

ИСКУССТВЕННОЕ ВЫСУШИВАНИЕ ДЕРЕВА.

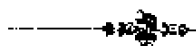
СОСТАВИЛЪ

ИНЖЕНЕРЪ-ТЕХНОЛОГЪ

А. А. ПРЕССЪ.

2-Е ИЗДАНИЕ

ИСПРАВЛЕННОЕ И ДОПОЛНЕННОЕ.



С.-ПЕТЕРБУРГЪ.

Издание К. Л. Риккера.

Невскій просп., 14.

1895.

Дозволено цензурою. С.-Петербургъ. 20 Февраля 1895 г.

ВЪ ТИПОГРАФИИ В. БЕЗОБРАЗОВА И КОМЪ.

(Вас. Остр., 8 линия, д. № 45).

ОГЛАВЛЕНИЕ.

	Стр.
Значеніе высушиванія дерева	5
Трудности при сушкѣ дерева	7
Естественная и искусственная сушка	9
Количество влаги въ деревѣ	13
Температура внутри сушила и его размѣры	19
Объемъ высушивающихъ газовъ и количество расходуемой теплоты	22
Лѣсосушильня на французской Восточной жел. дорогѣ	29
Лѣсосушильня на Вестфальской жел. дорогѣ въ Пруссіи	33
Лѣсосушильня Р. Немира въ Глазго	33
Усовершенствованная лѣсосушильня	36
Лѣсосушильня Бульгяка	41
Лѣсосушильня, нагреваемая паровыми трубами	45
Опредѣленіе степени сухости дерева	48

Искусственное высушивание дерева.

Значеніе высушивания дерева.

Всякій сырой матеріалъ, прежде чѣмъ идти въ дѣло, долженъ быть подвергнутъ нѣкоторымъ предварительнымъ процессамъ, имѣющимъ назначеніе или усилить тѣ его свойства, которыя полезны получаемому изъ него издѣлію, или же уничтожить, — или, по крайней мѣрѣ, значительно ослабить, — тѣ свойства, которыя оказываются вредными. Такимъ предварительнымъ, необходимымъ процессомъ для дерева является въ большинствѣ случаевъ его высушивание, при посредствѣ котораго отнимаютъ у него значительную часть той влажности, которая имѣется въ каждомъ свѣже-срубленномъ деревѣ. Всѣ крупныя недостатки древесины, какъ напр., ея недолговѣчность, способность гнить, ея растрескиваніе, коробленіе, измѣненіе объема и формы, являются слѣдствіемъ присутствія въ ней большаго количества воды, составляющей главную часть тѣхъ соковъ, которыми дерево питается при жизни. Вотъ почему, сушка дерева есть такой же необходимый, такой же существенный процессъ для дерева, какъ напр., дубленіе для кожи; — такъ какъ только тщательно просушенный лѣсъ обладаетъ тѣми драгоцѣнными качествами, которыя дѣлаютъ его незамѣнимымъ матеріаломъ для многихъ строительныхъ работъ.

Разрушеніе дерева, или, такъ называемое, гненіе его, обусловливается присутствіемъ въ немъ извѣстнаго количества влажности: въ совершенно сухомъ деревѣ процессъ этотъ не совершается, такъ какъ безъ влажности не могутъ развиваться низшіе организмы, являющіеся по послѣднимъ изслѣдованіямъ причиною его гненія. Всякій видѣль, всякій знаетъ то «трухлявое» состояніе древесины, въ которое она приходитъ, благодаря различнымъ условіямъ, между которыми влажность

занимаетъ главное мѣсто; въ ея присутствіи бѣлковинныя и азотистыя вещества, являющіяся составными частями питательнаго сока дерева, первыя подвергаются разложенію, — отъ развитія въ нихъ низшихъ формъ грибовъ, — отсюда разрушеніе переходитъ на волокна, и вся древесина начинаетъ гнить. Для гнили все равно, будетъ ли изъ бревенъ построена домъ, или корабль — въ короткое время отъ древесины остается разсыпчатая масса, легко растирающаяся между пальцами. При благоприятныхъ условіяхъ болѣзнь эта, грозящая громадными убытками, развивается замѣчательно быстро и уничтожаетъ въ короткій промежутокъ времени цѣлыя постройки: существуютъ примѣры полнаго уничтоженія огромныхъ домовъ и крупныхъ фрегатовъ или океанскихъ торговыхъ судовъ въ теченіи одного или двухъ лѣтъ. Не даромъ нѣмцы называютъ болѣзнь эту *Fener*, — до такой степени быстро пожираетъ она обшивку, доски и всѣ деревянныя части корабля.

Дерево же, хорошо высушенное, при отсутствіи условій, благоприятствующихъ впитыванію воды изъ окружающей атмосферы, можетъ сохраняться очень долго. Въ литературѣ можно найти много указаній на существованіе примѣровъ полнаго сохраненія древесины въ продолженіи сотенъ и даже тысячъ лѣтъ. Въ домашнемъ же обиходѣ, всякому приходится часто встрѣчать сухія деревянныя части, существующія много десятковъ лѣтъ, нисколько не измѣняясь въ своихъ качествахъ. Отсюда ясно, какое громадное значеніе имѣетъ для лицъ, имѣющихъ дѣло съ деревомъ, вопросъ объ удачной его сушкѣ. Всѣ прекрасныя качества древесины, — каковы ея малый вѣсъ, легкость обработки, плохая теплопроводимость, дешевизна и всеобщее распространеніе, — обуславливающія значительное и повсемѣстное употребленіе этого матеріала, выступаютъ особенно ярко при употребленіи дѣса, до надлежащей степени высушеннаго; тогда какъ сырой дѣсъ обладаетъ, какъ мы видѣли, такими крупными недостатками, что употребленіе его не можетъ быть желательнымъ для какого бы то ни было строительнаго дѣла.

По общему мнѣнію, скорая порча новѣйшихъ стросній зависитъ, между прочимъ, отъ той главной причины, что они строятся изъ не просушеннаго дѣса. А это послѣднее является слѣдствіемъ того обстоятельства, что надлежащее высушиваніе

лѣса представляет собою весьма трудную задачу, требующую большой осмотрительности, знанія всѣхъ свойствъ древесины и значительныхъ расходовъ.

Трудности при сушкѣ дерева.

Чтобы отдать себѣ отчетъ о тѣхъ трудностяхъ, какія являