочастотных сушильных установок древесины необходимо отказываться от сушки только в поле токов высокой частоты, так как этот вид сушки является наиболее дорогостоящим и пожароопасным. Рекомендуется применять комбинированный вид сушки древесины в поле токов высокой частоты с использованием паровентиляторного оборудования как наиболее экономичного и менее пожароопасного. Высокочастотная сушильная установка должна размещаться только на первом этаже в обособленных помещениях не ниже второй степени огнестойкости. Электротехническая часть (генераторное помещение) установки должна быть изолирована от сушильной камеры и склада сухого материала брандмауэром. В случае необходимости устройства в брандмауэре дверного проема последний рекомендуется спринклеровать. При проектировании деревообрабатывающих предприятий в одном здании (блокировка всех производственных помещений под одной крышей) высокочастотные сушилки древесины целесообразно располагать по периметрам сблокированных помещений и отделять их брандмауэрными стенами от всех других производственных и хозяйственно-бытовых помещений.

На рис. 6 представлен один из вариантов размещения высокочастотной сушилки древесины в сблокированном производственном корпусе. Дверные проемы, соединяющие сушильный блок с другими цехами, а также склады сухого материала целесообразно спринклеровать. В складах сухого материала вместо спринклерной установки следует предусматривать внутренние пожарные краны. В сушильной же камере для тушения пожара рекомендуется проектировать дренажную установку или паровые патрубки от паровой магистрали. Для извещения обслуживающего персонала или пожарной охраны звуковыми или световыми сигналами о возникновении пожара в высокочастотной сушилке необхо-

димо предусматривать установку термоэлектрических датчиков: термисторов — полупроводниковых термоэлектрических датчиков, испытанных и одобренных ЦНИИПО; реле температуры, пределы его настройки 0—200°; реле температуры типа ТР-200, пределы настройки его 25—200° и др.

В процессе эксплуатации высокочастотной сушилки древесины необходимо выполнять следующие противопожарные требования.

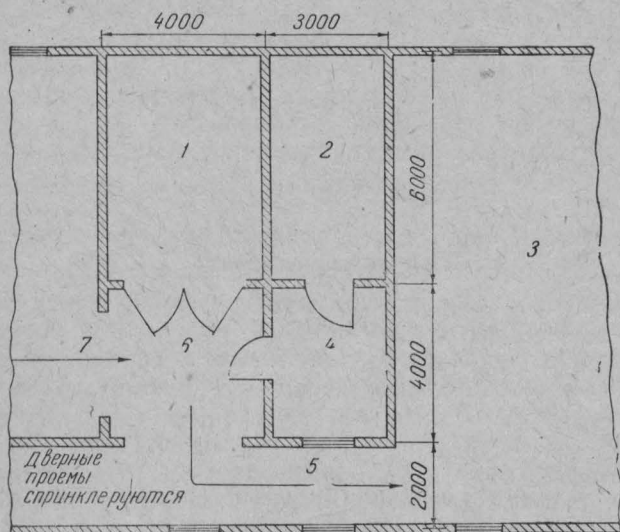


Рис. 6. Пример планировки однокамерной высокочастотной сушилки древесины:

1 — сушильная камера; 2 — помещение для высокочастотной установки; 3 — цех деревообработки; 4 — помещение обслуживающего персонала; 5 — поступление материала в распиловочный цех; 6 — погрузочно-разгрузочная площадка; 7 — материал для сушки.

При сушке древесины только в поле токов высокой частоты для лучшего контакта между электродами и древесиной необходимо производить стяжку древесины в штабель с нагрузкой не менее 700 кг/м².

В высушиваемые штабеля древесины следует укладывать пиломатериалы одного сечения и одной длины, не допуская выхода их за габариты штабеля по его длине и ширине. При формировании сушильных штабелей следует не допускать укладку некоренной древесины, а также древесины, покрытой льдом и снегом. Необходимо тщательно очищать высушиваемые доски или брусья от прилипших к ним древесных отходов (опилок, стружек и т. п.). Чтобы изъять всякого рода металлические включения, древесину перед укладкой в штабель необходимо тщательно просматривать. Древесина, предназначенная для сушки, не должна иметь обуг-

ленных, закопченных и затемненных мест. При контактной сушке пиломатериала в поле токов высокой частоты (горизонтальное расположение электродов) нельзя допускать применения рваной и сваренной из лоскутов сетки (электродов). В противном случае рваная сетка может дать искрение и вызвать загорание. Необходимо следить, чтобы количество электродов и расстояние между ними строго соответствовало требованиям технологического процесса. Нельзя допускать провисания электродов — металлических сеток или листов (при горизонтальном расположении) за габариты штабеля. При укладке штабелей пиломатериала для сушки между горизонтальными и вертикальными рядами для отвода влаги необходимо оставлять промежутки (продухи в 1—3 см): вертикальные — при сушке только токами высокой частоты с подвесными вертикальными электродами и горизонтальные — при высокочастотной сушке комбинированным способом. Продухи нужны для того, чтобы пары влаги могли беспрепятственно выходить из высушиваемого штабеля древесины. Если же влага будет задерживаться на каком-либо участке штабеля, то в результате накопления влаги в древесине в одном месте может произойти пробой диэлектрика и загорание высушиваемой древесины. В процессе формирования штабелей материала для сушки необходимо внимательно следить, чтобы не попадала гнилая древесина с трухлявыми сучками и смолистыми включениями.

При контактном способе сушки древесины только в поле токов высокой частоты нужно регулярно подтягивать вертикальные стяжки штабелей для сохранения необходимого контакта между древесиной и электродами, исключая тем самым воздушные зазоры. Нельзя допускать монтаж на сгораемых панелях (основаниях) главного рубильника генератора и блокировки безопасности дверей шкафа генератора ввиду того, что при нагреве и искрении их контактов может возникнуть загорание.

Все контакты и предохранители электрических магистралей должны монтироваться на несгораемых панелях и щитках. Накопление влаги в одном месте в древесине и уменьшение электрической прочности воздуха могут вызвать искрение, пробой диэлектрика и загорание высушиваемого материала. По этой причине часто происходят пожары при сушке древесины в поле токов высокой частоты.

Для выравнивания влаги по всему объему высушиваемой древесины, загруженной в камеру, и последующего более равномерного распределения токов высокой частоты рекомендуется применять вентиляционную установку для усиления циркуляции воздуха в сушильной камере. Чтобы предупредить возникновение электрических разрядов в процессе сушки древесины, следует уменьшить рабочее напряжение на электродах и применять более высокие частоты. При укладке штабелей для сушки необходимо следить, чтобы они формировались из древесины одного сорта и одинаковой влажности.

Воздушный зазор между электродами и пиломатериалом при вертикальном расположении их должен быть не менее 10 мм.

Сушильная камера высокочастотной установки должна иметь блокирующее устройство, автоматически отключающее напряжение при открывании двери.

Высокочастотная сушка древесины требует квалифицированного обслуживания и систематического контроля за режимом. Малейшее отклонение от режима сушки может привести к загоранию древесины. Поэтому кроме указанных противопожарных требований, которые должны выполняться в процессе эксплуатации высокочастотных сушилок, необходимо также предусматривать противопожарные мероприятия организационного характера.

С рабочими, принимаемыми на работу в сушильный цех, должен проводиться инструктаж о мерах пожарной безопасности при высокочастотной сушке древесины:

а) первичный — в пожарной охране объекта о соблюдении общих правил пожарной безопасности и пользовании средствами пожаротушения и связи;

б) повторный — на рабочем месте, на высокочастотной сушильной установке о соблюдении правил пожарной безопасности в процессе сушки древесины. Первичный инструктаж должны проводить сотрудники охраны объекта, а повторный — сотрудники охраны и инженерно-технические работники установки, цеха.

В помещениях высокочастотной сушильной установки на видном месте необходимо вывешивать противопожарную инструкцию и расписания боевых расчетов цехового добровольного противопожарного формирования, а также фамилии лиц, ответственных за противопожарное состояние объекта.

Все работники высокочастотной сушильной установки должны пройти противопожарный техминимум, хорошо знать и выполнять противопожарную инструкцию. С боевыми расчетами противопожарных формирований необходимо регулярно проводить занятия по выполнению ими своих обязанностей на случай пожара и при проведении пожарно-профилактической работы.

Противопожарный техминимум и занятия с боевыми расчетами должны проводить преподаватели, направляемые добровольным пожарным обществом (ДПО), представители Государственного пожарного надзора (ГПН) и начальники пожарной охраны объектов.

Средства пожаротушения — внутренние пожарные краны, огнетушители, пароустановки, дренчерные и спринклерные системы должны быть всегда готовы к работе, поэтому за их готовностью необходимо установить систематический контроль.

2. ГАЗОВЫЕ СУШИЛКИ ДРЕВЕСИНЫ

а) Типы газовых сушильных установок

Газовые сушильные камеры не имеют калориферов. Теплоносителем и сушильным агентом в них являются топочные газы.

которые получаются при сжигании различных древесных отходов в специальных топках, размещаемых в непосредственной близости от сушильных камер. К топочным газам предъявляются следующие требования: в них не должно быть дыма, искр, несгоревших частиц и летучей золы; они должны, по возможности, иметь постоянный состав и обеспечивать стабильный тепловой поток в соответствии с заданным режимом сушки. Топочные газы служат для подвода к высушиваемому материалу тепла и поглощения испаряемой влаги. Удаление влаги из камеры производится вентиляцией.

Необходимым условием нормальной работы газовой сушилки является нормальная циркуляция в ней сушильного агента. По способу циркуляции различают сушилки с естественной и принудительной циркуляцией. В первых движение топочных газов происходит под действием гравитационного напора, обусловленного разностью удельных весов нагретых и охлажденных газов. Вторые характеризуются применением специальных устройств (вентиляторов и эжекторов), перемещающих топочные газы внутри сушильной камеры в нужном направлении.

В деревообрабатывающей промышленности применяется много конструктивных разновидностей газовых сушилок.

Камерные сушилки представляют собой камеры различных размеров, в которые высушиваемая древесина загружается на вагонетках.

В ленточных сушилках материал транспортируется сетчатым ленточным транспортером.

Роликовые сушилки оборудованы роликовыми транспортерами.

Основной частью барабанных сушилок является вращающийся барабан, через который от одного конца к другому перемещается высушиваемый материал.

В шахтных сушилках, имеющих сушильное пространство в форме шахты, материал движется под действием собственного веса.

Пневматические сушилки работают по принципу сушки материала в потоке топочных газов во взвешенном состоянии.

По кратности циркуляции топочных газов сушильные установки делятся на сушилки с однократной и многократной циркуляцией. В однократных сушилках газы после однократного прохождения по материалу выбрасываются в атмосферу. В сушилке с многократной циркуляцией количество циркулирующего в ней газа превышает количество подаваемого свежего и удаляемого отработанного газа.

Классификация газовых конвективных сушильных установок, применяющихся в деревообрабатывающей промышленности, представлена на схеме (рис. 7).

На предприятиях деревообрабатывающей промышленности газовой сушке подвергаются различные древесные материалы и полуфабрикаты: пиломатериалы (брусья, доски и заготовки раз-

личных размеров), шпон и фанера, спичечные коробки и соломка, стружка, щепа, опилки и т. п. Для сушки пиломатериалов применяются преимущественно камерные конвективные газовые сушилки. Сушка шпона, в основном, производится в конвективных (роликовых и ленточных) газовых сушилках. Ленточные, барабанные, шахтные и пневматические газовые сушилки применяются для сушки сыпучих древесных материалов или полуфабрикатов.

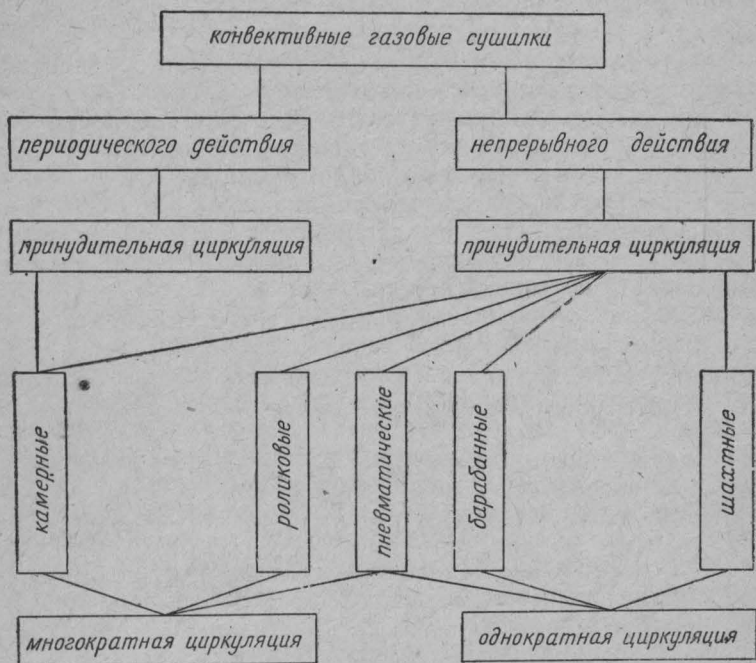


Рис. 7. Схема классификации газовых сушилок.

Газовые сушилки оборудуются специальными топками. При конструировании газовых топок стремятся обеспечить наибольшую полноту горения и предусматривают устройства для механической очистки газов от несгоревших частиц топлива. Этим требованиям наиболее отвечают полугазовые топки, где горение топлива происходит в два этапа: во-первых, в топке над слоем топлива, во-вторых, за топкой в камере дожигания, куда подается воздух. В этих топках температура газов составляет: в топочном пространстве — $900-1000^{\circ}$, а после камеры дожигания — $700-800^{\circ}$.

Полугазовая топка для древесного топлива, предложенная Всесоюзным теплотехническим институтом, схематически показана на рис. 8. После топки и камеры дожигания газы попадают в осадочную камеру, в которой установлена вертикальная стенка,

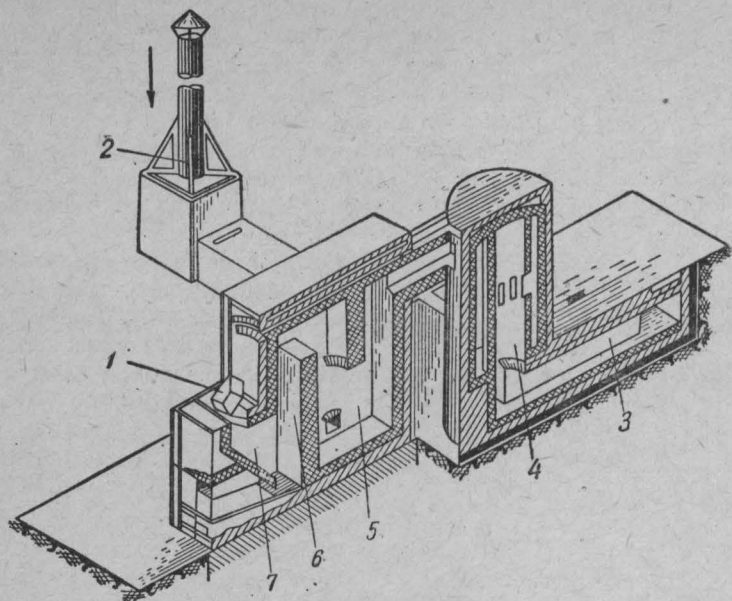


Рис. 8. Устройство полугазовой топки с циклоном:

1 — загрузочный люк; 2 — дымовая труба; 3 — боров; 4 — циклон; 5 — осадочная камера; 6 — камера дожигания; 7 — топка с колосниковой решеткой.

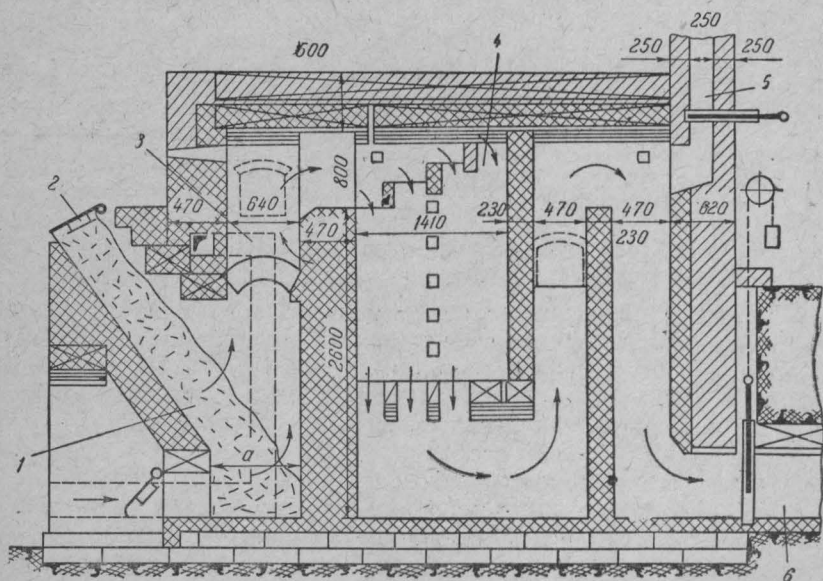


Рис. 9. Разрез полугазовой топки без циклона:

1 — топка; 2 — загрузочный люк; 3 — камера дожигания; 4 — осадочная камера; 5 — дымовая труба; 6 — боров.

изменяющая направление газового потока на 180° . На дне этой камеры осаждаются наиболее крупные частицы несгоревшего топлива. Затем газы попадают в циклон, где при движении по спирали происходит окончательная очистка газов. Пройдя циклон, газы попадают в распределительный боров, а затем в сушильные камеры. Чтобы создать искусственную тягу топочных газов, на газораспределительном борове ставится вентилятор. Топка снабжена дымовой трубой, которая используется только в период ее пуска.

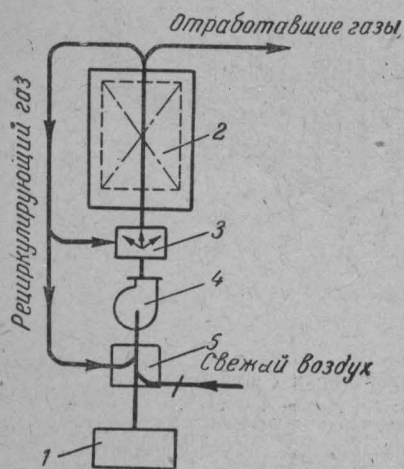


Рис. 10. Принципиальная схема работы эжекционно-реверсивной газовой сушильной камеры периодического действия:

1 — топка; 2 — материал; 3 — эжектор; 4 — вентилятор; 5 — камера смешения.

Второй вариант полугазовой топки изображен на рис. 9. Здесь газы очищаются без циклона в осадочной камере с несколькими поворотами газового потока.

Принципиальная схема работы газовой сушильной установки показана на рис. 10. Топочные газы, пройдя искроотделительное и осадочное устройства, очищаются и попадают в газораспределительный боров. Одна топка рассчитана на несколько сушильных камер. Из газораспределительного борова топочные газы подсасываются в камеру смешения. Туда же поступают рециркулирующий газ и свежий воздух. Из камеры смешения смесь газа с воздухом нагнетают в сушильную камеру.

Рассмотрим газовые сушильные камеры непрерывного действия, которые более распространены в промышленности, чем камеры периодического действия.

Схема сушильной установки «Оптимум» показана на рис. 11. Эта установка представляет собой блок из трех или пяти камер на пять нормальных штабелей каждая, оборудованный общей топкой и одним мощным центробежным вентилятором. Топочный газ из топки 7 попадает в камеру смешения 5. Здесь же через отверстие в кирпичной кладке подсасывается свежий воздух и отработавший газ из подземного сборного канала 1. Смесь этих компонентов нагнетается центробежным вентилятором 4 из камеры смешения в подземный газораспределительный канал 3, откуда она через отверстия попадает во все камеры сушильного блока. Пройдя вдоль камер через штабеля, увлажненная рабочая смесь собирается в сборный канал 1 и подается обратно в камеру смешения. Перед камерой смешения на сборном канале установлена выхлопная труба 8, которая работает при помощи небольшого

центрального вентилятора. Данная сушилка имеет слабую интенсивность циркуляции, что отрицательно влияет на равномерность сушки. В этой сушилке отсутствует возможность индивидуально регулировать режим в камерах.

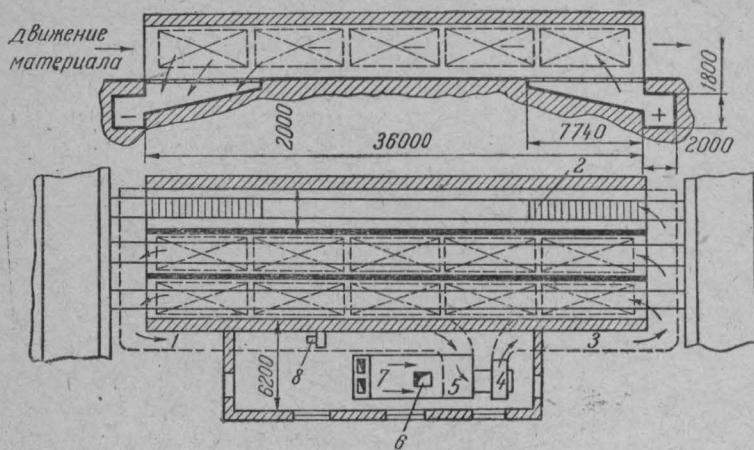


Рис. 11. Газовая камера непрерывного действия системы «Оптимум»: 1 — подземный сборный канал; 2 — решетка в полу камеры; 3 — газораспределительный канал; 4 — центробежный вентилятор; 5 — камера смешения; 6 — дымовая труба; 7 — топка; 8 — выхлопная труба.

В сушильной установке системы Союзтеплостроя возможна индивидуальная регулировка режима камер. Топка 1 (рис. 12) с дымовой трубой 2 обслуживает блок из нескольких камер. Газ,

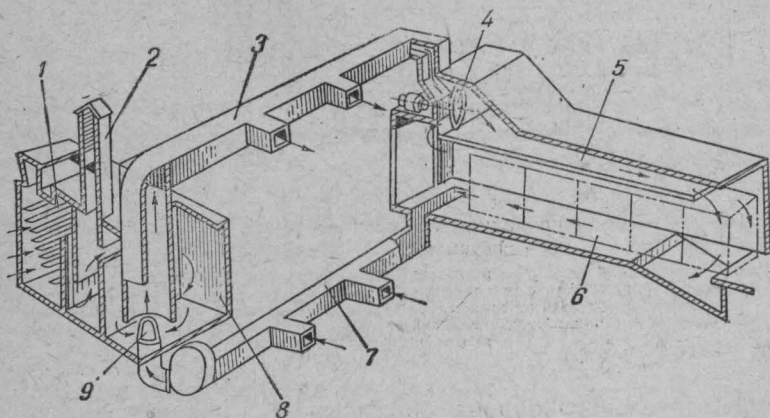


Рис. 12. Газовая камера непрерывного действия системы Союзтеплостроя:

1 — топка; 2 — дымовая труба; 3 — газораспределительный бор; 4 — осевой вентилятор; 5 — циркуляционный канал; 6 — штабель; 7 — канал для отработанного газа; 8 — искроотделительный циклон; 9 — эжектор в циклоне.

очищаясь в циклоне 8, попадает в газораспределительный боров 3, куда, помимо топочного газа, для снижения его температуры подается отработавший газ. Из газораспределительного борова газ через ответвления направляется в каждую сушильную камеру, а из

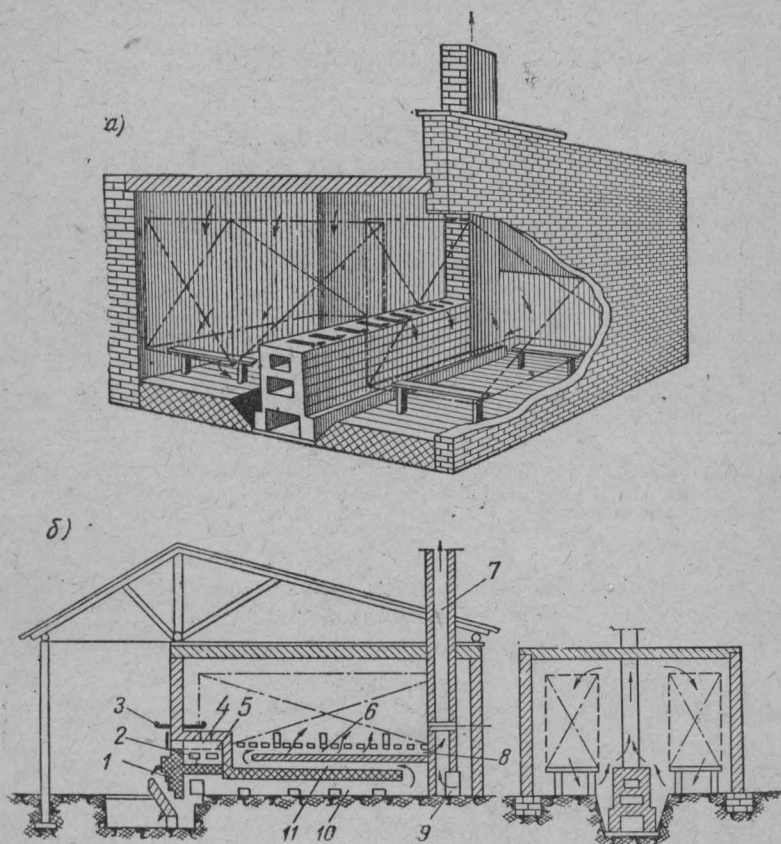


Рис. 13. Комбинированная сушильная камера небольшой мощности системы И. В. Кречетова:

а — внутренний вид; *б* — продольный и поперечный разрезы: 1 — полугазовая топка; 2 — отверстия для газа; 3 — заслонка в шкафу; 4 — сушильный шкаф (духовка); 5 — решетка шкафа; 6, 10, 11 — газоходы; 7 — дымовая труба; 8 — отверстие для прохода газа в дымовую трубу из газохода; 9 — отверстие в дымовую трубу из камеры.

распределительного борова — засасывается в пространство перед вентилятором 4. Здесь он еще раз смешивается с отработавшим газом. Полученная смесь нагнетается по циркуляционному каналу 5 в сухой конец камеры, откуда она движется обратно через штабеля 6 и вновь попадает в вентилятор. Часть отработавшей смеси попадает в нижний циркуляционный канал 5 и выбрасы-

вается центральным вентилятором через насадку 9 в газораспределительный боров. Регулировка режима в каждой камере производится заслонками, расположенными на отводах распределительного канала.

Газоогневые комбинированные сушильные камеры. При сушке небольшого количества пиломатериалов (в леспромхозах, на стройтельствах и т. п.) очень важно быстро из местных строительных материалов построить сушильную установку. Такой установкой может быть камера с огневым калорифером или комбинированная сушильная камера (рис. 13), которая работает или как воздушная, с огневым калорифером и выпуском газа из верхнего газохода 11 в дымовую трубу, или как газовая, если закрыть отверстие 8 из газохода 11 в дымовую трубу и открыть щели сверху газохода 11. Отработавший газ выпускается из камеры через отверстие 9 вниз, у основания дымовой трубы. При этом циркуляция газа в штабеле сверху вниз будет происходить по тем же законам, что и в сушильных камерах с естественной циркуляцией. Данная сушильная камера в зависимости от намечаемого срока эксплуатации и других особенностей может быть выполнена из негорючих или полустогорючих материалов с учетом требований пожарной безопасности.

б) Пожарная опасность

Пожарная опасность газовых сушильных установок возникает в результате скопления большого количества древесины (высушенной или подготовленной для сушки). На деревообрабатывающих предприятиях имеются сушильные цехи, которые состоят из сушильного блока (до двух и более десятков сушильных камер непрерывного действия) и складов высушенного материала, где пиломатериал в течение нескольких дней выдерживается перед дальнейшей механической обработкой. Кроме указанных узлов, сушильный цех имеет ряд бытовых, складских помещений, сложную сеть электрического, вентиляторного и топливно-газового хозяйства. Пожарная опасность газовых сушилок может возникнуть также от избытка воздуха в сушильном цехе.

Естественная или искусственная вентиляция создает благоприятные условия для поддержания горения и распространения пожара. Топочные газы, применяемые в газовых сушильных камерах в качестве агента сушки и теплоносителя, при нарушении технологического режима или выхода из строя вентиляторного оборудования могут нести с собой несгоревшие раскаленные частицы. При попадании последних на высушиваемую древесину может возникнуть загорание.

В результате нарушения нормальной работы вентиляторного оборудования и режима работы топки в сушильной камере может произойти перегрев и загорание высушиваемого материала. На Московском деревообрабатывающем заводе произошел пожар по

этой причине. Вентилятор, который подавал воздух для разбавления дымовых газов, из-за неисправности прекратил работу. В сушильную камеру стал поступать нагретый до высокой температуры топочный газ. Из-за перегрева высушиваемой древесины возник пожар, который распространился за пределы сушильной камеры.

Опасны в пожарном отношении также огневые и газоогневые комбинированные сушильные установки небольших объемов, которые строятся на небольших предприятиях деревообрабатывающей промышленности.

Наличие в них огневых калориферов, отсутствие надежного искроотделения и гашения и недостаточный контроль со стороны обслуживающего персонала нередко приводит к пожарам. В огневых сушилках пожары происходят вследствие неисправности бора, а также отсутствия металлических экранов, которые устанавливаются для защиты горючих поверхностей боров от попадания на них сгораемых древесных отходов. Примером может служить пожар, происшедший в багетном цехе московской фабрики «Культура». Деревянная огневая сушилка была рассчитана для сушки 5 м³ древесины. В результате неисправности металлического экрана и попадания на нагретую поверхность бора древесных отходов возник пожар. Дежурный сушильщик не принял вовремя меры по тушению пожара, и сушилка полностью сгорела.

Пожары в газовых сушилках происходят также в результате загорания сажи в газовых каналах. В процессе работы топливно-газовой системы сушилки сажа постепенно накапливается и осажается в газовых каналах. При попадании на слой осевшей сажи раскаленных несгоревших частиц, идущих вместе с газами из топливника, сажа загорается и вызывает пожар в сушилке. Большая роль в пожарной безопасности принадлежит искроулавливающим и искроотделяющим устройствам (циклоны, осадочные камеры и т. п.) газовых сушильных установок. При нарушении работы искроулавливающего устройства искры могут проникать в сушильные камеры и вызывать загорание высушиваемой древесины. В Архангельской области по этой причине происходили пожары в газовых сушилках.

Топочные газы, двигаясь через боров, сильно нагревают его до температуры воспламенения древесины. Вследствие неравномерного нагрева бора на его стенках могут образоваться трещины, через которые горячие газы проникают в сушильную камеру и вызывают загорание находящейся там древесины.

Пожарная опасность газовых сушильных цехов объясняется также наличием сложной системы силового и осветительного электрооборудования и большого количества трущихся частей. Отсутствие должного контроля за работой электрооборудования и трущихся частей и их неисправность могут явиться причиной возникновения пожара.

в) Особенности горения и развития пожара

Развитие пожара вначале происходит относительно интенсивно, что объясняется наличием кислорода для свободного горения древесины. Продукты сгорания скапливаются в верхней части камеры, где температура еще невысокая. В это время, соблюдая меры безопасности, можно тушить пожар без кислородных приборов. С заполнением объема камеры дымом интенсивность горения постепенно уменьшается, выделяется больше продуктов неполного горения и увеличивается давление газов. Тепло, выделяющееся при горении, аккумулируется строительными конструкциями, продуктами горения и высушиваемой древесиной. Процесс горения и развитие пожара усложняются, появляется угроза распространения пожара и дыма за пределы камеры, повышается температура.

На развитие пожара в сушильных установках влияет наличие вентиляции и дверных проемов, их огнестойкость и герметичность. Чаще всего распространение пожара происходит через дверные проемы. Огонь, распространяясь за пределы сушильной камеры, может перекинуться на площадку укладки штабелей, склад сухого материала и другие строения сушильного цеха. И наоборот, пожар может распространиться из склада сухого материала или площадки укладки штабелей для сушки в сушильные камеры.

Поскольку сушильные цехи (газовых и паровых установок) на деревообделочных предприятиях занимают большие площади с большим количеством древесины, развившиеся пожары в них сопровождаются уничтожением большого количества древесины, оборудования и строений, нанося огромный ущерб государству. Примером может служить следующий пожар: летом в 15 час. в одном из городов на Волге на деревообрабатывающем комбинате на складе сушильного цеха сухого материала от неосторожного обращения с огнем возник пожар. В результате растерянности сушильщиков, отсутствия эффективных средств пожаротушения и неблагоприятных метеорологических условий (сильный ветер до 10 м/сек, температура воздуха 30°), огонь быстро распространился через дверные проемы в сушильные камеры и другие производственные здания. Когда пожар принял большие размеры, появилась высокая температура и возникли вихревые потоки горячего воздуха, которые перебрасывали горящие доски и головни на 200—400 м, вызывая новые очаги горения. Ценой больших усилий пожарных частей, пожарного поезда и катера пожар удалось ликвидировать. Огнем были уничтожены двенадцатикамерная газовая сушилка непрерывного действия, два деревообрабатывающих цеха, склад сухого материала и др.

На деревообрабатывающих предприятиях применяются газовые сушилки различных конструкций. О некоторых из них нет специальной литературы, например, о сушилке с металлической рубашкой, где агентом сушки является воздух, а теплоносителем — топочные газы.

После ограждения сушильной камеры (кирпичные стены, же-

лезобетонные перекрытия) во внутренней части устанавливается металлическая рубашка толщиной около 5 мм. Расстояние между металлической рубашкой и ограждением камеры около 10 см. Топочный газ, попадая в пространство между ограждением и рубашкой, нагревает последнюю. Циркулирующий в камере воздух нагревается и, проходя через штабель, высушивает его.

Во время тушения пожара через дверные проемы могут выбрасываться сильно нагретая смесь водяного пара и продукты сгорания.

Аналогичные процессы происходят и при тушении пожара в высокочастотной камере с металлической экранировкой.

На крупных деревообрабатывающих предприятиях сушильные цехи представляют собой хозяйства с большим количеством древесины и сложной планировкой в блоке с другими деревообрабатывающими цехами. Поэтому пожары в крупных сушильных цехах быстро развиваются и распространяются, особенно в сушильных цехах старой конструкции, в которых отсутствуют такие эффективные средства тушения, как спринклерная и дренчерная установки.

В процессе тушения пожаров в газовых сушильных установках при температуре в сушильной камере до 900—1000° металлические части треков (тележек), деформируясь, заклиниваются в рельсах, что затрудняет эвакуацию штабелей и тушение пожара. Большое количество высушиваемой древесины в сушильной камере (в камере непрерывного действия может находиться около 4—5 штабелей) препятствует проникновению водяных струй к очагу горения. Кроме того, возможные завалы штабелей в камере затрудняют эвакуацию и тушение пожара. Ядовитые и раздражающие вещества в сушильной камере, имеющиеся в продуктах неполного сгорания древесины, создают опасность отравления, а высокая температура — тяжелые условия работы личного состава пожарных подразделений по тушению пожара.

г) Тушение пожара

Способы тушения пожаров в газовых сушильных установках в основном те же, что были указаны для высокочастотных сушилок древесины. Отличие этих способов лишь в том, что газовые сушильные цехи имеют большие площади помещений и большое количество древесины. Поэтому в первом основном способе тушения огнегасительным средством является вода как в компактном, так и в распыленном состоянии с большой интенсивностью подачи ($I=0,1$ л/сек на 1 м^2 площади пола). Такая большая интенсивность подачи воды для тушения рекомендуется потому, что в сушильном цехе удельная загрузка древесины на пол составляет 400—600 кг/м².

Чтобы обеспечить подачу большого количества воды (с секундным расходом около $Q_{сек} = 100$ л/сек), при тушении пожара

должны применяться пожарные лафетные стволы и стволы литер А.

Можно подсчитать секундный расход воды и количество стволов, если принять интенсивность по удельной нагрузке пола $I_{л|сек}$ на 1 м^2 , а площадь условного пожара — $F \text{ м}^2$. Тогда секундный расход воды будет:

$$Q_{сек} = F \cdot I_{л|сек}.$$

Затем определяются вид и количество стволов:

$$n_{ств} = \frac{Q_{сек} - Q_{лаф}}{Q_{ств}} \text{ шт.},$$

где $n_{ств}$ — количество стволов литер А,

$$Q_{лаф} = n_{лаф. ств} \cdot 25 \text{ л/сек},$$

где: $n_{лаф. ств}$ — количество лафетных стволов;

25 л/сек — расход воды лафетного ствола с диаметром sprыска 32 мм;

$Q_{ств А}$ — расход одного ствола А (6,5 л/сек).

Определив вид и количество стволов, находят количество личного состава на тушение пожара из расчета:

на 1 ствол литер А — 2 бойца;

на 1 лафетный ствол с диаметром sprыска 32 мм — 3 бойца.

Затем определяется количество личного состава на разборку штабелей. В зависимости от секундного расхода на тушение количество стволов и личного состава определяется количеством отделений, пожарных машин и оборудования. Такой небольшой предварительный расчет необходим при пожарно-тактическом изучении сушильного цеха оперативными работниками пожарной охраны и составлении плана пожаротушения.

Следующим эффективным огнегасительным средством для тушения пожаров в газовых сушилках является водяной пар, который может подаваться в камеру через паровые патрубки или увлажнительные трубы.

В газовых сушилках агент сушки — топочный газ — может использоваться как огнегасительное средство. Применяя топочный газ для тушения пожара, необходимо создать полную герметизацию камеры (закрывать заслонки дымохода и канала для свежего воздуха, закрыть дверные проемы и др.), а из топки вентилятором нагнетать топочный газ в сушильную камеру до прекращения горения. Этот прием тушения должен быть заранее опробован на занятиях. Действия обслуживающего персонала сушильной установки должны быть указаны в специальной инструкции на случай пожара.

д) Противопожарные мероприятия при проектировании и эксплуатации

В сушильных цехах постоянно находится большое количество пиломатериалов. Поэтому при проектировании лесосушильных цехов должны учитываться противопожарные мероприятия, на-

правленные на устранение возможности возникновения и распространения пожаров.

При проектировании деревообрабатывающих предприятий в одном здании (блокировка всех производственных помещений под одной крышей) сушильные цехи рекомендуется располагать по периметрам заблокированных строений и отделять их brandмауэрами от всех производственных и хозяйственно-бытовых помещений.

Учитывая большие площади заблокированных производственных помещений, относящихся по пожарной опасности к производствам категории В, помещения сушильных цехов, заблокированные с другими цехами, целесообразно спринклеровать и дренчеровать (склады сухого материала, проемы в brandмауэрах и др.). Иногда в блоке проектируется два цеха: раскроечный и сушильный. При этом сушильные камеры рекомендуется отделять brandмауэрами от склада сухого материала, а последний — от раскроечного цеха. Проемы в brandмауэрах целесообразно спринклеровать. Устройство противопожарных дверей (с пределом огнестойкости 1,5 часа) в brandмауэрных проемах не рекомендуется, так как через них регулярно проходят вагонетки с пиломатериалом, которые в момент пожара могут оказаться в проеме.

Следовательно, противопожарная дверь не выполнит свою огнепреградительную роль, а спринклерная или дренчерная системы прекрасно справятся с этой задачей.

Проектируя газовые сушильные камеры, необходимо предусматривать специальные металлические экраны для защиты от попадания на горячие поверхности боровов сгораемых древесных отходов. При незначительных затратах на устройство этих экранов снижается опасность возникновения пожара в камерах. Иногда в крупных лесосушильных цехах между погрузочными площадками, где производится укладка штабелей, сушильными камерами и складом высушенного материала предусматривается спринклерная система. Это необходимо для предотвращения распространения пожара со стороны камер к складу сухого материала и наоборот. Нередко спринклерная система срабатывает под действием горячих газов, пара и воздуха при выгрузке леса из камер или открывании ворот.

При проектировании сушильных цехов вместо спринклерной целесообразно предусматривать дренчерную систему или внутренние пожарные краны. Это экономично и надежно в эксплуатации почти при той же эффективности в противопожарном отношении.

Газовые сушильные камеры должны проектироваться из несгораемых материалов не ниже II степени огнестойкости. В конструкции сушильной камеры нельзя допускать отдельных сгораемых элементов. Сгораемые элементы газовых сушилок, находясь длительное время вблизи боровов, могут самовозгораться и вызывать пожар. В газовых сушильных камерах рекомендуется предусмат-

ривать паровые патрубки для тушения пожара паром (при отсутствии увлажнительных паровых труб). Если их устройство не представляется возможным, в камерах целесообразно устраивать дренажную систему, которая на практике хорошо оправдывает свое назначение.

На погрузочных площадках, в складе сухого материала, в коридорах управления, в служебных, бытовых помещениях и других местах сушильного цеха в качестве первичных средств пожаротушения целесообразно предусматривать внутренние пожарные краны. Размещение последних следует производить, учитывая необходимость орошения каждой точки помещения не менее чем двумя струями. Пожарные краны должны устанавливаться на высоте 1,35 м от уровня пола в наиболее удобных для применения местах. (Противопожарные нормы Н 102—54, § 92).

В некоторых сушильных цехах (Московский мебельно-сборочный комбинат № 1) коридоры управления выполнены из металлических и деревянных конструкций, консольно расположенных над дверными проемами сушильных камер.

При проектировании сушильных цехов необходимо предусматривать вынос коридоров управления к периметру сушильных камер. Такая планировка сушильных цехов удобна с точки зрения технологии потому, что размеры коридоров управления увеличиваются. Это позволяет наиболее удачно расположить вентиляционное и электрическое оборудование, а также улучшить условия управления процессом сушки.

Такая планировка удачна потому, что наличие в коридорах управления вентиляционного и электрического оборудования создает вероятность возникновения пожара. Вынос коридоров управления к периметру сушильных камер исключает возможность распространения пожара из коридоров управления внутрь цеха и наоборот. Двери, ведущие из коридоров управления в склад сухого материала и из хозяйственно-бытовых помещений, должны предусматриваться несгораемыми с пределом огнестойкости не менее 1,5 часа (Противопожарные нормы Н 102—54, § 43).

Для освещения сушильных камер во время ремонта следует предусматривать использование переносного электроосвещения напряжением 12 в. В процессе эксплуатации сушильных камер необходимо выполнять следующие противопожарные требования.

Противопожарные мероприятия должны предусматривать регулярную уборку древесных отходов, устранение источников воспламенения и предотвращения возможности распространения пожара.

Сгораемые древесные отходы, скапливающиеся в сушильных камерах, на складе сухого материала и на площадке формирования штабелей, необходимо систематически убирать. Чтобы избежать повышенного нагрева, подшипники электромоторов и вентиляторов должны систематически проверяться и смазываться. При рабочих температурах до 100°, числе оборотов до 1500 в мин. из

густых смазок для подшипников вентиляторов рекомендуются солидолы М и Т, осаголин АА (175), а при числе оборотов свыше 1500 в мин. — смазка № 13, осаголин Ш (135), консталин Т и солидол М*. Силовое и осветительное электрооборудование должно подбираться и контролироваться (контроль за состоянием изоляции сетей, защитным заземлением и т. д.) в соответствии с требованиями «Правил устройства электроустановок» и «Правил технической эксплуатации электроустановок промышленных предприятий», выпущенных Госэнергоиздатом в 1951 г.

В сушильных цехах категорически запрещается пользоваться открытым огнем (применение свечей, осветительных и паяльных ламп, курение и т. п.). На проведение электросварочных, газосварочных работ, а также других работ с применением огня главным инженером предприятия выдается специальное разрешение, которое санкционируется представителем пожарной охраны объекта. В процессе производства огнеопасных работ, согласно данному разрешению, предусматриваются необходимые меры пожарной безопасности.

При полной герметизации сушильной камеры значительно облегчается тушение пожара. Герметизация камеры зависит, главным образом, от правильности устройства заслонок (шиберов) в газовых и воздушных каналах сушильной камеры.

Основные требования к устройству заслонок: возможность их регулирования из коридора управления и сосредоточение управления заслонками в коридоре управления. В камерах любого типа управление заслонками можно централизовать устройством рычажных, цепных или тросовых передач. Обслуживающий персонал сушильных цехов должен внимательно следить за герметичностью заслонок на вытяжных и выхлопных трубах. Неплотности заслонок можно обнаружить: зимой — по «пару», выходящему из трубы при закрытой заслонке, летом — обследованием вытяжки у конца выхлопной трубы.

Процесс сушки должен проводиться строго по установленному режиму, т. е. в сушильной камере необходимо создавать заданные температуры и влажность воздуха. Нарушение технологического режима сушки может способствовать возникновению и развитию пожара. Поэтому в сушильных камерах необходимо применять автоматические регуляторы процессов сушки и дистанционного контроля за температурой РША-МП-10, релейно-шаговые авторегуляторы, многоточечные, программные с полупроводниковыми датчиками. Они ведут режим сушки по заранее заданной программе, дистанционно контролируют и регулируют температуру.

В газовых сушильных установках, где агентом сушки служат топочные газы, необходим тщательный контроль за температурным режимом, так как в топке газовой сушилки наблюдается высокая температура. При полном разогреве топки достигается бе-

* П. В. Соколов. Сушка древесины. Гослесбумиздат, 1955.

лый накал в передней ее части (900°) и красный (700°) — в задней. Вентилятор засасывает в камеру смешения топочный газ (с температурой $600-800^{\circ}$), отработанный газ и свежий воздух. Первичная смесь с температурой $150-200^{\circ}$ нагнетается в сушильные камеры через газораспределительный канал к насадке. Поэтому регулирование температурного режима сушки и контроль за состоянием искроулавливающего и искроосадочного устройства в газовых сушилках являются одним из важнейших противопожарных мероприятий.

Каналы топочных газов и сушильные камеры в газовых установках должны регулярно очищаться от сажи. Чтобы избежать интенсивного искрообразования в газовых топках, необходимо применять только то топливо, на которое рассчитана данная топка.

Вентилятор рекомендуется располагать перед сушильной камерой, где он будет служить дополнительным искрогасителем. Необходимо систематически проверять исправность боровов, очищать их от сажи внутри и от сгораемых отходов снаружи.

3. ПАРОВЫЕ СУШИЛКИ ДРЕВЕСИНЫ

а) Типы паровых сушильных установок

Паровые камеры — это те же газовые, но агентом сушки в них является воздух, а не топочный газ, а теплоносителем — водяной пар. Конструктивно паровые и газовые камеры различаются тем, что газовые имеют помещения для топок и газоходы, а паровые не имеют их. Эти установки отличаются только сушильными камерами, а планировка других помещений почти одна и та же.

Паровая сушильная камера работает следующим образом. В паровую камеру на трековой тележке помещают один или несколько штабелей пиломатериала, размеры примерно ($L=6,5$ м, $B=1,8$ м, $H=2,6$ м). После закрытия всех проемов в камере начинается процесс сушки, т. е. в калориферы подается водяной пар, через увлажнительные трубы регулируется влажность в камере, и для создания циркуляционного движения агента сушки включают систему вентиляции.

Весь процесс проводится по заранее заданному технологическому режиму сушки.

Основным оборудованием паровой сушильной камеры является паровентиляторное оборудование, которое состоит из калориферов, увлажнительных труб, вентиляторов и эжекторов.

Калориферы. Калорифер — теплообменный аппарат, предназначенный для передачи тепла от теплоносителя (пара) к сушильному агенту (воздуху). Паровой калорифер представляет собой замкнутую систему сообщающихся металлических паропроводов. Снаружи эта система омывается циркулирующим сушильным агентом, а изнутри обогревается паром, поступающим в нее из парового котла. В сушильных установках применяются калориферы

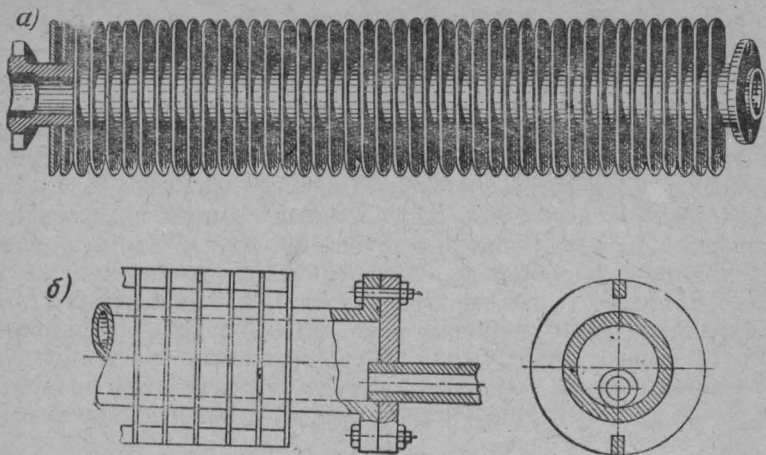


Рис. 14. Чугунная ребристая труба:

a — внешний вид трубы; *б* — присоединение фланца с патрубком для отвода конденсата.

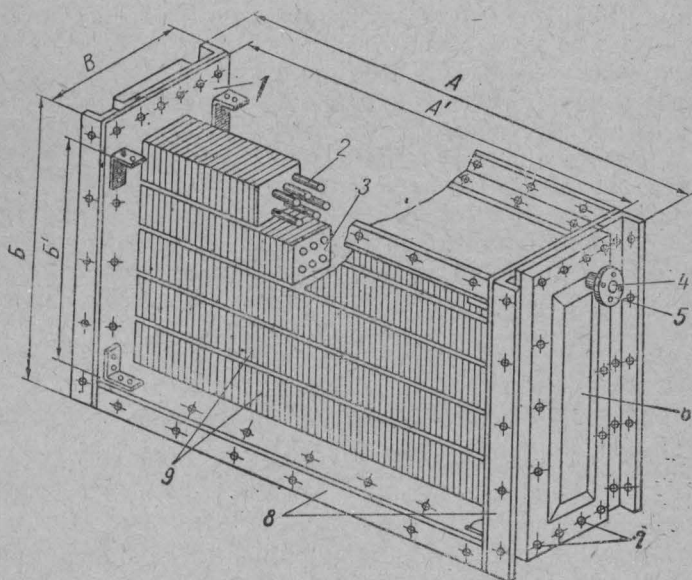


Рис. 15. Устройство пластинчатого калорифера:

1 — решетка; 2 — трубки; 3 — пластинки; 4 — патрубок; 5 — фланец;
6 — крышка; 7 — болты; 8 — рама; 9 — секции калорифера.

двух конструктивных типов: внутренние калориферы, монтируемые непосредственно в камерах из стандартных труб (преимущественно в сушилках периодического действия) и выносные или компактные калориферы заводского изготовления, устанавливаемые не в сушильном пространстве, а в специальных воздуховодах (преимущественно в сушилках непрерывного действия).

Для внутренних калориферов чаще всего используются чугуновые ребристые трубы с фланцевым соединением (рис. 14), реже — гладкие стальные, так называемые резьбовые трубы.

Компактные калориферы (радиаторы) имеют различные конструктивные формы и размеры. Наиболее распространены пластинчатые калориферы, конструкция и размеры которых стандартизованы (рис. 15). Преимуществом таких калориферов является сравнительно большая поверхность их нагрева при малом габаритном объеме.

Вентиляторы. В сушильных установках вентиляторы используются для создания принудительной циркуляции воздуха, т. е. его движения внутри сушилки. По принципу действия вентиляторы разделяются на два класса: центробежные и осевые.

В центробежных вентиляторах перемещение воздуха осуществляется под действием центробежной силы. Внутри улиткообразного кожуха вращается колесо (ротор) с радиально насаженными на него лопатами. Воздух через всасывающий патрубок попадает в середину ротора, отбрасывается центробежной силой в пространство между ротором и криволинейной стенкой кожуха и выбрасывается через выхлопной патрубок в направляющий воздуховод.

Винтовые или осевые вентиляторы работают по принципу воздушного винта. Ротор вентилятора состоит из лопастей определенного профиля, насаженных на ступицу под некоторым углом к плоскости ее вращения. Воздух перемещается в направлении оси вращения ротора. Привод как центробежных, так и осевых вентиляторов осуществляется электродвигателем, посаженным через муфту непосредственно на вал ротора или через шкив при помощи ременной передачи.

В деревообрабатывающей промышленности применяется много типов паровых сушильных установок. На рис. 16 представлена схема классификации паровых сушил. Рассмотрим некоторые из них.

В сушильной камере ЦНИИМОД-25* непрерывного действия с принудительной продольной циркуляцией воздуха с одного конца (сырого) производится загрузка новой порции материала, а с другого (сухого) — выгружается высушенная часть материала.

Конструктивная схема камеры ЦНИИМОД-25 показана на рис. 17. Сушильная камера представляет собой помещение шириной 2 м и длиной около 35 м, разделенное горизонтальным экраном на две части — нижнюю и верхнюю. Последняя образует цир-

* Центральный научно-исследовательский институт механической обработки древесины.

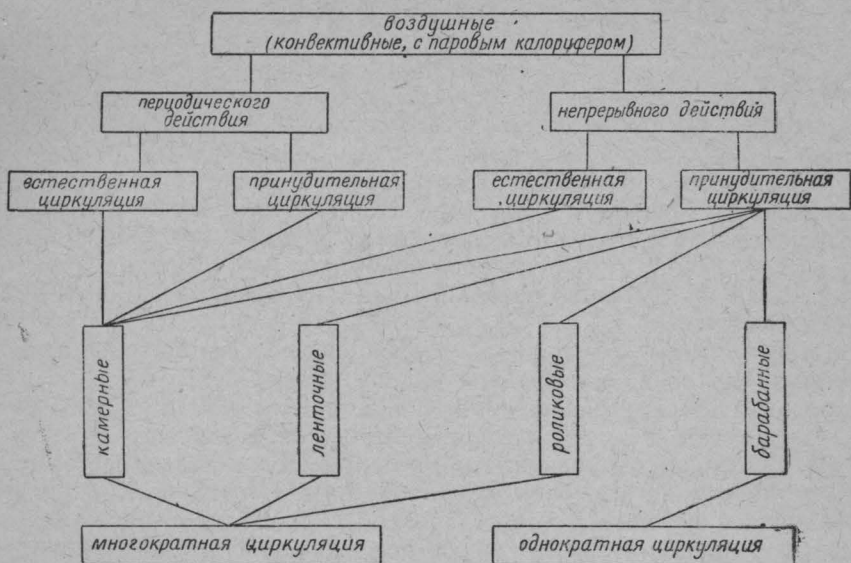


Рис. 16. Схема классификации паровых сушилок.

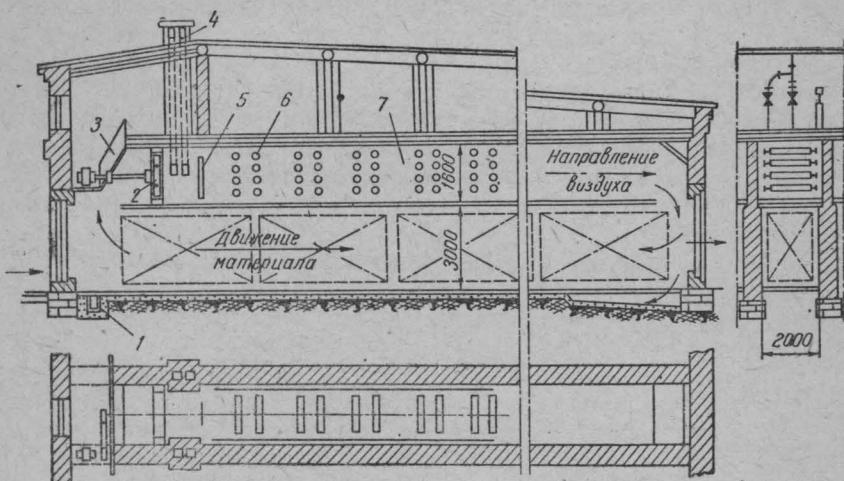


Рис. 17. Камера непрерывного действия, с продольной циркуляцией:

1 — конденсационный горшок; 2 — осевой вентилятор; 3 — приточное отверстие; 4 — вытяжная труба; 5 — увлажнительная труба; 6 — калорифер; 7 — циркуляционный канал.

куляционный канал 7, в котором со стороны сырого (загрузочного) конца установлен осевой вентилятор 2 и размещены ребристые трубы калорифера 6 и увлажнительная труба 5. В нижней части в один ряд помещаются пять штабелей древесины для сушки.

Камера работает следующим образом. Вентилятор нагнетает воздух в циркуляционный канал в сторону сухого (разгрузочного) конца. Пройдя через калорифер он нагревается и, доходя до конца циркуляционного канала, поворачивает в сушильное пространство. Затем движется в обратном направлении к сырому концу, омывая все штабеля. Далее процесс движения воздуха повторяется.

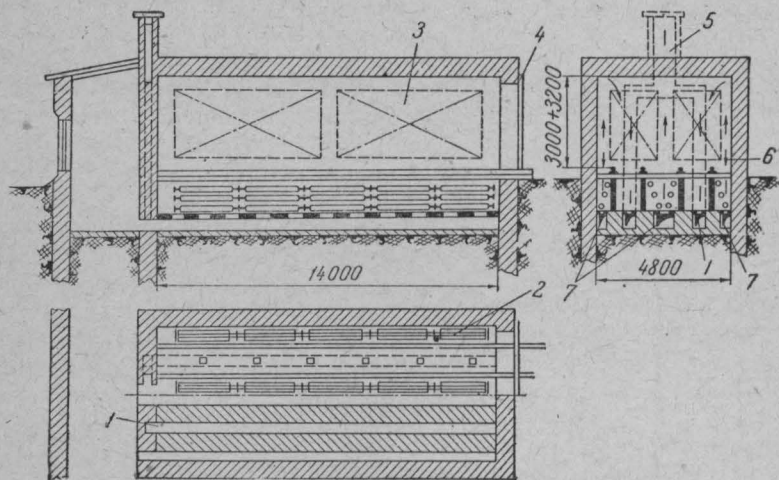


Рис. 18. Сушильная камера системы Грум-Гржимайло:

1 — вытяжные каналы; 2 — калорифер; 3 — штабель; 4 — дверь; 5 — вытяжная труба; 6 — увлажнительная труба; 7 — приточные каналы.

Воздухообмен камеры с атмосферой осуществляется через приточное отверстие 3 в перекрытии циркуляционного канала перед вентилятором и вытяжные трубы 4, установленные над перекрытиями после вентилятора. В процессе сушки, по мере выгрузки высушенного материала через проем сухого конца, штабель периодически перемещается на новые места (на схеме — вправо), попадая каждый раз в среду с более высокой температурой и низкой влажностью. На штабель, примыкающий к двери сухого конца, т. е. стоящий на очереди к выгрузке, действует воздух с максимальной температурой и минимальной влажностью.

Описанная камера наиболее производительная и встречается на крупных деревообделочных предприятиях, где перерабатывается большое количество пиломатериала. С точки зрения пожарной безопасности она менее опасна, чем другие камеры с нижним расположением калориферов, как, например, сушильная камера системы Грум-Гржимайло (рис. 18).

Камера состоит из сушильного пространства, куда через двери 4 закатываются штабелю 3, и подвала, в котором размещен калорифер 2 из ребристых труб, увлажнительные трубы 6, а также приточные 7 и вытяжные 1 каналы. Сушильное пространство отделено от подвала решетчатым полом. В процессе сушки древесины древесные отходы падают через решетку на трубы калориферов, что небезопасно в пожарном отношении.

Наиболее эффективными являются эжекционные сушильные камеры с внутренними вентиляторами и калориферами, которые без уменьшения объема воздуха, циркулирующего в камере, позволяют в 3—6 раз сократить количество воздуха, проходящего через вентилятор. В этом их основное преимущество над другими типами камер. Кроме того, эжекционные сушильные камеры проще по устройству и дешевле, чем, например, камеры с внутренними осевыми вентиляторами.

В лесосушильных устройствах в качестве эжекторов применяются конические насадки (сопла). Подсос эжектируемого воздуха происходит за счет энергии воздушной струи первичного (эжектирующего) воздуха, выбрасываемого насадкой с большой скоростью.

Недостатком эжекционных камер является повышенный расход электроэнергии на привод вентилятора. На перерасход энергии особенно влияют неправильная установка и неверный расчет эжекционных устройств. Принципиальная схема работы эжекционной сушилки с внутренним калорифером показана на рис. 19.

Засасываемый вентилятором свежий воздух смешивается с отработавшим (рециркулирующим) воздухом, образуя смесь 1. Часть

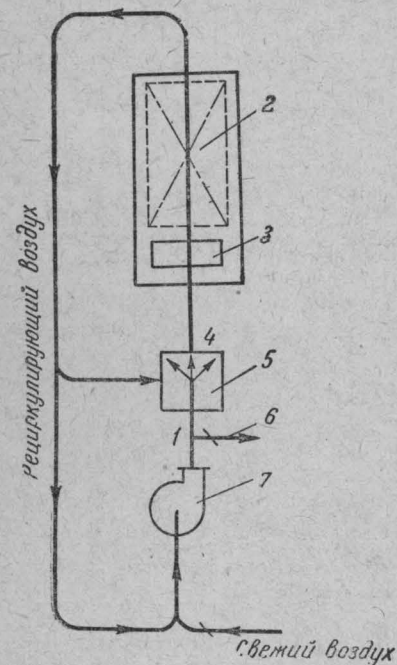


Рис. 19. Принципиальная схема работы эжекционных сушильных камер:

1 — смесь; 2 — материал; 3 — калорифер; 4 — вторичная смесь; 5 — эжектор; 6 — выхлоп; 7 — вентилятор.

смеси 1 идет на выхлоп. Затем смесь 1, нагнетаемая вентилятором 7, выходит из насадок 5 (эжектора), еще раз смешивается с рециркулирующим воздухом и образует смесь 4. Последняя, проходя через калорифер, нагревается до требуемой по режиму температуры и подводится к высушиваемому штабелю.

Эжекционно-реверсивные камеры являются основным типом паровых камер периодического действия. Они просты по конструкции и надежны в работе.

На деревообрабатывающих предприятиях чаще всего применяются паровые эжекционно-реверсивные сушильные камеры ЦНИИМОД и камеры конструкции ЛТА (Лесотехнической академии).

Эжекционно-реверсивные сушильные камеры имеют боковое расположение калориферов, что опасно в пожарном отношении, так как сгораемые отходы попадают на горячие поверхности труб и при благоприятных условиях могут воспламениться.

Камеры, действующие перегретым паром. В последнее время советские и иностранные специалисты разрабатывают новые способы сушки пиломатериалов, где сушильным агентом является не воздух, а перегретый пар.

Сушка в среде перегретого пара является основным направлением интенсификации сушки пиломатериалов. В воздушной среде интенсивная сушка пиломатериалов возможна только тогда, когда воздух находится в очень сухом состоянии и температура влажной древесины не превышает 70° , если даже температура окружающего воздуха достигает 120° . При нагреве до такой температуры в древесине от чрезмерных внутренних напряжений, вызванных неравномерностью усадки в процессе интенсивной сушки, возникают трещины и искривления.

Высокий нагрев древесины (до 90°) производится при сушке в среде влажного воздуха. В этих условиях древесина более пластична, но процесс сушки протекает очень медленно, причем таким способом вообще нельзя высушить древесину с влажностью ниже 15—20%. Поэтому этот способ и не применяется на практике.

При сушке древесины перегретым водяным паром и при атмосферном давлении (без присутствия воздуха) влажная древесина нагревается до температуры 100° и более. Древесина, нагретая до 100° (и выше), становится достаточно пластичной и легко воспринимает усадку в процессе быстрой сушки. Поэтому качество древесины, высушенной в среде перегретого водяного пара, хорошее.

При температуре древесины 100° и выше происходит кипение влаги вместо обычного испарения, вследствие чего процесс парообразования (т. е. сушки) идет гораздо быстрее.

Учитывая большую скорость процесса высокотемпературной сушки пиломатериалов в среде перегретого водяного пара, управление этим процессом автоматизируется.

Существуют различные типы сушильных камер в среде перегретого пара. Например, камера для сушки пиломатериалов перегретым паром «Латгипропром».

Ограждающие конструкции камер проектируются с таким расчетом, чтобы обеспечить герметичность и возможность функционирования камер при значительных температурных колебаниях (от 10 до $+125^{\circ}$) и высокой влажности. Монолитная железобетонная коробка каждой из камер выполняется из гидротехниче-

ского бетона М-150 с утеплением минераловатными плитами и отделяется от наружных кирпичных стен воздушной прослойкой.

Внутренние поверхности бетона железнятся цементным раствором. Высохшая поверхность грунтуется битумом, растворенным в бензине (25% битума и 75% бензина). При производстве грунтовочных работ должны строго соблюдаться правила пожарной безопасности, так как пары бензина в смеси с воздухом образуют взрывоопасную смесь, способную к взрыву.

Ворота камер металлические навесные герметические и утепленные. Полы бетонные.

Сушильная камера «Гипродеспром» металлическая. Стены и потолок ее утеплены стеклянной ватой. Камера герметична и рассчитана на избыточное давление (150 кг/м^2). Двери камеры автоклавного типа. Камера собирается из отдельных элементов, изготавливаемых централизованно (серийно) на специализированном механическом заводе.

Интенсифицированная сушка пиломатериалов перегретым паром имеет следующие преимущества.

1. Удельные затраты тепла при сушке перегретым паром по сравнению с сушкой воздухом значительно меньше, так как отпадает необходимость нагрева воздуха. Теплотери через ограждения также уменьшаются, так как сокращаются сроки сушки.

2. Перегретый пар, отводимый из камер, можно использовать для паротушения, нагревания воды, отопления и т. д.

3. Применение для сушки древесины дымовых газов и воздуха при повышенных температурах и незначительном насыщении водяными парами связано с возможностью возникновения пожара. При сушке древесины перегретым паром горение в камере не происходит, так как сушильная камера насыщена водяным паром, и в ней отсутствует воздух. Горение в камере возможно только до и после процесса сушки.

Наличие водяного пара в качестве агента сушки позволяет иметь эффективное средство тушения пожара — паротушение.

4. При сушке перегретым паром коэффициенты теплопередачи от калориферов к агенту сушки и дальше к высушиваемым пиломатериалам будут больше, следовательно, поверхность нагрева калориферов будет меньше, чем при сушке воздухом или дымовыми газами.

5. Теплоемкость перегретого пара почти в 2 раза выше теплоемкости воздуха при малой относительной насыщенности. Поэтому для переноса одного и того же количества тепла перегретого пара требуется (по весу) приблизительно в 2 раза меньше, чем воздуха. Осуществление принудительной циркуляции перегретого пара в сушильных камерах потребует меньших затрат механической или электрической энергии и будет дешевле, чем в воздушных и газовых сушильных камерах.

В связи с сокращением сроков сушки удельный расход элект-

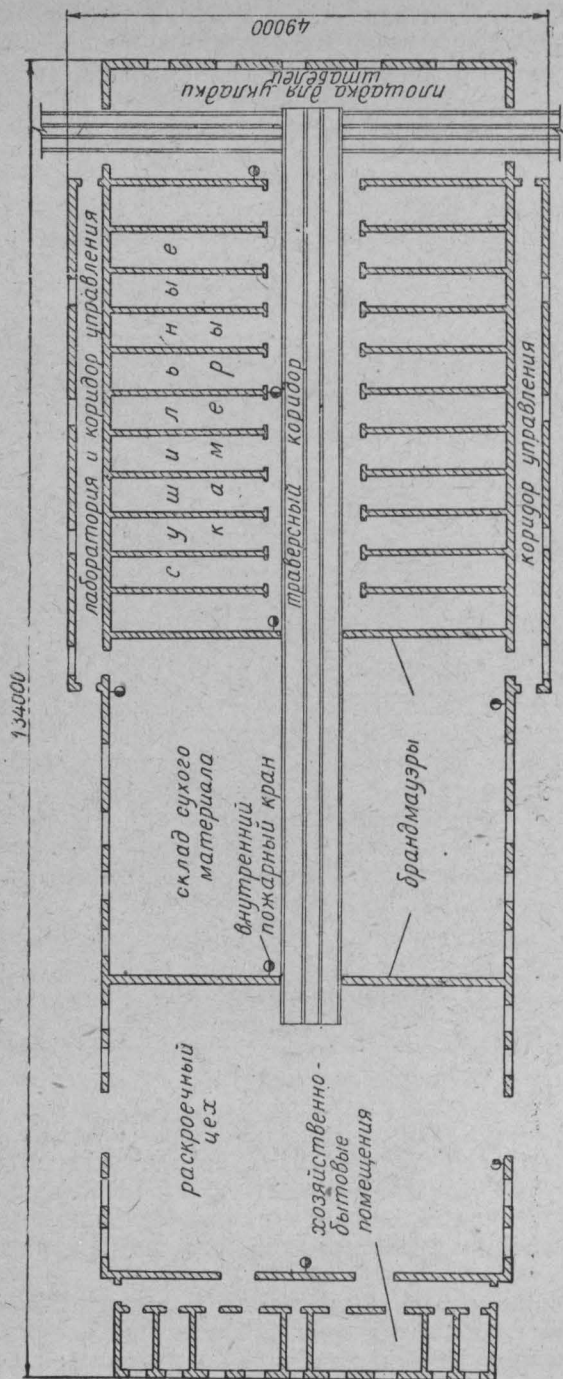


Рис. 20. Пример планировки сушильно-раскrojного цеха.

троэнергии также будет меньше, чем в камерах, у которых агентом сушки являются дымовые газы или воздух.

Уменьшение расхода электрической или механической энергии несколько снижает пожарную опасность сушилок, так как уменьшается количество трущихся частей, электроприборов и оборудования.

б) Планировка сушильных цехов

В состав сушильного цеха входят следующие помещения: погрузочная площадка, где производится укладка штабелей, траверсные коридоры, сушильные камеры, коридоры управления, промежуточный склад сухих пиломатериалов с разгрузочной площадкой, а также служебные и бытовые помещения (лаборатория, цеховая кантора, гардеробная, душевые и уборные, курительная, комната отдыха).

Для сушильного цеха периодического действия площадь склада сухих пиломатериалов с разгрузочной площадкой предусматривается не менее площади, занятой сушильными камерами, а для камер непрерывного действия она уменьшается до половины площади камер.

На действующих предприятиях погрузочные площадки, а иногда и траверсные коридоры размещаются вне здания сушилки, под открытым небом. При строительстве новых сушильных цехов, чтобы улучшить качество сушки и условия труда рабочих, все блоки сушильного цеха выполняются под одной крышей. В настоящее время ряд проектных организаций, проектируя деревообделочные предприятия, предусматривает совмещение двух цехов — сушильного и раскroечного под одной крышей (рис. 20). Такая планировка позволяет создать поточность обработки пиломатериала.

Планировка сушильных цехов с паровыми и газовыми камерами одинакова. Разница только в сушильной камере и принципе ее работы.

в) Пожарная опасность

Паровые сушилки древесины менее пожароопасны, чем высокочастотные и газовые. В процессе сушки при нормальном технологическом режиме загорание в паровой сушильной камере, как правило, исключено, так как высушиваемая древесина находится во влажной среде (воздух и водяной пар), которая создается паром, пропускаемым через увлажнительные трубы. Последние, кроме своего основного назначения, как и в газовых сушильных камерах, могут служить хорошим средством для тушения пожара в камере паром.

Пожары в паровых сушильных камерах могут возникать до и после прекращения процесса сушки, а также при нарушении технологического режима с понижением влажности. В паровых су-

шилках происходит меньше пожаров, чем в высокочастотных, газовых и других, но они чаще принимают большие размеры, уничтожая много пиломатериалов, строения и оборудование, и причиняют значительный материальный ущерб.

Таким образом, пожарная опасность паровых сушилок обуславливается: большим количеством лесопиломатериалов, находящихся на больших производственных площадях, свободным доступом воздуха (работа естественной и искусственной вентиляции), наличием электрического осветительного и силового электрооборудования, большим количеством трущихся частей, которые при авариях и неисправностях могут явиться источником воспламенения. Причины возникновения пожаров в паровых сушильных установках могут быть следующие.

В процессе сушки пиломатериалов древесные отходы осаждаются на поверхность труб калориферов. При длительном нагревании древесные отходы высыхают, обугливаются, переходят в пирофорное состояние, затем вследствие окислительного процесса их температура повышается до температуры воспламенения и они могут загореться. По этой причине происходили пожары при сушке древесно-волокнистых плит. Сушка плит производилась в калориферах воздухом, нагретым до 80°. Забор воздуха в калориферы производился из цеха, где во взвешенном состоянии имелось большое количество пыли. Древесная пыль осаждалась на ребрах калориферов, переходила в пирофорное состояние, самовозгоралась и в виде горящих частиц уносилась нагнетаемым воздухом в сушильную камеру.

Пожар может вызвать источник воспламенения, появившийся при аварии осветительного или силового электрооборудования. Источником воспламенения может быть повышенный нагрев в подшипниках (трущиеся части) вентиляторов и электромоторов. Нередко в результате нарушения противопожарного режима обслуживающим персоналом (применение открытого огня, курение и т. п.) в сушильных цехах возникают пожары с тяжелыми последствиями. Особенности горения и развития пожара в паровых сушилках те же, что и в газовых, так как конструкция и планировка газовых и паровых сушильных цехов почти одинаковы. Приемы и способы тушения пожаров в паровых сушилках те же, что и в газовых.

г) Противопожарные мероприятия при проектировании и эксплуатации

Расположение калориферов в паровых сушильных камерах — боковое, верхнее и нижнее (под решетчатым настилом). Наиболее удачным вариантом считается верхнее расположение калориферов (сушильные камеры типа НБ-1, НБ-2, Гипролеспром, ЦНИИМОД-24-25, ЦНИИМОД-30, ВИАМ-II), в которых древесные отходы не могут попасть на их нагретые поверхности и тем самым исключается возможность воспламенения.

Иногда предусматривают устройство металлических щитков (экранов) или сплошного настила для защиты от прямого попадания на паровые калориферы древесных отходов. Это мероприятие малоэффективно и экономически не оправдано, так как щитки и настилы являются дополнительным препятствием движению воздуха (агента сушки) через паровые калориферы. При этом циркулирующий воздух недостаточно нагревается, температура в сушильной камере падает, время сушки увеличивается, производительность сушилки снижается. Для достижения нормального температурного режима в камере увеличивают давление пара, что приводит к большому расходу его, повышению температуры нагрева поверхностей калорифера и увеличению пожарной опасности. Температура в сушилках должна автоматически контролироваться и регулироваться (см. гл. IV).

Поскольку планировка газовых и паровых сушильных установок почти одинакова, то противопожарные мероприятия при их планировке, указанные выше, также целиком относятся к паровым сушильным установкам. Противопожарные мероприятия режима эксплуатации электрооборудования, вентиляционной системы, водоснабжения и др. для газовых сушильных установок полностью относятся и к паровым, так как вентиляционное и электрическое оборудование в паровых и газовых установках применяется одно и то же.

д) Выбор электрооборудования и пример расчета силовой и осветительной электросети

При проектировании и пожарно-профилактическом обслуживании сушильного цеха необходимо знать, что неправильный расчет и выбор электрооборудования может привести при эксплуатации к возникновению пожара.

В качестве примера предлагается один из вариантов выбора электрооборудования и расчет электросетей применительно к погрузочной площадке, где производится укладка штабелей.

Электроснабжение. Питание электроэнергией сушильного цеха предусматривается от шин низкого напряжения 380/220 в трансформаторной подстанции деревообрабатывающего предприятия.

Электроосвещение. В цехе предусматривается рабочее (общее и ремонтное), а также аварийное освещение. Наружная питательная сеть прокладывается кабелем марки ААБ в земляной траншее, а питательная сеть внутри цеха — кабелем марки ААБГ-1000_{ак}. Распределительная сеть ремонтного освещения, обеспечивающая питание переносных светильников, монтируется проводом ПРТО-500 в газовых трубах.

Сети общего рабочего и аварийного освещения выполняются проводом ПВ-500 на изоляторах. Схема магистральной осветительной сети показана на рис. 21.

Силовое электрооборудование. В сушильном цехе предусматриваются асинхронные электродвигатели с короткозамкнутым ротором в защищенном и закрытом обдуваемом исполнении типа А и АО. Силовые распределительные пункты предусматриваются в уплотненном исполнении типа СПМУ с предохранителями типа НПН-60 а—500 в. Пусковой аппаратурой будут магнитные и

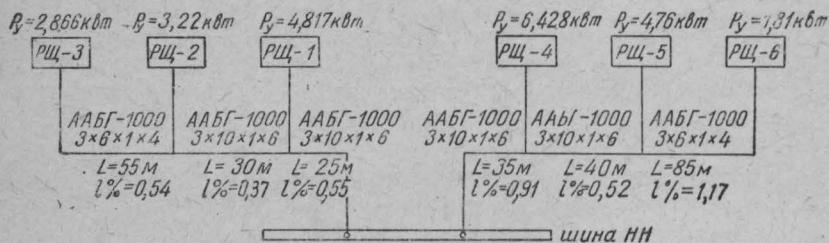


Рис. 21. Схема магистральной осветительной сети.

кнопочные пускатели. Внутренняя питательная сеть, идущая к распределительным пунктам, прокладывается кабелем ААБГ-1000 на скобах (рис. 22). Распределительная силовая сеть от распределительных пунктов выполняется проводом ПРТО-500 в газовых трубах.

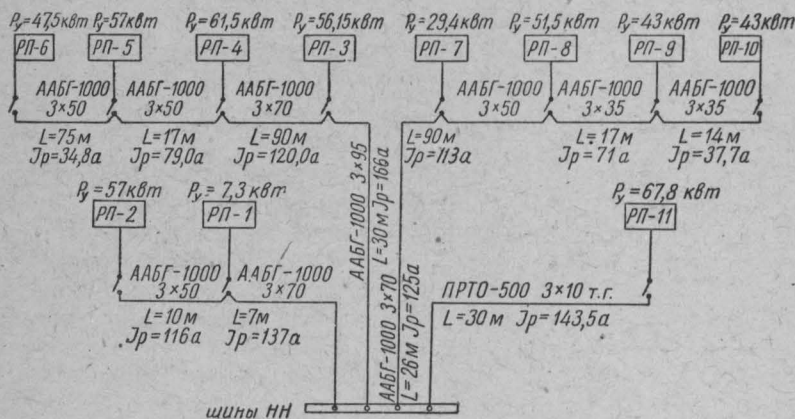


Рис. 22. Схема магистральной силовой сети.

Заземление. Так как питание осуществляется от трансформаторов с глухозаземленной нейтралью, то все металлические нетоковедущие части электроустановок (корпуса электродвигателей, пусковой аппаратуры и т. д.) должны быть занулены. Зануление

осуществляется присоединением электрооборудования к внутреннему зануляющему контуру, выполненному из полосовой стали размером 25×4 мм.

Определение классов пожароопасности помещений

Согласно «Правилам устройства электроустановок» (ПУЭ) помещения сушильного цеха при применении в них электрооборудования по пожарной опасности делятся на следующие классы:

1) сушильные паровые камеры — сырые и жаркие (§ I-1-9, § I-1-11);

2) коридор управления — жаркие (§ I-1-11);

3) площадка укладки штабелей — П-IIа (§ VII-4-5);

4) склад сухого пиломатериала — П-IIа (§ VII-4-5).

Если сушильный цех спроектирован в блоке с раскроечным цехом под одной крышей, то выбор и расчет всего электрооборудования производится совместно;

5) раскроечное отделение — П-II (§ VII-4-4).

Выбор силового и осветительного электрооборудования в зависимости от класса пожароопасности помещений производится по табл. 5.

Расчет силовой и осветительной сети площадки формирования штабелей сушильного цеха

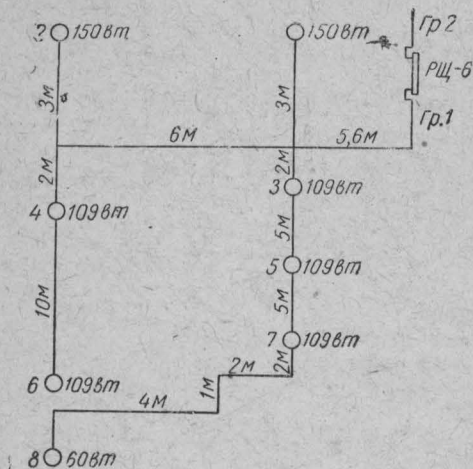


Рис. 23. Схема расстановки ламп накаливания.

Осветительная сеть

Расчет по потере напряжения. От группового распределительного щитка 6 прокладываются две симметричные группы по 8 светильников в каждой. Поскольку группы симметричные, то рассчитываем одну группу. Электропровод выполнен проводом ПВ-500 (и.ф.). Мощность ламп накаливания и расстояния между ними указаны на рис. 23. Составляем расчетную схему (рис. 24).

Определяем сечение проводника:

Таблица 5

Электробоорудование							
Наименование помещений	Класс помещений по ПУЭ	распределительные устройства	электропроводка	электро-светильники	выключатели и штепсельные розетки	электро-двигатели	аппараты управления
заземление							
Площадка укладки штабелей и склад сухих пиломатериалов	П-Па (ПУЭ § VII-4-5)	Закрытого исполнения (ПУЭ § VII-4-23) типа ПОН	ПРТО 500 (г. т.) ПВ-500 (и. ф.) (ПУЭ § VII-4-28, § II-1-25, табл. II-1-2)	Защищенного исполнения с защитными кл-яными ст-паками (ПУЭ § VII-4-25), напр. VII-200, ГП-200	Закрытого исполнения (ПУЭ § VII-4-16)	Защищенного исполнения (ПУЭ § VII-4 12, например, серии "А")	Закрытые и с масляным наполнением. Принимается как исключение защищенного исполнения (ПУЭ § VII-4-16). Наприм- мер, магнитные пускатели серии "Г"
Металлические нетоковедущие части заземлены. В качестве заземления принято зануление							
Коридор управления	Жаркое (ПУЭ § I-1-11)	Электрооборудование подбирается с таким расчетом, чтобы изоляционные материалы не нагревались выше максимально допустимых температур					
Сушильные камеры	Жаркое (ПУЭ § I-1-9, § I-1-11)	В сушильных камерах электрооборудование отсутствует. Принимается ремонтное переносное освещение напряжением 12 в					
Расроечное отделение	П-П (ПУЭ § VII-4-23)	Пыленепроницаемого исполнения (ПУЭ § VII-4-23)	ПРТО-500 (г. т.) ПВ-500 (и. ф.) (ПУЭ § VII-4-28)	Пыленепроницаемого исполнения, наприм- мер, типов УГ-200, ГП-200	Пыленепроницаемого исполнения (ПУЭ § VII-4-16)	Закрытые обдуваемые типа "АО" (ПУЭ § VII-4-12)	Пыленепроницаемого исполнения и с масляным наполнением

$$S = \frac{2(P_1 L_1 + P_2 L_2 + P_3 L_3 + P_4 L_4 + P_5 L_5)}{\gamma \cdot \Delta V \cdot V} \text{ мм}^2,$$

где: S — сечение проводника, мм^2 ;

$P_1—P_5$ — мощности ламп накаливания, вт ;

$L_1—L_5$ — расстояния от РЩ до ламп накаливания, м ;

γ — удельная проводимость металла, из которого выполнен проводник, $\gamma_{\text{медн}} = 54 \text{ м/ом} \cdot \text{мм}^2$;

ΔV — потеря напряжения в сети,

$$\Delta V = \frac{V \Delta V \%}{100},$$

где: ΔV — снижение напряжения у наиболее удаленных ламп внутреннего рабочего освещения в $\%$ от номинального,

$$S = \frac{2(518 \cdot 5,6 + 109 \cdot 7,6 + 109 \cdot 12,6 + 109 \cdot 17,6 + 60 \cdot 28,6)}{54 \cdot 5,5 \cdot 220} = 0,41 \text{ мм}^2.$$

По ГОСТ 6523—52 и ПУЭ § II-1-9, табл. II-1-1 принимаем $S = 1,5 \text{ мм}^2$.

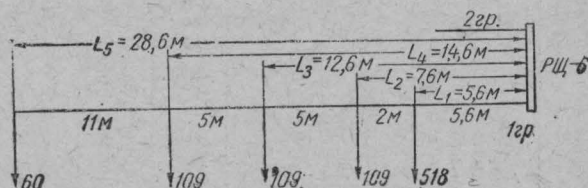


Рис. 24. Расчетная схема осветительной сети.

Расчет по тепловому нагреву. Определяем рабочий ток в группе:

$$I_{\text{раб}} = \frac{P}{V} = \frac{905}{220} = 4,11 \text{ а},$$

где: P — суммарная мощность ламп накаливания в группе, вт ;

V — напряжение в сети, в .

Находим необходимое сечение провода. По ПУЭ § I-3-8, табл. I-3-1 и § II-1-9, табл. II-11 сечение токопроводящей жилы проводника ПВ-500 (и. ф.), $S = 1,5 \text{ мм}^2$.

Определяем номинальный ток плавкой вставки предохранителя. По шкале номинальных токов плавких вставок и § III-1-7 ПУЭ принимаем $I_{\text{аст}} = 6 \text{ а}$.

Итак, в группах 1 и 2 РЩ-6 принимаем $I_{\text{аст}} = 6 \text{ а}$; $S_{\text{пр}} = 1,5 \text{ мм}^2$.

Расчет магистральной сети от РЩ-5 до РЩ-6

От группового распределительного щитка № 5 к щитку № 6 проложена магистральная линия кабелем ААБГ-1000 длиной 85 м (рис. 25).

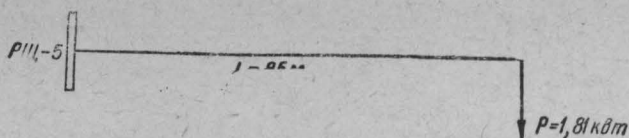


Рис. 25. Схема магистральной линии РЩ-5 — РЩ-6.

По потере напряжения:

$$S = \frac{PL}{\gamma_a \cdot \Delta V \cdot V} = \frac{1810 \cdot 85}{32 \cdot 9,5 \cdot 380} = \frac{153850}{115520} = 1,33 \text{ мм}^2,$$

где γ_a — удельная проводимость алюминия.

По ПУЭ § 1-3-11 принимаем $S = 2,5 \text{ мм}^2$.

По тепловому нагреву. Определяем рабочий ток в сети:

$$I_{\text{раб}} = \frac{P \cdot K_c}{\sqrt{3} \cdot V} a,$$

где K_c — коэффициент спроса, равный 1.

$$I_{\text{раб}} = \frac{1810 \cdot 1}{1,73 \cdot 380} = 2,48 a.$$

По ПУЭ § 1-3-11 принимаем $S = 2,5 \text{ мм}^2$.

Учитывая, что линия РЩ-5—РЩ-6 магистральная и что можно увеличить потребляемую мощность, принимаем $S = 6 \text{ мм}^2$.

Силовая сеть

Питание трех электродвигателей площадки формирования штабелей осуществляется от РП-6, установленного в коридоре управления. Технические данные электродвигателей приводятся в табл. 6.

Таблица 6

№ двигателя и групп	Тип электро- двигате- ля	КПД, % η	$\cos \varphi$	$\beta = \frac{I_{\text{пуск}}}{I_{\text{ном}}}$	Вес электро- двигателя, кг	Исполнение	Скорость вра- щения, об/мин.	Номинальная мощность на валу	Назначение
1	АО-63-6	0,78	0,82	6	180	Закрытое. Обдуваемое	980	10	Грузовой лифт
2	А-61-8	83,5	0,76	4,5	140	Защищен- ное	730	4,5	Вентиль- тор
3	АК-60-6	78,5	0,76	Рео- стат	125	Защищен- ное	925	4,5	Электро- траверсная тележка

Сеть питания электродвигателей показана на расчетной схеме (рис. 26).

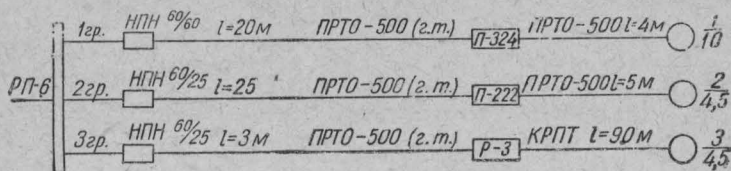


Рис. 26. Расчетная схема питания электродвигателей.

Группа № 1

Расчет по тепловому нагреву. Определяем расчетную величину номинального тока плавкой вставки предохранителя:

$$I_{н.вст} \leq \frac{I_{макс}}{\alpha} = \frac{142,2}{2,5} = 56,9 \text{ а},$$

где: $I_{макс} = I_{пуск} = I_{ном} \cdot \beta = 23,7 \cdot 6 = 142,2 \text{ а};$

$$I_{ном} = \frac{P_n \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot V_n \cdot \cos \varphi \cdot \eta} = \frac{10 \cdot 1000}{1,73 \cdot 380 \cdot 0,82 \cdot 0,79} = 23,7 \text{ а}.$$

По расчетной $I_{н.вст} = 56,9 \text{ а}$ и стандартной шкале номинальных токов плавких вставок и § III-1-7 ПУЭ принимаем $I_{н.вст} = 60 \text{ а}$. Определяем сечение проводников группы: $I_{доп} \geq I_{раб}; I_{раб} = I_n \cdot K_z = 23,7 \cdot 1 = 23,7 \text{ а}$. По ПУЭ § I-3-8, табл. I-3-1 сечение проводника принимаем 6 мм^2 с $I_{доп} = 30 \text{ а}$.

По § III-1-7 $\frac{I_{н.вст}}{I_{доп}} \leq 3; \frac{56,9}{30} = 1,9$, что удовлетворяет требованиям параграфа. По каталогу № 3637 на пускатели серии «П» нагревательный элемент магнитного пускателя П-324 принимаем № 36.

Расчет по потере напряжения:

$$\Delta V = \frac{P \cdot l}{\gamma \cdot S \cdot V} = \frac{10 \cdot 1000 \cdot 24}{54 \cdot 6 \cdot 380} = \frac{240\,000}{123\,120} = 1,9 \text{ в}$$

$$380 \text{ в} \text{ — } 100\% \quad x = 0,5\%$$

$$1,9 \text{ в} \text{ — } x \quad x = 0,5\%, \text{ т. е. } 5\%.$$

Таким образом, параметры I группы принимаем из условия расчета по тепловому нагреву, т. е. $S = 6 \text{ мм}^2$ и $I_{н.вст} = 60 \text{ а}$.

Группа № 2

Расчет по тепловому нагреву. Определяем расчетную величину номинального тока плавкой вставки предохранителя:

$$I_{н. вст} \geq \frac{I_{макс}}{\alpha} = \frac{48,7}{2,5} = 19,5 \text{ а},$$

где:

$$I_{макс} = I_{пуск} = I_n \cdot \beta = 10,85 \cdot 4,5 = 48,7 \text{ а};$$

$$I_{ном} = \frac{P_n \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot V_n \cdot \cos \varphi \cdot \eta} = \frac{4,5 \cdot 1000}{1,73 \cdot 380 \cdot 0,76 \cdot 0,83} = 10,85 \text{ а}.$$

По расчетной $I_{н. вст} = 19,5 \text{ а}$ и стандартной шкале номинальных токов плавкой вставки, учитывая § III-1-7, принимаем $I_{н. вст} = 25 \text{ а}$.
Определяем сечение проводников группы:

$$I_{доп} \geq I_{раб};$$

$$I_{раб} = I_n \cdot K_z = 10,85 \cdot 1 = 10,85 \text{ а}.$$

По ПУЭ § 1-3-8, табл. 1-3-1 сечение провода принимаем $1,5 \text{ мм}^2$
с $I_{доп} = 13 \text{ а}$.

По § III-1-7 $\frac{I_{н. вст}}{I_{доп}} \leq 3; \frac{25}{13} \approx 2$, что удовлетворяет требованиям параграфа.

По каталогу № 3637 на пускатели серии «П» нагревательный элемент магнитного пускателя П-222 принимаем № 30.

Расчет по потере напряжения:

$$\Delta V = \frac{P \cdot l}{\gamma \cdot S \cdot V} = \frac{4,5 \cdot 1000 \cdot 30}{54 \cdot 1,5 \cdot 380} = 0,43 \text{ в}$$

$$380 \text{ в} \text{ — } 100\% \quad x = 0,11\%$$

$$0,43 \text{ в} \text{ — } x \quad x = 0,11\% \ll 5\%.$$

Следовательно, параметры группы № 2 принимаем из условия расчета по потере напряжения, т. е. $S = 1,5 \text{ а}$ и $I_{н. вст} = 25 \text{ а}$.

Группа № 3

Расчет по тепловому нагреву. Определяем номинальный ток плавкой вставки предохранителей:

$$I_{н. вст} = \frac{I_{макс}}{\alpha} = \frac{10,9 \cdot 2,5}{2,5} = 10,9 \text{ а},$$

где:

$$I_{макс} = I_{пуск} = I_{ном} \cdot \beta = 10,9 \cdot 2,5 = 27,25 \text{ а};$$

$$I_{ном} = \frac{P_n \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot V_n \cdot \cos \varphi \cdot \eta} = \frac{4,5 \cdot 1000}{1,73 \cdot 380 \cdot 0,76 \cdot 0,78} = 10,9 \text{ а}.$$

По расчетной $I_{н. вст} = 10,9 \text{ а}$ и стандартной шкале номинальных токов плавкой вставки, учитывая § III-1-7, принимаем $I_{н. вст} = 15 \text{ а}$.
Определяем сечение проводников группы № 3:

$$I_{доп} \geq I_{раб};$$

$$I_{раб} = I_n \cdot K_z = 10,9 \cdot 1 = 10,9 \text{ а}.$$

По ПУЭ § I-3-8, табл. I-3-1 и § II-1-9, табл. II-1-1 сечение провода принимаем $2,5 \text{ мм}^2$ с $I_{доп} = 25 \text{ а}$ по § III-1-7

$$\frac{I_{н. вст}}{I_{доп}} \leq 3; \frac{15}{25} = 0,6; 0,6 \ll 3.$$

Следовательно, отношение удовлетворяет требованию параграфа.
Расчет по потере напряжения:

$$\Delta V = \frac{P \cdot l}{\gamma \cdot S \cdot V};$$

$$\Delta V = \frac{4,5 \cdot 1000 \cdot 93}{54 \cdot 2,5 \cdot 380} = 8,1 \text{ в}$$

$$380 \text{ в} \text{ — } 100\% \quad x = 2,1\%$$

$$8,1 \text{ в} \text{ — } x \quad x = 2,1\% < 5\%.$$

Для группы № 3 принимаем следующие параметры: $S = 4 \text{ мм}^2$ и $I_{н. вст} = 15 \text{ а}$.

Учитывая требования ПУЭ § II-1-9, табл. II-1-1, сечение кабеля КРПТ для питания двигателя № 3 передвижной траверзной тележки принимаем 4 мм^2 .

Проверка аппаратов защиты на отключение короткого замыкания

Аппараты защиты сети от токов короткого замыкания (плавкие предохранители типа НПН) всегда должны обеспечивать отключение аварийного участка при коротком замыкании в конце защищаемой линии. Согласно требованиям ПУЭ §§ III-1-6 и I-7-56 электрические сети должны иметь защиту от токов короткого замыкания с минимальным временем отключения и обеспечением по возможности требования селективности. При однофазном коротком замыкании на корпус в сетях с глухозаземленной нейтралью необходимость отключения поврежденного участка определяется также требованиями техники безопасности, так как замыкание на корпус вызывает в этих сетях появление напряжения в нулевом проводе, потенциал которого для безопасности должен быть близок к нулю. Быстрое и надежное отключение короткого замыкания будет обеспечено, если ток короткого замыкания превысит не менее чем в 3 раза номинальный ток плавкой вставки $I_{н. вст}$ предохранителя

$$I_k \geq 5 I_{н. вст}.$$

Величина тока короткого замыкания для сети с глухозаземленной нейтралью определяется для однофазного заземления, так как именно при этом виде повреждения получается минимальное значение величины тока короткого замыкания.

Для определения величины тока короткого замыкания пользуемся формулой:

$$I_k = \frac{V_n}{Z_n + Z_m} \alpha,$$

где: V_n — берется равным междуфазному номинальному напряжению для сети с изолированной нейтралью и фазному номинальному напряжению для сети с глухозаземленной нейтралью;

$Z_n = \sqrt{r_n^2 + x_n^2}$ — полное сопротивление петли до места короткого замыкания двух фазных проводов (для сети с изолированной нейтралью) или фазного и нулевого проводов (для сети с глухозаземленной нейтралью), *ом*;

Z_m — полное сопротивление обмоток трансформатора, *ом*.

В качестве активного сопротивления r_n линии от ТП до наиболее удаленного электродвигателя № 3 (см. рис. 22 и 26) берем сопротивление петли фаза — нуль, т. е. фазной жилы кабеля и стальной зануляющей шины (25×4 мм). Активное сопротивление:

$$r_n = (r_\phi + r_o),$$

где: $r_\phi = r_1 + r_2 + r_3 + r_4$ — сумма сопротивлений фазной жилы всех участков кабельной линии от ТП до электродвигателя № 3 (см. рис. 22 и 26);

$r_o = r_{ш} + r_{o.к}$ — сумма сопротивлений зануляющей стальной шины кабеля марки КРТП.

Определяем сопротивление фазной жилы всех участков кабельной линии от ТП до электродвигателя № 3 по формуле:

$$r_i = \rho \frac{l}{S} \text{ ом},$$

где: ρ — удельное сопротивление проводника, $\frac{\text{ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$;

l — длина кабельной линии, м;

S — сечение токоведущей жилы, мм^2 .

$$r_1 = 0,029 \cdot \frac{30}{95} = 0,009 \text{ ом};$$

$$r_2 = 0,029 \cdot \frac{90}{95} = 0,027 \text{ ом};$$

$$r_3 = 0,029 \cdot \frac{92}{50} = 0,05 \text{ ом};$$

$$r_4 = 0,017 \cdot \frac{93}{4} = 0,37 \text{ ом};$$

$$r_{ш} = 0,13 \frac{(30 + 90 + 92)}{100} = \frac{212}{100} = 2,12 \cdot 0,13 = 0,27 \text{ ом};$$

$$r_{o.к} = 0,0017 \cdot \frac{93}{2,5} = 0,017 \cdot 37,2 = 0,63 \text{ ом};$$

$$r_{\phi} = (0,009 + 0,027 + 0,05 + 0,37) = 0,456 \text{ ом};$$

$$r_o = (0,27 + 0,63) = 0,9 \text{ ом};$$

$$r_n = 0,456 + 0,9 = 1,356 \text{ ом}.$$

Определяем величину тока короткого замыкания:

$$I_k = \frac{220}{1,356} = 162,2 \text{ а}.$$

$I_k = 162,2 \text{ а} > 5$; $I_{н. \text{ вст}} = 5 \cdot 25 = 125 \text{ а}$, что удовлетворяет условию § 1-7-56 ПУЭ.

Сопротивлением обмоток трансформаторов и индуктивным сопротивлением петли фазы — нуль в данном случае можно пренебречь, следовательно, $Z_n + Z_m \cong r_n$

Проверка аппаратов защиты на группах №№ 1 и 2 не производится, так как они находятся в более благоприятных условиях, чем группа № 3, ибо величина токов короткого замыкания в них получается во много раз больше требуемой трехкратной величины по отношению к номинальному току плавкой вставки.

4. СУШКА ДРЕВЕСИНЫ В ПЕТРОЛАТУМНЫХ ВАННАХ

При пропитке и антисептировании древесины было установлено, что сырая древесина, прогреваясь в маслах (например, в креозоте), при температуре 120—125°, высыхает во много раз быстрее, чем при обычной конвекционной сушке. Иногда древесину пропитывают с применением вакуума или повышенного давления в закрытых цилиндрах, так что сама установка для пропитки слишком сложна и дорога, чтобы рекомендовать ее для массовой сушки пиломатериалов.

В Советском Союзе за последние годы проведен ряд работ по исследованию сушки древесины в ваннах с расплавленными веществами: маслами, петролатумом, серой и др. при атмосферном давлении. Сушка в жидких средах заинтересовала сушильщиков потому, что в жидкостях происходит более быстрый прогрев древесины, чем при камерной сушке.

Жидкие среды (высокотемпературные теплоносители) должны удовлетворять следующим основным требованиям: небольшая стоимость, безвредность для обслуживающего персонала, безопасность в пожарном отношении, незначительное поглощение их древесиной, отсутствие разрушающего действия на высушиваемую древесину.

Наиболее широко в сушильной технике применяется петролатум, удовлетворяющий указанным требованиям. Способ сушки в петролатуме рекомендуется на предприятиях с небольшим объемом потребления древесины. Производительность одной ванны не более 2000 м³ в год хвойного пиломатериала, т. е. не превышает производительности самой небольшой из современных лесо-

сушильных камер периодического действия. Преимущество сушки в петролатуме — возможность совмещать ее с пропиткой древесины антисептиками. Этот способ весьма перспективен для древесины, идущей на инженерные сооружения.

Недостатки сушки в петролатуме:

- а) значительный расход петролатума. Так, на 1 м³ древесины расходуется около 20 кг петролатума;
- б) небольшая производительность;
- в) загрязнение высушиваемого пиломатериала, затрудняющее его дальнейшую обработку (склеивание, отделку).

Петролатум — это светло-коричневая масса, состоящая из смеси парафинов и церезинов с высоковязким очищенным маслом, получающаяся при депарафинизации авиационных масел. Температура плавления петролатума +55°, температура вспышки +240° и температура самовоспламенения +340°.

Петролатум обычно транспортируют в бочках или цистернах. При сушке в петролатуме, нагретом до температуры выше точки кипения воды, происходит быстрый прогрев древесины, так как интенсивность передачи тепла от жидкого петролатума очень высокая.

В процессе сушки древесины влага под действием температуры перемещается от внутренних слоев ее к внешним как в виде пара, так и в виде жидкости. Пар перемещается по полостям клеток, а жидкость — по капиллярам, межклеточным макрокапиллярам и другим элементам древесины. Выйдя из древесины, влага в виде пузырьков пара поднимается через слой петролатума и попадает в окружающую среду помещения сушильной установки. Продолжительность в часах сушки хвойной древесины при температуре 120—130° составляет:

для досок толщиной 25 мм — 4—6,
” ” ” 40 ” — 10—11,
” ” ” 50 ” — 13—15,
” ” ” 65 ” — 17—20.

Таким образом, высокотемпературная сушка древесины в петролатуме в 8—10 и более раз быстрее камерной.

а) Типы петролатумных сушилок

На деревообрабатывающих предприятиях встречаются петролатумные ванны с паровым, огневым и электрическим обогревом. Принцип устройства их одинаков. Отличаются они только системой подогрева. У первых подогрев осуществляется паровым калорифером, у вторых — обтеканием дна и боков ванны горячими топочными газами, а у третьих — электронагревательными приборами, установленными в специальной камере, под ванной.

Сушка в ваннах с паровым обогревом. При определении размеров ванны учитывают наибольшую длину, а также общий объем лесоматериала, подлежащего сушке. Ванны могут быть

открытого и закрытого типа. Строительство ванн закрытого типа вызывается необходимостью улучшения воздушной среды в помещении петролатумной установки. При этом все пары отводятся из помещения. Наибольшее распространение в деревообрабатывающей промышленности получили установки открытого типа, так как они проще в изготовлении и эксплуатации. При строительстве петролатумных установок выкапывается котлован глубиной около 3 м, длиной 7 м и шириной 1,6 м (рис. 27). Котлован выклады-

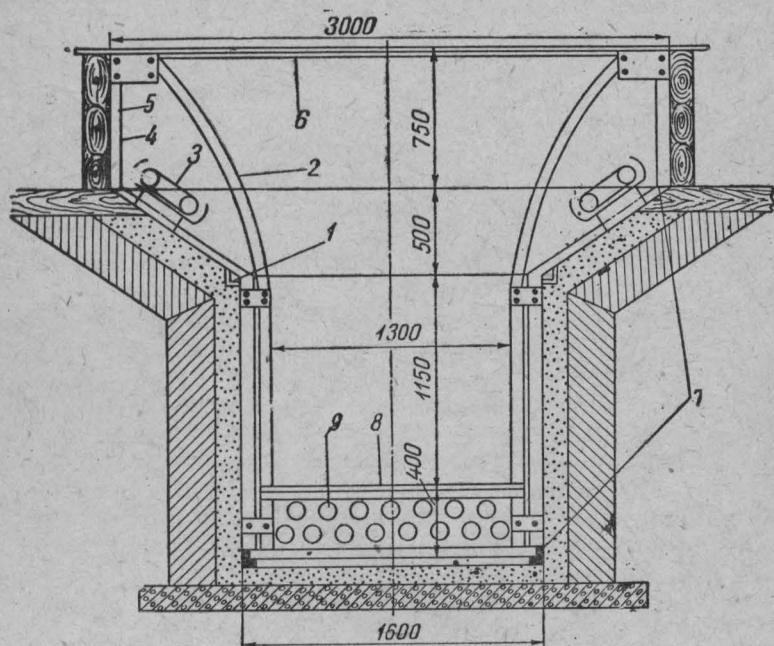


Рис. 27. Установка для сушки в петролатуме:

1, 7 — усиливающие пояса; 2 — направляющие контейнеры; 3 — паровые трубы для пеногашения; 4 — ребро жесткости; 5 — корпус ванны; 6 — верхняя обвязка; 8 — опора контейнера; 9 — паровые трубы.

вается кирпичными стенками толщиной $\frac{1}{2}$ кирпича с отсыткой глиной по наружному периметру. Пол делается бетонным. Затем в котлован ставится стальная ванна со стенками толщиной 5—6 мм. Для предотвращения перелива петролатума при его бурном вспенивании в процессе сушки сырой древесины края ванны необходимо поднять (нарастить) на высоту не менее 1,5 м над уровнем петролатума. Пространство между кирпичными стенками и ванной заполняется теплоизоляционным материалом (шлаком). На дне ванны монтируется гладкотрубный паровой калорифер. Пар подается насыщенный, давлением 6—8 атм; расход пара — около 0,5 т в час.

В ванну помещают 12—14 т петролатума. Хранилище, где запас петролатума составляет около 40 т, должно находиться вблизи от установки. Оно также снабжается калорифером для разогре-

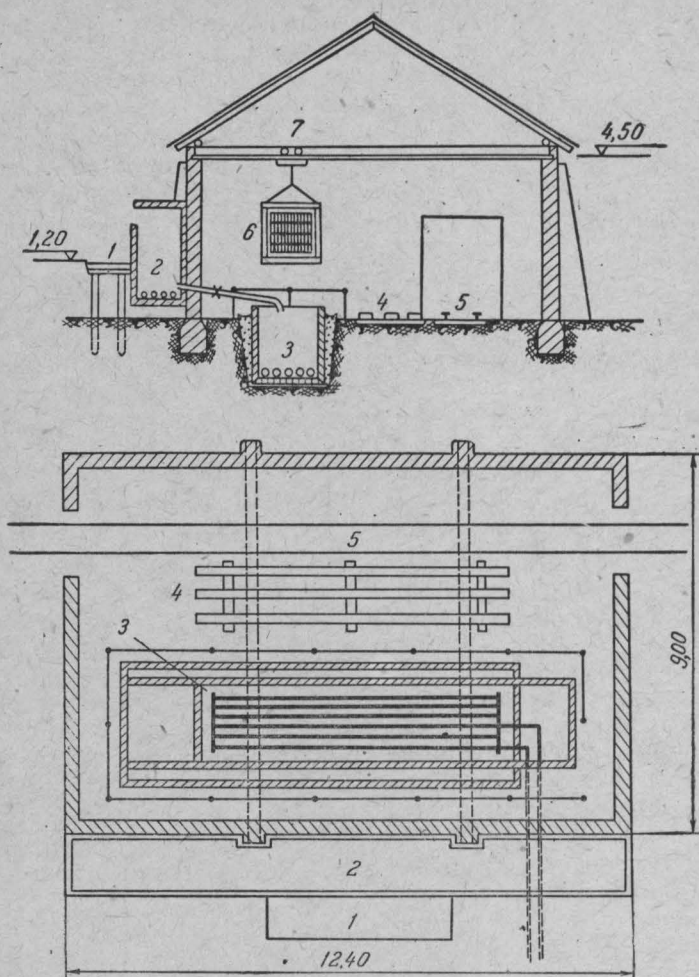


Рис. 28. Разрез и схематический план помещения для сушки древесины в петролатуме:

1 — разгрузочная эстакада; 2 — расходное хранилище петролатума; 3 — ванна; 4 — погрузо-разгрузочная площадка; 5 — узкоколейный путь; 6 — контейнер; 7 — тельфер.

ва петролатума до жидкого состояния, чтобы его можно было перекачивать в ванну. Ванна предусматривается в здании размерах 10×7 м с двумя сквозными дверными проемами (рис. 28). Над ванной монтируются два тельфера грузоподъемностью по

3 т. Тельферы поднимают контейнер с древесиной (до 3 м³) с тельферных тележек или вагонеток и загружают его в ванну или вынимают из нее после сушки. При спускании в ванну контейнера с древесиной последняя должна быть покрыта петролатумом, в противном случае верхние слои будут недосушены и подвергнутся деформации.

Перед сушкой древесину предварительно сортируют по породам и размерам, так как для каждого сортамента устанавливается отдельный режим сушки. Древесину сушат до строжки и фуговки, ибо в процессе сушки петролатум впитывается в древесину: по плоскостям — на 0,5—1 мм и по торцам — на 15—30 мм. В горячем петролатуме, нагретом до 120—140°, древесину в зависимости от сечения брусков и породы, а также начальной и конечной ее влажности выдерживают от 1,5 до 6 час. Обычно длительность сушки устанавливают опытным путем.

Сушка считается оконченной, как только прекращается выделение пены. Такое определение на глаз проверяют взвешиванием контрольного образца, который обязательно закладывают в каждый контейнер с древесиной. После того, как будет установлено, что процесс сушки закончен, контейнер вынимают из петролатума и держат в наклонном положении над ванной в течение 10 мин., чтобы стек петролатум и остыла древесина. Затем контейнер переносят на разгрузочную площадку и выгружают древесину.

Сушка в ваннах с огневым обогревом. В леспромхозах, на стройках и небольших деревообрабатывающих предприятиях, где нет паровых установок с давлением 7—8 атм, устанавливают петролатумные ванны с огневым обогревом, которые в отличие от паровых имеют утолщенные стенки в местах обтекания их топочными газами. Размеры ванн с огневым обогревом так же как и с паровым определяются размером высушиваемой древесины. Последняя загружается в ванну как в контейнерах, так и в металлических рамах, хомутах, захватах механизированным способом или вручную. Временные огневые петролатумные установки устраиваются на открытой площадке, вне помещения. При этом устраивают простейшую топку с обогревом только дна ванны и отводом топочных газов в сторону.

Стационарные огневые петролатумные установки располагают в здании. Топка размещается обособленно от сушильного помещения. Стенки ванны обводятся жаровыми каналами, по которым проходят горячие топочные продукты. Для крупных ванн устраивают две топки, так как одна не может обеспечить нормальную работу ванны. Ванны обычно углубляют в землю, но иногда располагают и на поверхности земли. Петролатумные ванны с огневым обогревом применяют на небольших предприятиях потому, что они имеют следующие преимущества:

- 1) простота и небольшая стоимость, дешевизна при изготовлении. Установка ванны занимает 2—4 дня;
- 2) небольшие размеры ванны позволяют легко перемещать ее

по любым дорогам, в любое время года, на всех видах транспорта;

3) сушилка работает на древесных отходах, поэтому стоимость сушки определяется только затратами на петролатум и зарплату рабочим, обслуживающим установку;

4) для изготовления петролатумной установки может быть использована любая металлическая емкость, если она подходит по размеру. Кроме того, после сушки в петролатуме в древесине уничтожаются все гниlostные грибы, а также жучки-древоточцы.

После сушки древесина теряет 35—40% своего веса, что увеличивает ее транспортабельность при вывозке на большие расстояния. При сушке древесина впитывает петролатум, закупоривая свои поры. Поэтому при длительном хранении в лесу и на складах она не портится.

Петролатумные ванны с электрообогревом. Эти сушильные установки отличаются от паровых только тем, что вместо парового калорифера они имеют электронагревательную камеру, расположенную под петролатумной ванной. Электронагревательные приборы представляют собой обыкновенные спирали, которые выделяют тепло при прохождении по ним электрического тока. Количество спиралей устанавливается в зависимости от величины ванны. Петролатумные ванны с электрообогревом значительно дороже, чем паровые или с огневым обогревом.

Кроме петролатума, агентом сушки могут быть и другие вещества. Были проведены опыты по сушке древесины в расплавленной сере, которые дали положительные результаты. Однако вредное действие на человеческий организм паров серы и ее пожарная опасность не позволяют применить серу в качестве агента сушки.

б) Пожарная опасность

Петролатум является горючей органической жидкостью (температура вспышки 250°, температура самовоспламенения 340°); загорается только при мощном источнике воспламенения. Поэтому сушка древесины в петролатуме не представляет особой пожарной опасности. В результате впитывания петролатума древесиной последняя становится более пожароопасной, чем древесина, высушенная другим способом сушки. Опыты показали, что время свободного горения березы и лиственницы, высушенных в петролатумной ванне, в 1,4—1,5 раза больше, чем высушенных другим способом. Кроме того, при поднесении пламени древесина быстрее загорается и интенсивно горит коптящим пламенем.

Наиболее опасны в пожарном отношении петролатумные сушилки с огневым обогревом, где причиной возникновения пожара является перегрев ванны, а также попадание раскаленных частиц и пламени на петролатум и древесину. Поэтому научно-исследовательская лаборатория тары (НИЛТара) не рекомендует способ

огневого обогрева ванн. Однако на практике этот способ обогрева применяется.

В петролатумных установках с огневым обогревом регулирование температуры осуществляется усилением или ослаблением огня в топке и тяги топочных газов в дымоходе. Этот процесс регулирования температурного режима сушки далеко не совершенный, требующий большого опыта и неослабного внимания со стороны обслуживающего персонала. При недостаточном контроле за температурным режимом сушки может произойти перегрев ванны и воспламенение петролатума с высушиваемой древесиной. Попадание небольших искр в петролатум практически не вызывает его воспламенения, но попадание крупных раскаленных частиц и пламени на петролатум и древесину вызовет загорание.

Менее опасны в пожарном отношении петролатумные сушилки древесины с паровым обогревом. В них не может возникнуть загорание петролатума и древесины от перегрева ванны, так как для получения высокой температуры нагрева необходимо очень большое давление пара в калорифере. На практике в петролатумных установках с паровым обогревом происходит загорание древесных отходов, которые скопляются у ванны. Горящие древесные отходы, в свою очередь, воспламеняют петролатум. Источниками воспламенения обычно являются: искры, появляющиеся в результате неисправности силового и осветительного электрооборудования; пользование открытым огнем; искры, вылетающие из выхлопных труб двигателей транспортных средств; курение и др.

Пожарная опасность петролатумных сушильных установок с электрообогревом обуславливается наличием под ванной электронагревательной камеры. В результате попадания петролатума и древесных отходов на электронагревательные приборы возникает загорание. Это происходит во время аварии или при образовании трещин, отверстий в ванне и отсутствии достаточной герметизации электронагревательной камеры. Несмотря на это, петролатумные сушилки с электрообогревом менее опасны в пожарном отношении, чем сушилки с огневым обогревом.

в) Особенности горения и развития пожара. Способы тушения пожара

Температуры самовоспламенения древесины и петролатума почти одинаковы, поэтому горение древесины и агента сушки петролатума происходит одновременно. Это является характерной особенностью петролатумных сушилок. Поскольку сушильные петролатумные ванны устраиваются в помещениях с естественной и искусственной вентиляцией или непосредственно под открытым небом, то в петролатумных сушилках происходит полное горение при достаточном доступе воздуха. Вначале горение петролатума протекает медленно, что объясняется недостатком тепла, подготавливающего горение. В результате постепенного подогрева петролату-

ма до температуры самовоспламенения и наличия воздуха горение продолжает расти и охватывает всю ванну. Горение петролатума сопровождается слабым треском и выделением копоти.

На дне петролатумной ванны всегда имеется слой воды, которая выделяется из древесины при ее сушке. Причем вода и петролатум взаимно нерастворимы и не смешиваются. Вода на дне ванны появляется при применении петролатума, содержащего более 3% влаги. Во время пожара вода на дне ванны превращается в пар, который выбрасывает горящий петролатум. Последний, попадая на сгораемые строительные конструкции, пиломатериал, вызывает новые очаги горения и распространение пожара. Это необходимо учитывать при тушении пожара в петролатумных сушилках, чтобы не допустить несчастных случаев с людьми. Около ванны обычно скапливаются петролатумные и древесные отходы (опилки, стружка, кора). При возникновении загорания отходов огонь распространяется в сторону сушильной ванны и вызывает в ней горение петролатума. Тушить горящий петролатум необходимо только распыленной струей воды, так как при тушении компактной струей происходит выброс петролатума из ванны.

При тушении распыленной струей мелкие капли воды, не долетая до поверхности петролатума, от высокой температуры в зоне горения превращаются в пар. Последний, смешиваясь с горючими парами и газами, выделяющимися из горящего петролатума, разбавляет их и создает смесь, не способную воспламениться. Крупные капли воды, попадая на поверхность горящего петролатума, также превращаются в пар. На это превращение от горящего петролатума отбирается большое количество тепла (для парообразования 1 кг воды при температуре 100° расходуется 539 ккал тепла). Когда температура нагрева петролатума становится ниже температуры его самовоспламенения (250°), горение прекращается.

Вода при тушении компактной водяной струей, падая на небольшую площадь горячего петролатума, не может превратиться в пар, так как на небольшой площади недостаточно тепла для превращения в пар большого количества воды. Имея больший удельный вес, чем петролатум, вода опускается на дно и вытесняет его из ванны, что приводит к выбросу горячей массы и распространению пожара. Для тушения пожара в петролатумной установке рекомендуется использовать водяной пар, который чаще всего применяется в качестве теплоносителя в паровых калориферах. Устройство паротушения простое. По периметру верхней части ванны монтируются паровые трубы диаметром 2 дюйма. Вдоль труб на расстоянии 50 мм одно от другого насверливают отверстия диаметром 5 мм. Для защиты отверстий от загрязнения устраивают специальные козырьки из листовой стали, которые привариваются в верхней части паровых труб. Отверстия располагают так, чтобы струи пара при постоянном давлении, пересекаясь, ударяли о стенки ванны между паровыми трубами и поверхностью петрола-

тума. Водяной пар, ударяясь о стенки ванны, покрывает поверхность петролатума, прекращая горение. Такое расположение отверстий в паровых трубах позволяет успешно использовать водяной пар для тушения пожара.

Наибольшим эффектом тушения горящего петролатума обладает химическая и воздушно-механическая пены. Они прекращают горение, изолируя горящую поверхность от зоны горения экраном, отражающим тепловое действие зоны горения на поверхность горящего петролатума, а также охлаждением его нагретого верхнего слоя ниже температуры воспламенения. Кроме того, пена препятствует проникновению легкогорючих паров петролатума в зону горения. Но данный способ тушения является нерентабельным, так как он требует специального противопожарного оборудования (пеногенераторы, специальные стволы и т. п.), пенного порошка, пенообразователя и т. д. Поэтому в практике чаще применяются два наиболее доступных способа тушения — распыленной водой и водяным паром.

г) Противопожарные мероприятия при проектировании и эксплуатации

Петролатумные сушилки с паровым обогревом. В информационном письме № 3 за 1958 г. «О пожарной опасности высокотемпературной суши древесины в петролатуме» (Свердловская пожарно-испытательная станция), а также в журнале «Пожарное дело» № 5 за 1956 г. указывалось, что ванны для петролатумной суши рекомендуется размещать в помещениях не ниже II степени огнестойкости. Поскольку практика эксплуатации петролатумных сушилок показала, что они не представляют серьезной пожарной опасности, поэтому при проектировании петролатумных установок необходимо учитывать пункт 5 примечания 1 табл. 5 «Противопожарных норм строительного проектирования промышленных предприятий и населенных мест» (Н102—54). На основании этих норм размещение петролатумных установок можно допустить в помещении ниже II степени огнестойкости в том случае, если петролатумная установка не влияет на выпуск основной продукции предприятия. При этом необходимо учитывать также место строительства петролатумных установок, дефицитность строительных материалов, соседство с другими производственными помещениями и т. д.

Для предотвращения излива вспенивающегося петролатума из ванны рекомендуется устраивать двойную паровую трубу по периметру в верхней части ванны (см. рис. 27), чтобы пена, соприкасаясь с горячей паровой трубой, нагревалась и превращалась в жидкость; это снижает уровень пены по краям ванны. Ванны рекомендуется устанавливать спаренно, что дает возможность включать их в работу через полцикла суши, обеспечивая постоянный уровень петролатума. Целесообразно также устанавливать ванны группами по три в каждой. При таком расположении ванн излиш-

ки петролатума в крайних ваннах будут переливаться в среднюю ванну, имеющую меньшую высоту стенок и выполняющую роль мерника. Для контроля за температурой петролатума у парового калорифера и у наружного слоя устанавливаются термометры манометрического типа или термопары. В нижней части ванны постепенно скапливается вода, так как применяемый петролатум содержит около 3% воды. Затем выделяются пары в виде пузырьков. Охлаждаясь, пары в пузырьках конденсируются, а вода оседает вниз. Поэтому внизу ванны необходимо устраивать краники для отвода конденсата (воды).

Уровень петролатума в ванне должен быть таким, чтобы при погружении контейнера с древесиной до краев ванны оставалось не менее 50 см. Выгрузка контейнера с древесиной должна производиться при отсутствии пены, что свидетельствует об окончании сушки и при достаточно высокой температуре петролатума (130°) обеспечивает хороший сток его с досок. После подъема контейнера из ванны необходимо в течение 10 мин. обеспечить сток петролатума с поверхности высушенных досок. Затем немедленно загружают следующий заранее подготовленный контейнер. В помещении, где установлена ванна, должна быть оборудована надежная вентиляция для удаления тепла, водяных и петролатумных паров. Силовое и осветительное электрооборудование должно быть подобрано в соответствии с требованиями «Правил устройства электроустановок». Внутренние пожарные краны в петролатумных сушилках необходимо оборудовать стволами-распылителями, так как тушение горящего петролатума распыленной струей дает лучшие результаты. Помещение петролатумной установки необходимо тщательно очищать от сгораемых отходов, образующихся в процессе сушки.

Петролатумные сушилки с огневым обогревом. Чтобы избежать соприкосновения древесины со стенками ванны, последняя должна иметь внутри горизонтальную решетку, расположенную на высоте 12—15 см ото дна. На решетку, изготавливаемую из круглой или квадратной стали сечением 10—12 мм, устанавливают контейнер с пиломатериалом. Петролатумная ванна (с огневым, паровым и электрическим нагревом) для лучшего стекания конденсата и петролатума должна иметь наклон (1—2°) в сторону люка. Ванна должна иметь металлическую или деревянную крышку, предохраняющую ее от попадания воды и посторонних предметов. Кроме того, крышка служит эффективным средством тушения пожара. Во время же сушки ванна должна быть открыта для удаления из нее водяных паров и газов.

В закрытом помещении над ванной устанавливают зонт с вытяжной трубой. Кроме большого количества водяных паров, огневая ванна выделяет также газы, выделяющиеся в результате разложения петролатума у нагретых до высокой температуры стенок. Эти газы необходимо своевременно удалять, так как они, скапливаясь в рабочей зоне, могут в смеси с воздухом образовать взры-

воопасную концентрацию. Скопление газов в помещении нежелательно и с точки зрения техники безопасности. Если же петролатумная ванна установлена под навесом или на открытом воздухе, то такие вытяжные устройства не нужны.

При огневом обогреве необходимо регулировать температуру, чтобы избежать перегрева петролатума. Поэтому в одной из боковых стенок на расстоянии 0,7 м от дна ванны проделывают отверстие и устанавливают термометр. Топку рекомендуется выносить за пределы сушильного помещения, так как соблюдение температурного режима легче осуществляется при выносных топках, из которых поступление топочных газов регулируется шиберами.

В процессе работы петролатумной ванны с огневым обогревом со стороны обслуживающего персонала необходим систематический контроль за температурным режимом и работой топок и топочных каналов. Обслуживающий персонал должен пройти противопожарный техминимум, хорошо знать противопожарную инструкцию и владеть средствами пожаротушения: огнетушителями, внутренними пожарными кранами и т. д.

5. КОНТАКТНАЯ СУШКА ДРЕВЕСИНЫ

Контактная сушка происходит в условиях, когда тепло передается высушиваемому материалу, непосредственно соприкасающемуся с нагреваемыми поверхностями (плитами или формами). Этот способ применяется при высушивании тонких слоев древесины (фанерный шпон), при подсушке на горячих поверхностях изогнутых деталей небольшого сечения (например, носков лыж), а также для сушки опилок. Основным преимуществом контактного способа сушки является весьма интенсивное восприятие теплоты высушиваемой древесиной за счет большого коэффициента теплоотдачи между нагревающей поверхностью и древесиной и значительной разности температур между ними. Поэтому сушильный агрегат получается компактным и малых размеров. Для данного способа сушки характерно выпаривание влаги из древесины.

Пожарная опасность этого способа сушки обуславливается тем, что тепло передается высушиваемой древесине при непосредственном соприкосновении с нагреваемыми поверхностями.

При подовой сушке (подогрев поверхностей осуществляется продуктами сгорания) из трещин в нагреваемых поверхностях могут вылетать искры и попадать на высушиваемую древесину. Такой вид сушки применяется очень редко. Чаще встречается один из вариантов контактной сушки — подогрев поверхностей паром (дыхательный пресс, гидравлический сушильный пресс и др. для сушки шпона и фанеры). Причиной возникновения пожара при контактной сушке древесины могут служить: перегрев высушиваемого материала, попадание раскаленных продуктов сгорания и частиц на высушиваемую древесину и из-за неисправности нагреваемой поверхности сушильной установки.

Пожарно-профилактические мероприятия при контактной сушке: строгий контроль за температурным режимом сушки обслуживающим персоналом, контроль за состоянием нагреваемых поверхностей (при обогреве топочными газами).

Опасными в пожарном отношении являются подовые сушилки, где обогрев поверхностей осуществляется топочными газами. А контактные сушилки с паровым обогревом поверхностей особой пожарной опасности не представляют.

6. СУШКА ДРЕВЕСИНЫ ИНФРАКРАСНЫМИ ЛУЧАМИ

Сушка древесины инфракрасными лучами — один из скоростных способов сушки, при котором в качестве источника тепла используется лучистая энергия. В последние годы лучистой энергией сушатся, главным образом, поверхности деталей или изделий, покрытых лакокрасочными составами. Опыты Украинского научно-исследовательского института механической обработки древесины и Московского энергетического института способствовали широкому применению сушки бука, дуба и сосны толщиной до 50 мм со значительным сокращением сроков просыхания при сохранении хорошего качества материала.

Инфракрасные лучи, не видимые глазом, испускаются теми же источниками, что и видимые лучи, т. е. раскаленными телами, газами, светящимися при электрических зарядах, и др.

Световые волны, возникающие при колебаниях электронов внутри атомов и молекул, переносят энергию, получаемую от источника света, на тела их поглощающие.

Любое излучение тела сопровождается потерей энергии. Оно происходит либо за счет уменьшения энергии самого тела, либо за счет получения ее телом извне. Когда нагреваемое тело светится, то энергия излучения берется за счет передачи телу некоторого количества тепла извне. Такого рода излучение в физике носит название температурного или теплового.

Световые волны, проходя от источника излучения через любую среду, в какой-то мере поглощаются ей.

С точки зрения теории упруго связанных электронов поглощение света вызывается тем, что проходящая световая волна возбуждает вынужденные колебания электронов. На поддержание этих колебаний затрачивается энергия, переходящая затем в энергию других видов. Если в результате столкновений между атомами энергия колебания электронов переходит в энергию беспорядочного молекулярного движения, то тело нагревается. Это и происходит при воздействии на тело инфракрасных лучей. Максимальная глубина проникновения инфракрасных лучей в сухую древесину составляет около 2 мм, а во влажную — еще меньше. Таким образом, инфракрасные лучи непосредственно нагревают только поверхность материала или изделия.

Источниками инфракрасных лучей являются обычные темпера-

турные излучатели — лампы накаливания, спирали, по которым проходит электрический ток, отражательные поверхности и др. Осветительные лампы устанавливают в нетускнеющем (алюминиевом, хромированном) рефлекторе. В зеркальной лампе стеклянной колбе придают форму рефлектора. Изнутри верхнюю часть колб экранируют серебром, нижнюю часть открывают для выхода лучей. Рабочее напряжение ламп 127 в. Для удлинения срока их службы напряжение понижают на 10—15%. При этих условиях срок службы ламп достигает 5000—10 000 час. Применяют лампы мощностью 250 и 500 вт. Для сушки отделочных покрытий ЦНИИМОД рекомендует лампы мощностью 250 вт.

Применяя электрические спирали, устраивают плоские или иные отражатели. Для получения лучистой энергии применяют и более дешевые источники энергии — обычные топочные газы или естественный газ. По своему устройству и назначению радиационные сушилки могут быть разделены на три типа:

1) переносные сушилки в виде небольших щитов или камер для местного нагрева;

2) тоннельные, большей частью конвейерные, сушилки с поперечным сечением в виде круглой трубы или прямоугольника;

3) камерные сушилки с верхним боковым или круговым расположением излучателей.

Поперечные сечения тоннельных и размеры камерных радиационных сушилок зависят от габаритных размеров высушиваемых в них изделий с добавлением необходимых размеров на монтаж источников энергии и промежутков между материалом и излучателем.

Сушилки должны быть хорошо теплоизолированы и, по возможности, герметизированы. Герметизация важна в тех случаях, когда из высушиваемого покрытия испаряются вредные или с неприятным запахом растворители, а также при сушке древесины по режиму, требующему повышенной влажности воздуха в камере.

Циркуляция воздуха внутри сушилки может быть естественная или принудительная. При определении воздухообмена в камере учитывается допустимая концентрация паров растворителя. К преимуществам сушилки инфракрасными лучами относятся:

1) простота оборудования и легкость регулирования режима;

2) отсутствие высококвалифицированного обслуживания, как например, при сушке в поле токов высокой частоты;

3) возможность применения дешевого источника тепла для получения лучистой энергии;

4) возможность конвектизации сушильного процесса в поточном производстве вследствие значительного сокращения сроков сушки.

Недостатком этого способа является большой расход электроэнергии (если источник радиации — электричество).

Сушилки инфракрасными лучами по сравнению с другими видами сушилок значительно опаснее в пожарном отношении.

В сушильных камерах при определенных условиях возможно образование взрывоопасных смесей. Появление источника воспламенения может вызвать пожар или даже взрыв сушильной камеры. Как правило, сушилки инфракрасными лучами работают при концентрации паров летучих жидкостей в воздухе менее нижнего предела взрыва. Образование взрывоопасных концентраций в камерах происходит при нарушении режима эксплуатации или появлении неисправностей.

Возрастание концентрации паров в сушильной камере происходит при увеличении поверхности испарения, повышении его интенсивности, уменьшении кратности обмена воздуха, а также при работе сушилки с большим коэффициентом возврата воздуха. С увеличением поверхности испарения возрастает объем паров, приходящихся на единицу объема суши. Это наблюдается обычно при перегрузке сушилок высушиваемым материалом.

При увеличении интенсивности испарения, т. е. повышении скорости парообразования с единицы поверхности высушиваемого материала, возрастает также количество выделяющихся паров. Часто это происходит при повышении температуры в камере.

Снижение кратности обмена воздуха в сушильной камере, при том же количестве выделяющихся паров, неизбежно приведет к увеличению их концентрации. Такое состояние возникает при снижении производительности вентилятора (уменьшение числа оборотов, неправильное направление вращения и т. п.), увеличении сопротивления линии (засорение фильтров, решеток, неправильная регулировка шиберов), а также при неисправностях линий между сушилкой и вентилятором (образование отверстий при повреждениях, коррозии). Наиболее опасна остановка вентилятора, т. е. полное прекращение циркуляции воздуха. В этом случае пары совершенно не отводятся из системы и концентрация их быстро возрастает.

Источниками воспламенения горючих веществ в сушильной камере могут быть: нагретые поверхности системы обогрева; теплота, вызываемая механическими воздействиями при неисправностях вентиляционной или транспортирующей системы; теплота химических реакций, возникающая при самовозгорании веществ; занесение в камеру источников открытого огня при грубом нарушении режима эксплуатации.

Для обеспечения безопасности сушилок, а также связанных с ними производственных помещений, сушильные камеры желательно выносить из помещений или отделять их брандмауэром. Сушилки инфракрасными лучами часто имеют сравнительно небольшие размеры, поэтому они располагаются непосредственно в производственном помещении и выполняются из несгораемых материалов. Сушильная камера должна оборудоваться самостоятельной вентиляционной системой, не связанной с общецеховой вентиляцией. Чтобы предотвратить выход паров летучего растворителя из сушильной камеры, давление в ней необходимо поддерживать не-

сколько ниже, чем давление воздуха в производственном помещении. Вентиляционная установка должна обеспечивать концентрацию паров в объеме сушильной камеры менее нижнего предела взрыва. Обычно рабочую концентрацию воздуха в сушилке принимают в полтора-два раза менее нижнего предела взрыва. Транспортные приспособления необходимо выполнять из несгораемых материалов, а приводы располагать вне сушильной камеры. Чтобы избежать образования искр от механических ударов, притворы дверей следует изготавливать из материалов, не дающих искр, лопасти или ротор вентилятора на выкидной линии — из мягкого металла, ободы колес вагонеток или рельсы — также из мягкого металла. При сушке инфракрасными лучами необходимо устанавливать предельно допустимое расстояние от ламп до высушиваемой поверхности, которое зависит от их мощности и вида высушиваемого материала. Требования к установке ламп и монтажу всего электрохозяйства должны соответствовать «Правилам устройства электроустановок». Во всех ламповых сушилках и других сушилках радиационного типа с непрерывным движением высушиваемых изделий следует предусматривать приспособление для автоматического отключения системы обогрева при внезапной остановке конвейера или соответствующую сигнализационную тревожную систему.

Чтобы избежать разрушения конструкции сушилок при взрыве, закрытые сушильные камеры должны иметь легкое покрытие или предохранительные клапаны (взрывные панели). Их располагают так, чтобы взрывная волна направлялась в наиболее безопасную сторону. При эксплуатации сушилок необходимо следить за регулярностью очистки сушильных камер, воздухопроводов, фильтров и транспортных приспособлений от пыли и других отложений, а также за состоянием и качеством смазки трущихся поверхностей. Чтобы предотвратить развитие пожара, на линиях подачи свежего воздуха и на отсасывающих линиях следует устанавливать автоматические закрывающиеся задвижки.

Сушилки инфракрасными лучами должны быть обеспечены достаточным количеством средств пожаротушения, а сушилки для окрашенных деревянных изделий должны иметь спринклерную систему. Для закрытых сушилок рекомендуются стационарные установки объемного тушения паром, продуктами сгорания и т. п. Вблизи сушилок в соответствии с нормами Госпожнадзора следует устанавливать внутренние пожарные краны, огнетушители и ящики с песком.

IV. АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ СУШКИ

Пожарная опасность сушилок может быть значительно снижена или совсем устранена, если автоматизировать процесс сушки. Однако в настоящее время автоматизация процессов сушки еще не получила широкого распространения.

В наши дни большое внимание уделяется созданию специальных систем для контроля и регулирования температуры в сушилках, обеспечивающих оптимальные и безопасные условия процесса.

Комплексная автоматизация сушильных установок состоит из автоматизации управления режимом сушки, а также процесса горения в топках сушильных установок, работы электропривода вентиляторов, транспортных и вспомогательных устройств.

Автоматическое управление процессом сушки производится по параметрам теплоносителя и высушиваемого материала.

В первом случае управление сводится к автоматическому регулированию температуры и влажности теплоносителя.

Весьма важным направлением автоматизации процесса сушки является создание систем, указывающих на окончание сушки. Такие системы обеспечат оптимальные условия и исключат возможность перегрева высушиваемого материала.

Эти системы состоят из двух датчиков температуры: один из них измеряет температуру высушиваемого материала, а другой — температуру теплоносителя. Прибор, измеряющий разность обеих температур, дает сигнал о завершении сушки, когда эта разность становится равной нулю или приближается к нулю на заданную величину.

Для автоматизации процессов сушки применяются приборы автоматического контроля и регулирования.

1. АВТОМАТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ТЕМПЕРАТУРЫ

Наиболее распространенными приборами автоматического контроля являются показывающие, сигнализирующие и самопишущие. Реже встречаются комбинированные приборы, которые одновременно осуществляют измерение и сигнализацию.

Контроль температуры в сушилках любыми приборами несколько снижает пожарную опасность процесса сушки, так как приборы следят за состоянием режима сушки и при отклонении температуры до опасных пределов дают соответствующие сигналы обслуживающему персоналу. Получив сигналы, обслуживающий персонал принимает меры к восстановлению нормального режима сушки.

Для контроля температуры в сушилках применяются, в основном, различные ртутные термометры, в том числе электроконтактные, предназначенные для подачи сигнала при максимальной температуре; биметаллические и стержневые (дилатометрические) датчики; манометрические, показывающие и сигнализирующие термометры и различные потенциометры.

Ртутные контактные термометры применяются для сигнализации и регулирования температуры в сушилках. Они имеют внутри капилляра два контакта, один из них подвижной, который может быть установлен на любую температуру получения сигнала.

Действие биметаллических датчиков температуры основано на изгибании пластинки, составленной из двух металлов, имеющих разные температурные коэффициенты линейного расширения.

При повышении температуры биметаллическая пластинка изгибается и при заданной температуре замыкает (или размыкает) контакты электрической цепи, к которой может быть подключен сигнализирующий или регулирующий прибор, отключающий подачу теплоносителя в сушилку.

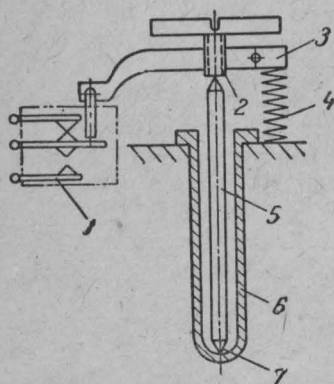


Рис. 29. Дилатометр.

Стержневые чувствительные элементы (дилатометры). Принцип действия дилатометра также основан на использовании разности линейного расширения (удлинения) двух стержней, изготовленных из различных материалов.

На рис. 29 показан чувствительный прибор, работающий по указанному принципу.

Внешняя трубка 6 термопатрона изготавливается из материала с большим коэффициентом линейного расширения (латуни, немагнитной стали или алюминия), а стержень 5, располагаемый внутри трубки, из материала с малым коэффициентом расширения — сплава стали с никелем (инвара), содержащего 64% железа и 36%

никеля, или кварца, фарфора и другого материала.

Стержень 5 под действием пружины 4 находится в контакте с наконечником трубки 7 и промежуточным штоком 2. Термобаллон погружается в регулируемую среду. При колебаниях температуры среды длина внешней трубки изменяется больше, чем длина стержня 5. Эта разность удлинения через промежуточный шток 2 передается рычагу 3 и измерительному прибору или исполнительному органу, а при наличии контактов 1 будет вызывать их замыкание или размыкание. Это используется для сигнализации предельных значений температуры.

Манометрический самопишущий термометр (рис. 30) состоит из термобаллона 1, представляющего собой пустотелую трубку, наполненную газом, жидкостью или парожидкостной смесью, который капиллярной трубкой 2 соединяется с геликоидальной пружиной 3, а последняя — со стрелкой 4 самопишущего измерительного прибора. Таким образом, прибор фактически измеряет давление газа, величина которого зависит от температуры, но шкала прибора имеет деления в градусах температуры. Дисковая диаграмма вращается часовым механизмом. Манометрические термометры являются безопасными в пожарном отношении приборами и могут применяться в сушилках с любой пожаро- и взрывоопасной средой.

Электроконтактные термометры. Для контроля и дистанционной сигнализации температуры применяются манометрические электроконтактные термометры ЭКТ-1, ЭКТ-2, имеющие два кон-

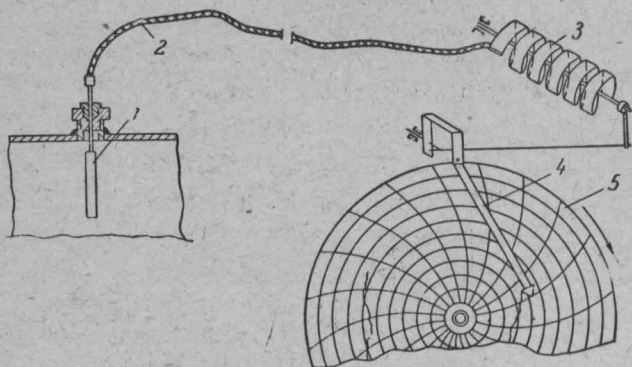


Рис. 30. Схема манометрического термометра:

1 — термобаллон; 2 — капиллярная трубка; 3 — геликоидальная пружина; 4 — стрелка; 5 — дисковая диаграмма.

такта, включенных в электросеть, для сигнализации крайних предельных положений температуры (рис. 31).

Основными узлами термометра являются: термосистема, состоящая из термобаллона 1, капилляра 2 и трубчатой пружины 3; передаточный механизм в виде поводка и зубчатой передачи; электроконтактное устройство, состоящее из двух передвижных контактов 4 и 5, один из которых минимальный, а второй — максимальный, и контакта стрелки 6. Провода от контактов через клеммную коробку 7 идут к лампам 8, которые подключены в электросеть и расположены в диспетчерской.

Термобаллон 1 устанавливается внутри аппарата, а показывающий

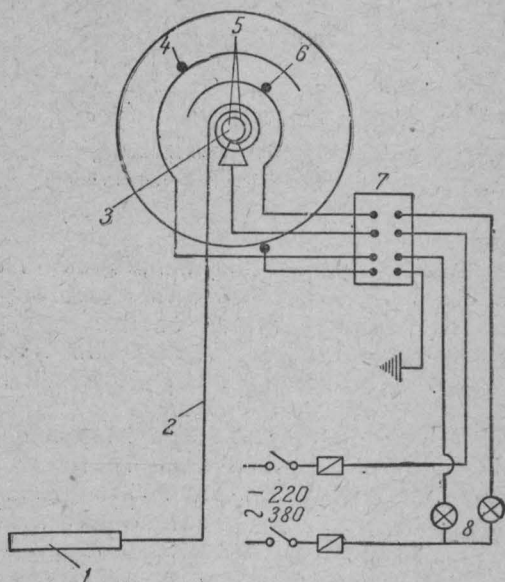


Рис. 31. Электроконтактный термометр.

прибор, связанный с ним капилляром 2, — у аппарата снаружи или в диспетчерской.

Подача электрических импульсов от прибора в диспетчерскую осуществляется кабелем или проводом, проложенным в трубах, с соблюдением правил пожарной безопасности.

При отклонении температуры в сушилке стрелка термометра через пружину и передаточный механизм будет отклоняться в ту или другую сторону и замыкать соответствующий передвижной контакт 4 или 5.

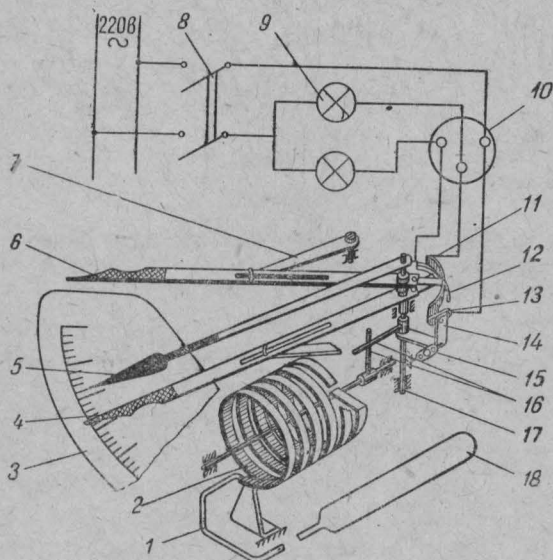


Рис. 32. Электрокинематическая схема манометрического сигнализирующего термометра типа ТС

В результате этого происходит замыкание электрической сигнальной цепи и соответствующей лампы (минимальной и максимальной температуры). Указанные термометры выпускаются и во взрывозащищенном исполнении марки ЭКТ-1-ВЗГ, ЭКТ-2-ВЗГ, которые специально предназначены для применения в пожаро- и взрывоопасных помещениях.

Манометрический сигнализирующий термометр типа ТС-100 и ТС-200. Термометры типа ТС-100 и ТС-200 предназначены для измерения температуры и сигнализации ее предельно допустимых крайних значений (минимального и максимального).

Указанные сигнализаторы (применяются также в качестве контактных термометров (датчиков) при регулировании температуры в сушилках.

Термометрические сигнализаторы типа ТС-100 и ТС-200 представляют собой паровой манометрический дистанционный термометр с электроконтактным устройством.

Прибор (рис. 32) состоит из чувствительного элемента — термобаллона 18, соединительного капилляра 1, манометрической винтовой пружины 2, показывающей стрелки 5, передвижных стрелок — указателей нижнего температурного предела 6 и верхнего температурного предела 4 с контактными секторами 11 и 12 и установочными поводками 7, двух передвижных контактных щеточек 13, возвратной пружины 15, оси стрелок 17. Показывающая стрелка 5 и щеточки 13 жестко связаны с осью стрелок 17, а указательные стрелки 4 и 6 — с контактными секторами 11 и 12 и свободно сидят на оси 17.

Провода от контактных секторов 11 и 12 и щеточек 13 через переходную колодку 10 подключаются в сигнальную цепь с лампами 9.

Термобаллон, капилляр и винтовая пружина, представляющие собой единую замкнутую систему, наполнены парами хлорметила (баллон на $\frac{2}{3}$ наполнен жидким хлорметилем).

Действие прибора основано на зависимости между контролируемой температурой и давлением насыщенных паров хлорметила. При повышении температуры в сушилке и, соответственно, в термобаллоне, увеличивающееся в нем давление по капилляру передается в винтовую пружину и вызывает ее раскручивание. Раскручивание последней рычажным передаточным механизмом (поводком 16) вызывает вращение оси 17, отклонение указывающей стрелки 5 по шкале прибора 3 и перемещение контактных щеточек 13 в направлении контактного сектора максимальной температурой 12.

Указательные стрелки поводками 7 устанавливаются на определенную (заданную) температуру (по шкале). Вследствие этого контактные секторы 11 и 12 будут располагаться на определенном расстоянии от контактных щеточек 13. При изменении температуры и совпадении конца показывающей стрелки с концом одного из указателей происходит замыкание соответствующих контактов щеточек 13 и секторов 11 и 12 (так как щеточки скользят по контактным пластинкам секторов) и включение одной из сигнальных ламп.

Например, при повышении температуры происходит замыкание контактов 12 и 13 (соответствующих красному указателю 4), при этом первые контакты 11—13, соответствующие желтому указателю 6, остаются замкнутыми. Следовательно, будут гореть обе сигнальные лампы.

Термобаллон имеет диаметр 12 мм и длину 100 мм. Длина капилляра — от 1 до 12 м.

Прибор питается электроэнергией, поэтому он может применяться в пожаро- и взрывоопасных помещениях только во взрывозащищенном исполнении.

2. АВТОМАТИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ В СУШИЛКАХ

Приборы автоматического регулирования обеспечивают поддержание температуры на заданном, безопасном уровне, который устанавливается заранее в соответствии с режимом работы сушилки. Они не допускают отклонения температуры от заданной величины в сторону повышения или понижения и устраняют возможность возникновения пожара в сушилке вследствие перегрева высушиваемого материала. Поддержание заданной температуры обеспечивается автоматическим регулированием количества подаваемого теплоносителя в сушилку.

В сушилках можно поддерживать постоянную температуру на заданном уровне различными автоматическими регуляторами прямого и непрямого действия. Рассмотрим некоторые наиболее характерные варианты схем регулирования температуры в сушилках.

а) Регулирование температуры в сушилках пневматическими поршневыми регуляторами

В сушильной камере (рис. 33) установлен термобаллон 1 (или баллон парового манометрического термометра), капилляр которого введен в гармониковую мембрану (сильфон) 2. С изменени-

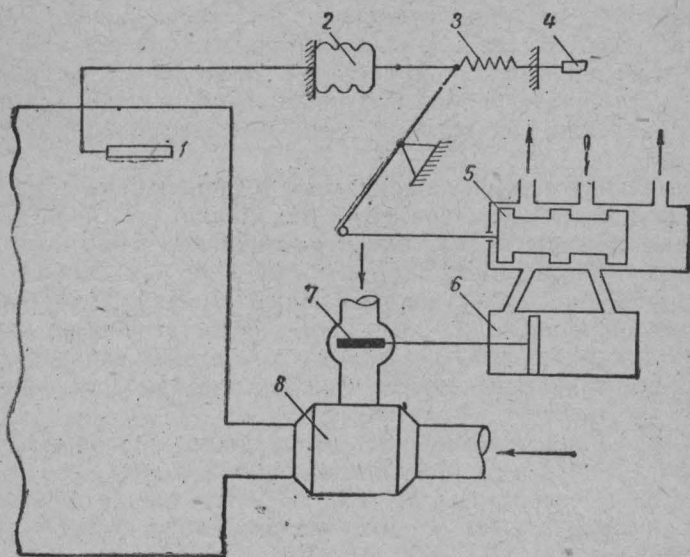


Рис. 33. Пневматический поршневой регулятор.

ем температуры свободное в камере дно сильфона перемещается в зависимости от давления воздуха или пара в баллоне. Поэтому перемещению противодействует пружина 3, предварительное на-

тяжение которой создается по заданию винтом (задатчиком) 4.

Перемещение свободного дна сильфона, вследствие его растяжения или сжатия, через систему рычагов приводит к перемещению усилителя-золотника 5, управляющего поступлением воздуха в исполнительный орган — сервомотор 6. Поршень сервомотора связан с регулирующим органом — задвижкой 7 на линии пара, который поступает в калорифер 8 и нагревает поступающий в сушилку воздух.

Когда температура в камере равна заданной, золотник находится в нейтральном положении, воздух в цилиндр не поступает и паровая задвижка неподвижна.

Если температура в камере превысит заданную, давление в сильфоне повысится, его дно переместится вправо, а золотник — влево (как показано на рис. 33). При этом откроется доступ воздуха в правую полость сервомотора, поршень переместится влево, прикроет заслонку 7 и прекратит проход пара в калорифер, что приведет к понижению температуры воздуха, поступающего в сушилку.

Падение температуры, наоборот, обеспечивает большое открытие заслонки и увеличение прохода пара в калорифер. Положение рычагов, золотника и поршня для этого случая на рис. 33 показано пунктиром.

Таким образом, в сушилке будет поддерживаться нормальная заданная температура, что обеспечивает пожарную безопасность процесса сушки.

б) Манометрические регуляторы температуры и влажности воздуха в сушилках

Трестом «Теплоконтроль» выпускаются манометрические регуляторы температуры и влажности воздуха в сушилках типа 32-ТГ-420 и 32-ТГ-620 со шкалой 0—120°.

Регуляторы указанного типа регулируют температуру по сухому и мокрому термометрам, которые установлены в сушильной камере, открыванием и закрыванием мембранных клапанов, установленных на паровых линиях, идущих в калорифер и на увлажнение камеры.

Регулятор (рис. 34) состоит из двух измерительных систем с двумя датчиками 4 и 12 и двух исполнительных и регулирующих органов 2 и 10.

Температура в сушильной камере измеряется термобаллоном 4, от которого через капиллярную трубку 5 изменение давления передается полой многовитковой пружине 6.

При повышении температуры пружина 6 раскручивается и через систему рычагов перемещает записывающее перо 7, которое записывает изменение температуры на шкале прибора. Перо 7, соприкасаясь с контрольной стрелкой 8, которая установлена на заданную температуру, перемещает ее. Перемещение стрелки 8

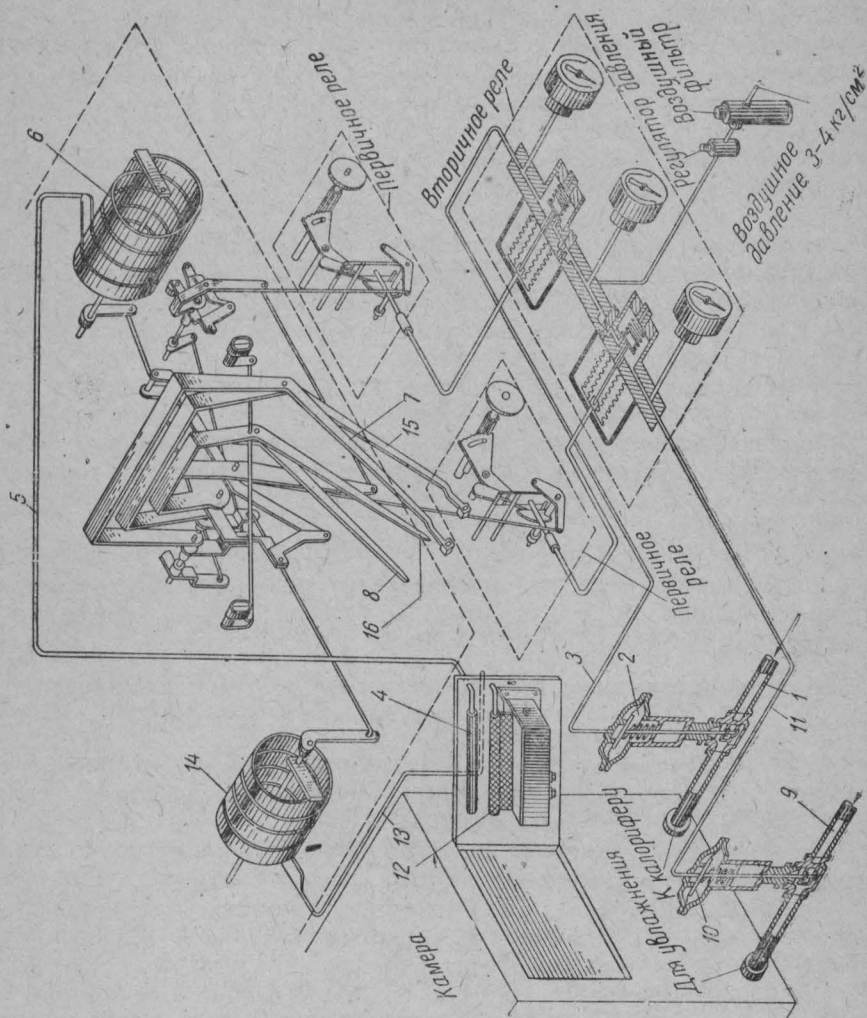


Рис. 34. Схема ма-
нометрического ре-
гулятора tempera-
туры и влажности
воздуха.

через первичное и вторичное реле (усилители) вызывает повышение давления воздуха над мембраной клапана 2, установленного на паровой трубе 1. Давление воздуха в трубке 3, идущей от вторичного усилителя к клапану 2, повышается лишь тогда, когда температура в камере повышается выше заданной. Повышенным давлением воздуха сжимается пружина клапана, шток перемещается вниз, и клапан перекрывает пар, идущий в калорифер. В результате этого прекращается дальнейшее повышение температуры в сушильной камере и предотвращается перегрев высушиваемого материала.

При снижении температуры в камере ниже установленной величины происходит обратное явление — давление в термобаллоне 4 снижается, свободный конец многовитковой пружины 6 перемещается в обратном направлении, перо 7 отходит от контрольной стрелки 8, открывает заслонку первичного усилителя, и сжатый воздух из вторичного усилителя и трубки 3 свободно выходит в атмосферу. Это вызывает снижение давления над мембраной клапана 2, пружина клапана поднимает шток и клапан вверх, пар снова начинает поступать в калорифер. Работа второй системы регулирования по мокрому термометру 12 подобна описанной.

в) Регулирование температуры в сушилках полупроводниковыми приборами

Е. А. Шорниковым разработан простой по схеме, удобный в эксплуатации, экономичный автоматический, регулирующий и контрольный прибор, в котором используются полупроводниковые сопротивления, диоды и триоды.

Прибор служит для автоматического поддержания заданных температур и влажности среды в лесосушильных камерах. Он обеспечивает регулирование температуры от 40 до 120°. Прибор может работать как дистанционный термометр или психрометр. Он состоит из следующих основных элементов (рис. 35): датчика, задатчика, усилителя и электромагнитного реле.

Датчик — полупроводниковое термосопротивление типа *ММТ-4* на 1—2 *ком* — помещается в камеру с регулируемой средой и присоединяется к мостовой схеме прибора в качестве одного плеча двухпроводной линии длиной до 500 м.

Задатчик регулируемой температуры включается в сбалансированный мост как переменное сопротивление.

Два плеча моста составляют постоянные сопротивления R_3 и R_4 , третьим плечом является датчик *ММТ-4*, четвертым — постоянное сопротивление R_8 и полупеременное R_2 .

Величины сопротивлений подобраны таким образом, что мост становится сбалансированным при температуре датчика, которая равна заданной задатчиком.

В диагональ моста включен трехкаскадный усилитель постоянного тока на полупроводниковых триодах *П1А*, *П2Б* и *П3А*.

Электромагнитное реле типа РСМ-3 включено на выход усилителя. Реле включает и выключает исполнительные механизмы системы регулирования и сигнальные цепи.

Питание моста осуществляется от выпрямителя с германиевыми диодами ДГ-Ц8 и конденсатором C_1 , подключенными к обмотке III на 6,3 в общего силового трансформатора T_p , а питание усилителя производится от обмотки II на 6,3 в трансформатора T_p через выпрямитель с диодами ДГ-Ц22 и конденсатором C_2 .

Прибор работает следующим образом. Если температура в сушильной камере окажется ниже заданной по шкале задатчика, то

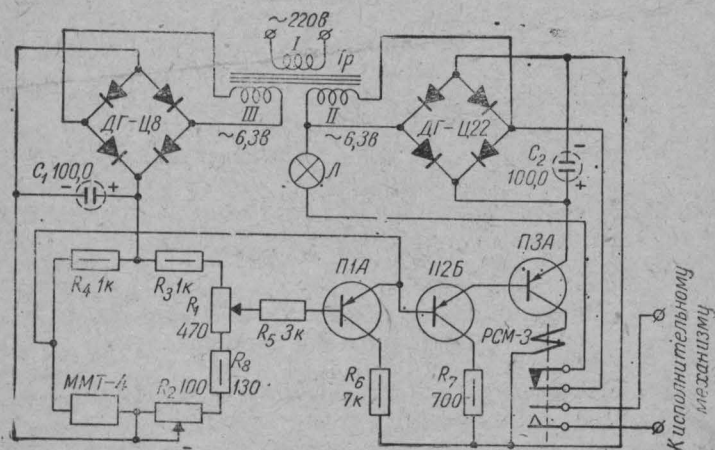


Рис. 35. Принципиальная схема авторегулирующего и контрольного прибора.

в диагонали моста сопротивлений, одним из плеч которого является датчик ММТ-4, а также на входе усилителя будет положительное напряжение; вследствие этого на выходе усилителя сработает реле. Реле включит исполнительный механизм подачи пара (или другого сушильного агента) в камеру, и температура среды в последней повысится.

Сигнальная лампа L при этом не горит.

Если температура в камере превысит заданное значение, то в диагонали моста сопротивлений и на входе усилителя будет отрицательное напряжение. Реле выключает исполнительный механизм, поступление нагревающего агента в камеру прекратится и температура среды начнет понижаться. При этом сигнальная лампа загорается и горит до тех пор, пока температура не снизится до заданной величины.

Следовательно, при отрицательном напряжении или равном нулю на входе усилителя через реле течет малый ток, и оно находится в исходном положении. Когда при разбалансе моста на

вход усилителя будет подаваться положительное напряжение, и ток, проходящий через обмотку реле, достигнет 65 ма, реле срабатывает.

Для определения (установления) фактической температуры в камере поворачивают ручку переменного сопротивления задатчика. То деление шкалы, на которое укажет стрелка ручки в момент, когда сигнальная лампа загорится или потухнет, покажет температуру среды.

Сопротивление R_5 служит для ограничения тока входной цепи усилителя при большом разбалансе моста, например, при замыкании или разрыве линии, присоединяющей датчик к прибору. Сопротивления R_6 и R_7 также предотвращают повышение токов в цепях коллекторов триодов сверх допустимого значения.

г) Электронный трехпозиционный регулятор температуры

Электронный автоматический трехпозиционный регулятор температуры ЭАТРТ предназначен для дистанционного регулирования температуры в сушилках и других объектах с медленно протекающими температурными режимами. Принцип действия регулятора основан на изменении омического сопротивления полупроводникового термосопротивления, включенного в неравновесный мост, от повышения или понижения контролируемой температуры.

Регулятор (рис. 36) состоит из трех основных узлов: полупроводникового датчика, электронного прибора и регулирующего клапана.

Электронный мост состоит из четырех плечей: сопротивлений R_2 , R_3 , R_4 и полупроводникового датчика R , устанавливаемого в регулируемую среду (камеру сушиллки).

Настройка регулятора на заданную температуру производится изменением переменного сопротивления R_2 .

Мост находится в равновесии, когда $R_2 = \frac{R_4}{R_3} \cdot R_1$.

С повышением или понижением температуры изменяется сопротивление датчика R_1 и нарушается равновесие моста. Вследствие этого на вершинах диагонали моста возникает некоторое напряжение двух направлений. Часть напряжения направляется в двухкаскадный электронный усилитель — лампы L_1 и L_2 . Нагрузкой второго каскада усилителя является обмотка I поляризованного реле P_1 , контакты которого K_1P_1 и K_2P_1 включают цепь обмоток промежуточных реле P_2 и P_3 , управляющих включением исполнительного механизма ПР-1 и сигнальных ламп L_3 и L_4 .

Когда регулируемая температура в сушиллке соответствует заданному значению (с допускаемыми отклонениями), то контакты якоря поляризованного реле находятся в нейтральном положении, а исполнительный орган выключен и не вращается.

При отклонении температуры от заданного значения поляризованное реле P_1 срабатывает и подает импульс тока на вспомогательное реле P_2 или P_3 . При повышении температуры срабатывает

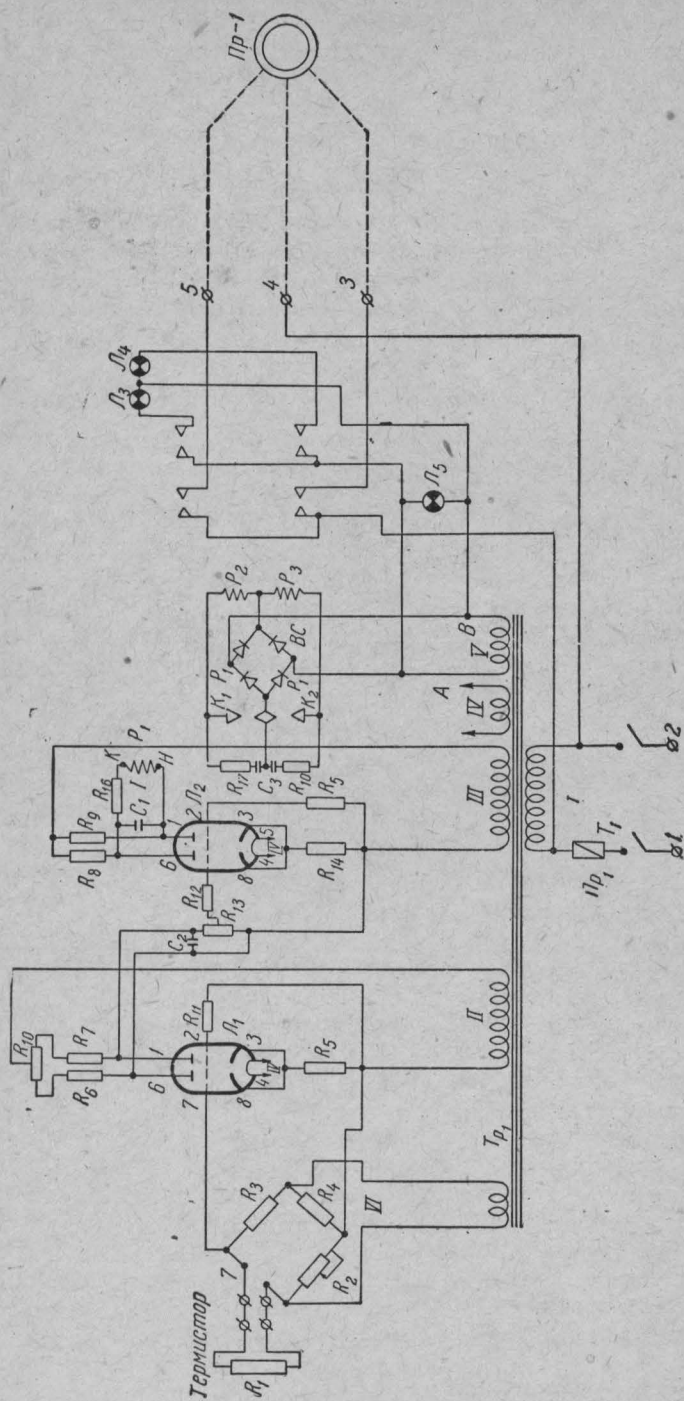


Рис. 36. Принципиальная электрическая схема автоматического трехпозиционного регулятора температуры ЭАТРТ.

реле P_3 , включается электродвигатель исполнительного органа на закрытие регулирующего клапана, в результате этого количество теплоносителя, поступающего в сушилку, уменьшится, и температура возвратится к заданному значению. При понижении температуры срабатывает реле P_2 и включается электродвигатель на открытие клапана теплоносителя. Температура будет повышаться до заданной величины.

Таким образом, регулятор обеспечивает поддержание постоянной, заданной и, следовательно, безопасной температуры в сушилке.

д) Регулирование температуры в газовых сушилках

На деревообделочных и лесопильных заводах камерной сушке горячим воздухом или топочными газами подвергается большое количество пиломатериалов. В настоящее время строительство газовых сушилок приняло у нас широкий размах.

Для таких сушилок крайне необходимо автоматическое регулирование процесса сушки, так как повышение температуры газовой смеси, поступающей в камеру, ухудшает качество сушки и создает пожарную опасность. Эти камеры более опасны в пожарном отношении, чем паровые. Автоматическое поддержание заданной температуры и ограничение верхнего предела температуры является противопожарным мероприятием, устраняющим возможность перегрева и загорания древесины.

Учитывая, что существующие газовые камеры не имеют увлажнительной системы, автоматическое регулирование температуры в них осуществляется по температуре «сухого» термометра. Поскольку в сушилках непрерывного действия одна топка является общей для нескольких камер (обычно пяти), проводят блочное регулирование температуры. В этом случае шибер авторегулятора устанавливается перед вентилятором при выходе газов из топки, а датчик температуры — после вентилятора в потоке смеси двух газов — поступающих из топки и возвращаемых из камер.

Для сушилок созданы специальные одноточечные релейно-шаговые авторегуляторы РША и многоточечные программные релейно-шаговые автоматические регуляторы РША-МП.

Релейно-шаговый регулятор (рис. 37) состоит из контактного чувствительного элемента — термометра 1 (типа КТМП) с магнитной головкой, промежуточного реле 2 на 24 в, реле переменного тока 3 (типа РПТ-100), исполнительного органа — электродвигателя (сервомотора ПР-1) и регулирующего органа — шибера 5. Исполнительные органы имеют, кроме того, концевые выключатели 6, упоры выключателей 7 и реле времени 8, периодически замыкающие электрическую цепь сервомотора при помощи электродвигателя 9 через передаточные шестерни 10 и контакты 11.

Дымовые продукты в сушилку направляются центробежным вентилятором 12.

Контактный термометр устанавливается на заданную температуру вращением магнитной головки.

При температуре, превышающей заданную, ртуть замыкает контакт и катушка промежуточного реле 2 получает питание постоянного тока в 24 в. Реле замыкает свои контакты и включает переменный ток 220 в в катушку реле 3. Реле 3 замыкает одну группу контактов и приводит в действие сервомотор 4, который вращается и перемещает шибер газохода только в том случае, когда контакты реле времени 8 замкнуты. При разомкнутых контактах сервомотор неподвижен.

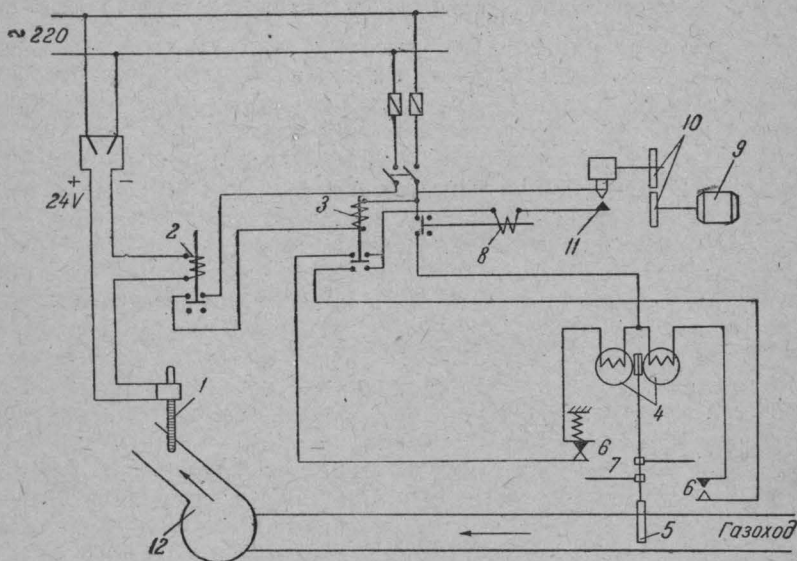


Рис. 37. Релейно-шаговый регулятор.

Если за период замыкания контактов у реле времени термометр не размыкает своего контакта (температура в газоходе еще превышает требуемую), промежуточное реле 2 и реле 3 не изменяют положения своих контактов и пуск сервомотора по-прежнему произойдет на закрытие шиберов 5. Если же за время выдержки реле 8 температура падает ниже заданной и контактный термометр размыкает свой контакт, то реле 3 (через реле 2) замыкает нижний контакт, и сервомотор включается в работу на открытие шиберов. Реле времени через определенный период включает каждый раз на несколько секунд сервомотор для открывания или закрывания шиберов, последний перемещается на определенную величину, называемую шагом (20 сек. — работа, 280 сек. — остановка). Через каждые 5 мин. шибер перемещается вверх или вниз на

80,5 мм. Регулятор обеспечивает хорошую точность регулирования. Например, при колебании температуры в топке от 500 до 800° при ручном регулировании температура у вентилятора колеблется от 108 до 145°, а в камере от 80 до 90°. При автоматическом регулировании колебания температуры практически незаметны.

Разработан и испытан еще более совершенный релейно-шаговый многоточечный программный регулятор режимов сушки РША-МП-14, в котором используются полупроводниковые термо- и фотосопротивления (ММТ-4 и ФСК-2). Регулятор обеспечивает поддержание температуры в зависимости от времени по заданной программе сразу в нескольких камерах.

V. ЕСТЕСТВЕННАЯ СУШКА ДРЕВЕСИНЫ

а) Особенности естественной сушки

Естественная (атмосферная) сушка производится на открытых складах или под навесами и относится к категории конвективных способов сушки. Агентом сушки здесь служит воздух, омывающий древесину, которая уложена в штабеля. Естественная сушка пиломатериалов, несмотря на продолжительность опасности грибковых заболеваний или растрескивания древесины, потребность в большой территории и другие недостатки до сих пор является одним из основных способов сушки пиломатериалов. Атмосферной сушке подвергается почти в три раза больше пиломатериалов, чем камерной. Причина тому — общедоступность и простота проведения данного способа сушки.

Преимуществом естественной сушки является отсутствие затрат топлива, электроэнергии, затрат на строительство помещений, на оборудование и т. д. На камерную же сушку уходит только одного топлива до 30—40% от объема высушенных пиломатериалов. При наличии соответствующих климатических условий естественная сушка может заменить камерную сушку, если требуется получить материал с влажностью не ниже 20—18%. Кроме того, применение предварительного подсушивания пиломатериалов в естественных условиях повышает пропускную способность сушильных камер, в которые поступает для дальнейшего подсушивания материал с низкой начальной влажностью.

При естественной сушке пиломатериалов большое значение имеют температура, влажность и скорость движения воздуха, количество и частота выпадающих осадков и солнечная радиация. Особенностью атмосферной сушки является то, что состояние агента сушки в значительной степени определяется естественными условиями. На состояние воздуха оказывают влияние климат данной местности, сезон и погода.

Метеорологические условия неодинаковы для различных рай-

онов нашей страны. Учитывая особенности атмосферной суши, территория СССР (по ГОСТ 3808—47) условно разделена на четыре климатические зоны:

I зона — Мурманская и Архангельская обл., северная половина Вологодской, Кировская, Пермская и Свердловская обл., северная часть Сибири, Удмуртская и Коми АССР;

II зона — Ленинградская, Новгородская, Псковская обл. и Карельская АССР;

III зона — средняя (по широте) часть европейской территории и южная часть Сибири;

IV зона — Украинская ССР, Курская, Воронежская, Тамбовская, Пензенская, Куйбышевская, Саратовская, Волгоградская, Астраханская, Оренбургская, Ростовская, Ульяновская обл., Северный Кавказ, Закавказье и Средняя Азия.

Особенно широко применяется естественная сушка пиломатериалов в III и IV зонах, где ее проведению способствует большое количество солнечных дней в году.

Параметры воздуха в течение суток подвергаются изменениям. Днем воздух нагревается и становится суше, а ночью охлаждается, и влажность его повышается. В результате взаимодействия воздуха со значительным объемом сохнувшей древесины и влияния ряда других факторов на складе естественной суши создается своеобразный микроклимат. На складе воздух имеет более низкую температуру, меньшую скорость движения и повышенную влажность по сравнению с открытым пространством. Кроме того, состояние воздуха в штабеле зависит от плотности укладки в нем досок. Чем плотнее уложен пиломатериал, тем ниже средняя температура воздуха в штабеле, выше его влажность и меньше амплитуда суточных колебаний. По мере высыхания штабеля температура воздуха повышается, а влажность падает.

Чтобы повысить производительность суши, увеличивают емкость штабелей в складе, т. е. укладывают пиломатериал плотнее. При этом замедляется скорость суши и появляется опасность грибковых поражений древесины. Но плотная укладка штабелей выгодна в противопожарном отношении, так как распространение пожара в плотных штабелях пиломатериалов происходит менее интенсивно. Естественная сушка почти не поддается регулировке. Однако умелое сочетание природных факторов с рациональной системой размещения материала на складе и в штабелях дает возможность с успехом использовать естественную сушку в широких масштабах.

б) Планировка складов

Естественная сушка древесины производится на открытых складах, предназначенных одновременно и для хранения древесины. Территория склада должна быть с небольшим уклоном для отвода осадков. Она тщательно выравнивается песком, шлаком и землей. Применение для этой цели опилок и древесных отходов

категорически запрещается, так как это опасно в пожарном отношении и может вызвать поражение древесины грибами.

Склады, как правило, размещаются на открытом, продуваемом месте. Заборы складов делаются решетчатыми высотой около 2 м. Такое расположение складов пиломатериалов небезопасно в пожарном отношении, так как подобное размещение складов способствует быстрому развитию и распространению пожаров.

Склад пиломатериалов располагается с наветренной стороны от котельной и на расстоянии от нее не менее чем на 100 м, а от зданий и строений — не менее чем на 50 м.

Планировка склада должна обеспечить наилучшую сушку древесины, удобство транспортных и погрузочных работ, а также соблюдение правил пожарной безопасности. Штабеля укладывают секциями в два ряда; площадь каждой секции до 850 м², на которой размещается от 4 до 12 штабелей. Между штабелями делают разрывы шириной 1,5 м по длине секции и 2 м — по ее ширине, а между секциями — продольные и поперечные проезды. Ширина проездов в зависимости от используемых транспортных и грузоподъемных средств составляет от 8 до 12 м. Проезды устраивают булыжные, асфальтовые и асфальтобетонные. Группы секций объединяются в кварталы площадью не более 4 га и длиной 160 м. Кварталы отделяются друг от друга пожарными разрывами шириной не менее 25 м.

в) Укладка пиломатериалов в штабеля

Укладка пиломатериалов на складе отдельными штабелями позволяет упорядочить складские операции и дает возможность организовать процесс сушки. От укладки пиломатериала в штабеля зависит продолжительность процесса сушки, равномерность просыхания и качество высушенного материала. Изменяя те или иные элементы штабеля, можно установить наиболее рациональную его конструкцию для данного материала, соответствующую определенным климатическим условиям.

Для разных климатических зон рекомендуются различные размеры отдельных элементов штабеля. Укладывают штабель на подштабельном основании, которое устраивается достаточно прочным (рис. 38). Опоры подштабельного основания устраивают в виде переносных бетонных пирамид или деревянных клеток, имеющих поперечные размеры 0,6×0,6 м. На опоры укладывают прогоны из брусьев толщиной 100—120 мм. В один штабель укладывают только одинаковые по породе и размерам доски. Последние укладывают со шпациями на пласть (реже на ребро) горизонтальными рядами, отделяемыми друг от друга поперечными прокладками. Прокладками могут быть специальные рейки из сухой древесины сечением 25×40 мм. При большой ширине штабеля середина его просыхает значительно медленнее. Поэтому ширина шпации к середине штабеля равномерно увеличивается. Вследствие этого центральные шпации в три раза шире крайних.

Габариты штабелей зависят от размеров пиломатериалов, вида штабелей и средств, применяемых для укладки досок. Высота штабеля при ручной укладке обычно составляет 4—5 м, а при механизированной доходит до 7—8 м. Над штабелями устраивают крышу, предохраняющую их от осадков и воздействия солнечных лучей. Крыша не должна препятствовать доступу воздуха в шта-

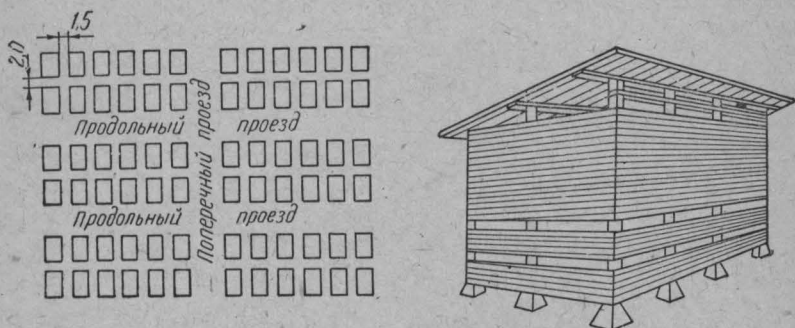


Рис. 38. Схема планировки склада и общий вид штабеля пиломатериалов хвойных пород.

бель. При устройстве штабеля предусматривают предохранение торцов досок от воздействия солнечных лучей, вызывающих интенсивную сушку и растрескивание пиломатериала.

г) Пожарная опасность. Особенности развития и тушения пожара

Степень пожарной опасности этого способа сушки определяется состоянием древесины и способом укладки и расположения штабелей. От состояния древесины зависит легкость ее загорания. Например, склады пиломатериалов представляют большую опасность, чем склады бревен, а стружка и другие мелкие древесные материалы еще более пожароопасны.

От степени плотности укладки и расположения штабелей древесины зависит развитие пожара. Чем реже укладка материала в штабелях, тем интенсивнее скорость распространения пожара, так как внутри штабелей (между досок) возникает сильное воздушное движение, особенно в жаркую погоду. В разрывах между штабелями также развиваются мощные воздушные потоки, которые пронизывают штабели и усиливают общие конвекционные потоки даже в безветренную погоду.

Источниками воспламенения высушиваемого пиломатериала естественным способом могут быть следующие:

искры, вылетающие из труб паровых топок, выхлопных труб автомобилей и труб различного рода тепловых установок (котельных, печей-временок и т. д.);

курение, применение открытого огня на территории склада для разогрева двигателей автомобилей, тракторов и др.;
искры при электросварочных и газосварочных работах;
неисправность осветительного и силового электрооборудования;

прямые удары молнии;
самовозгорание мелких древесных отходов.

Проведенные ЦНИИПО в 1959—1960 гг. огневые опыты по тушению штабелей пиломатериалов*, а также анализ тушения реальных пожаров показывают, что температура в горящем штабеле сначала быстро возрастает, достигает своего максимума, а затем постепенно понижается.

Характер изменения температуры в зависимости от времени в горящем штабеле показан на графике (рис. 39). В опытах на штабелях натуральных размеров за 14 сек. свободного горения зарегистрирована температура около 1300°.

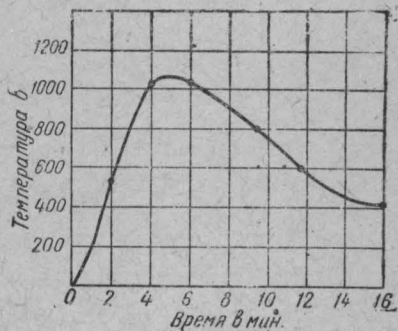


Рис. 39. График изменения температуры в горящем штабеле пиломатериалов.

Пиломатериал в штабелях горит ярким коптящим пламенем. Пламя имеет резко выраженный турбулентный характер. Высота светящейся части факела пламени в среднем равна удвоенной высоте штабелей. Тепловая радиация факела пламени очень высокая. Она вызывает обугливание и загорание древесины в штабелях на расстоянии более 25 м.

Развившиеся высокие температуры при пожаре усиливают тягу и вызывают мощные конвекционные потоки, которые приобретают иногда силу смерча и способны разносить горящие доски по воздуху на расстояние до 200 м и более.

В процессе пожара на складе пиломатериалов иногда возникает изменение направления конвекционных потоков, что затрудняет ориентировку при оценке вероятного направления распространения пожара.

Анализом реальных пожаров на складах пиломатериалов, а также опытными исследованиями установлено, что скорость распространения огня в штабеле равна около 4 м/мин.

Время охвата пламенем одного штабеля пиломатериалов размером 6×6×5 м равно 2,5 мин. Поэтому выбор правильного способа и прием тушения пожаров на складах пиломатериалов приобретает важное значение. Обычно при тушении пожаров лесо-

* Отчет по теме № 13 «Исследование процессов горения и тушения пожаров». Опыты по изучению процессов горения и тушения пиломатериалов проводились на моделях штабелей и штабелях реальных размеров.

складов применялась вода в виде компактных струй, направляемых непосредственно на поверхность горящей древесины. Применение лафетных стволов, дающих распыленную струю воды при тушении опытных пожаров на штабелях пиломатериалов, очень эффективно. Это объясняется тем, что струя распыленной воды позволяет одновременно покрывать значительно большую площадь горящей поверхности древесины при тех же расходах воды. Кроме того, капли воды, перелетая факел пламени, резко снижают его температуру. Эффективность действия распыленной струи позволяет прекращать пламенное горение шести штабелей за 40 сек. Однако наиболее эффективным средством тушения пожаров на складах лесопиломатериалов является воздушно-механическая пена.

Огневые опыты, проведенные в 1959—1960 гг. на Архангельском полигоне, показали весьма высокую огнегасительную эффективность воздушно-механической пены при тушении пожаров на лесоскладах. Например, отдельно стоящий штабель, охваченный огнем, был потушен полностью за 2 мин. двумя воздушно-пенными стволами ВПС-5 (воздушно-пенный ствол производительностью 5 м³ пены в мин.). Недостатком ручных водяных пожарных стволов диаметром 19 мм является потребность в нескольких ствольщиках. Так, для нормальной работы с ним требуется 4—5 человек, в то время как лафетный ствол, производительность которого в 5 раз больше, легко управляется одним ствольщиком. Но лафетный ствол имеет значительно меньшую маневренность, чем ручной.

Для тушения пожара на лесоскладах можно использовать лесовозы типа Т-80 грузоподъемностью 5 т. На них можно перевозить баки с водой емкостью 3—4 м³. Мощность двигателя лесовоза 70 л.с. Это позволяет использовать часть мощности двигателя для работы насоса производительностью до 10 л/сек при напоре 7—8 атм. Оборудование каждого лесовоза самовсасывающим насосом (вихревого типа СВН-80 и ЭВ-2,7 с повышенным числом оборотов) и стационарным пожарным стволом с диаметром насадка 19 мм повышает маневренность агрегата для тушения пожаров.

Запас воды в каждой баке (которые должны равномерно располагаться на территории склада) позволяет в первый период (до прибытия основных сил) вести эффективное тушение пожара в начальной стадии развития.

д) Противопожарные мероприятия при проектировании и эксплуатации

Согласно «Противопожарным нормам строительного проектирования складов лесных материалов» (Н 129—55) группы секций площадью в 4 га образуют квартал длиной не более 160 м (рис. 40). Кварталы отделяют пожарными разрывами в 25 м с мощеной дорогой шириной не менее 6 м.

Огневые опыты ЦНИИПО, проведенные в 1959—1960 гг. показали, что принятая в настоящее время в соответствии с противопожарными нормами Н 129—55 планировка лесоскладов должна быть пересмотрена таким образом, чтобы существующие противопожарные разрывы с 25 м были увеличены не менее чем до 40 м.

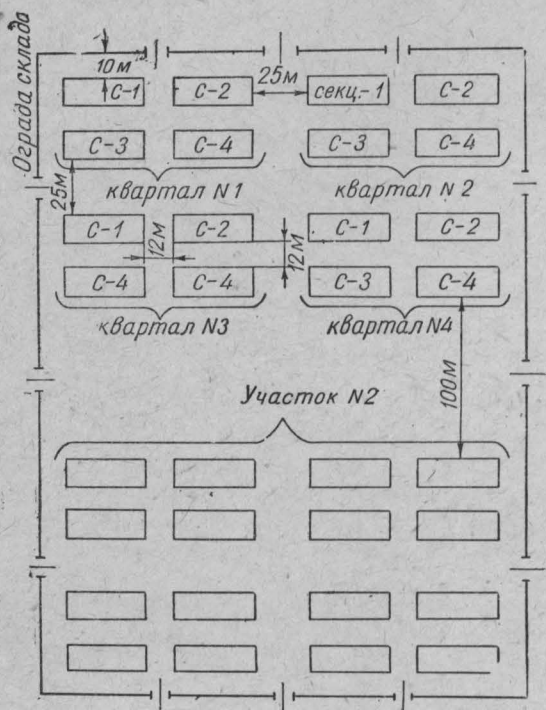


Рис. 40. Схема планировки склада пиломатериалов с двумя участками.

По периметру склада, между штабелями и оградой, должен быть свободный проезд шириной 10 м. Если склад пиломатериалов имеет площадь более 16 га, то каждые четыре квартала образуют участок с противопожарной зоной между участками в 100 м и мощеной дорогой шириной не менее 6 м. Каждый штабель, секция, квартал, участок, проезд должны иметь постоянный номер. План склада с нанесенными на нем номерами штабелей, секций и т. д. должен храниться в конторе склада вместе с карточками штабелей.

Не допускается зарастание склада травой. Траву уничтожают поливкой почвы 5%-ным раствором хлорной извести из расчета 5 л на 2 м² площади склада. Не допускается также захламление

склада обломками, прокладками и прочей древесной мелочью. Этот сгораемый хлам может быть причиной распространения и быстрого развития пожара. Склад следует периодически очищать от древесных отходов бракованных пиломатериалов. Дороги и проезды на территории склада должны быть всегда свободными.

Пожарные гидранты и краны располагают в удобных, доступных для пользования местах; краны обязательно должны быть оплечены; загромождать их материалом строго запрещается.

Противопожарное водоснабжение на лесоскладах регламентируется противопожарными нормами строительного проектирования складов лесных материалов (Н 129—55). Огневые опыты, проведенные ЦНИИПО в 1959—1960 гг., показали, что к водоснабжению на лесобиржах должны предъявляться повышенные требования, вызываемые большой скоростью распространения огня, сильной тепловой радиацией и значительным количеством горючего материала.

Основными из этих требований являются:

тушение с высоким удельным расходом воды;

большая скорость наращивания средств тушения;

струи должны иметь значительную дальность боя и для этого быть достаточно мощными.

Расчетный расход воды для тушения пожаров на лесоскладах составляет 130 л/сек — для складов площадью более 9 га и 65 л/сек — для складов площадью менее 9 га.

На лесоскладах предусматриваются две основные системы водоснабжения, удовлетворяющие требованиям, предъявленным к тушению пожаров:

водопровод высокого давления, обеспечивающий питание двух лафетных стволов;

водоснабжение из пожарных водоемов при помощи автонасосов.

Склады пиломатериалов должны иметь первичные средства пожаротушения (бочки с водой и ведрами, огнетушители).

Обслуживающий персонал склада должен пройти противопожарный техминимум. На территории склада разрешается курить только в специально оборудованных помещениях. Все машины и механизмы, имеющие двигатели внутреннего сгорания, а также паровозы, должны быть оборудованы искроуловителями (наиболее эффективным является искрогаситель турбинно-вихревого типа). Применение открытого огня на территории склада строго запрещается.

Для разогрева двигателей автомобилей, тракторов и лесовозов рекомендуется применять передвижные водомаслогрейки и пароподогревательные установки. Количество пиломатериала на складе должно соответствовать требованиям противопожарных норм Н 129—55.

Группы штабелей, объединяемые в кварталы, не должны занимать площадь более 4 га.

Общая полезная площадь склада ограничивается нормами в 64 га, что соответствует 320 тыс. м³ хранимого пиломатериала.

На немеханизированных складах отходов размеры штабелей устанавливаются в 100×15×3 м.

При механизированной укладке мелких отходов штабеля допускаются длиной до 200 м, шириной до 60 м и высотой до 8 м.

ЛИТЕРАТУРА

1. Соколов П. В. Сушка древесины. Гослесбумиздат, 1960.
 2. Серговский П. С. Гидротермическая обработка древесины. Гослесбумиздат, 1958.
 3. Филоненко Г. К. и Лебедев П. Д. Сушильные установки. Госэнергоиздат, 1952.
 4. Рябков А. Я. Электрические сети и системы. Госэнергоиздат, 1960.
 5. Тидеман Б. Г. Химия горений. Наркомхозиздат РСФСР, 1940.
 6. Демидов П. Г. Основы горения веществ. Изд. МКХ РСФСР, 1951.
 7. Ефимов Г. В. Сушка и глубокая пропитка древесины в петролатуме. Гослесбумиздат, 1956.
-

СОДЕРЖАНИЕ

I. Общие сведения о древесине	5
1. Строение и состав	5
2. Условия, необходимые для горения	6
3. Продукты горения	7
4. Температура самовоспламенения древесины	8
5. Самовозгорание древесины	9
6. Горение древесины	10
II. Сушность процесса сушки древесины	13
III. Пожарная опасность и пожарная профилактика сушки древесины	15
1. Сушка древесины в поле токов высокой частоты (ТВЧ)	15
а) Пожарная опасность процесса	21
б) Особенности горения и развития пожара	24
в) Тушение пожара	27
г) Противопожарные мероприятия при проектировании и эксплуатации	29
2. Газовые сушилки древесины	32
а) Типы газовых сушильных установок	32
б) Пожарная опасность	39
в) Особенности горения и развития пожара	41
г) Тушение пожара	42
д) Противопожарные мероприятия при проектировании и эксплуатации	43
3. Паровые сушилки древесины	47
а) Типы паровых сушильных установок	47
б) Планировка сушильных цехов	56
в) Пожарная опасность	56
г) Противопожарные мероприятия при проектировании и эксплуатации	57
д) Выбор электрооборудования и пример расчета силовой и осветительной электросети	58
4. Сушка древесины в петролатумных ваннах	68
а) Типы петролатумных сушилок	69
б) Пожарная опасность	73
в) Особенности горения и развития пожара. Способы тушения пожара	74
г) Противопожарные мероприятия при проектировании и эксплуатации	76
5. Контактная сушка древесины	78
6. Сушка древесины инфракрасными лучами	79
IV. Автоматизация процессов сушки	82
1. Автоматический контроль температуры	83
2. Автоматическое регулирование температуры в сушилках	88

а) Регулирование температуры в сушилках пневматическими поршневыми регуляторами	88
б) Манометрические регуляторы температуры и влажности воздуха в сушилках	89
в) Регулирование температуры в сушилках полупроводниковыми приборами	91
г) Электронный трехпозиционный регулятор температуры	93
д) Регулирование температуры в газовых сушилках	95
V. Естественная сушка древесины	97
а) Особенности естественной сушки	97
б) Планировка складов	98
в) Укладка пиломатериалов в штабеля	99
г) Пожарная опасность. Особенности развития и тушения пожара	100
д) Противопожарные мероприятия при проектировании и эксплуатации	102
Литература	106

Михаил Филиппович Пономарев

Противопожарные мероприятия при сушке древесины

Редактор *К. А. Калашников*

Редактор издательства *А. С. Комонов*

Техн. редактор *А. А. Лелюхин*

Корректор *Л. Н. Дмитриева*

Сдано в набор 23/V 1962 г.

Формат бум. 60×90¹/₁₆

Л 91524.

Изд. № 1445.

Печ. л. 6,75.

Тираж 9000.

Подписано к печати 26/IX 1962 г.

Уч.-изд. л. 6,95.

Цена 24 коп.

Заказ 2134.

Издательство Министерства коммунального хозяйства РСФСР.

Москва, К-12, Ипатьевский пер., 14

Городская типография полиграфиздата Псковского областного управления культуры, г. Великие Луки, Половская, 13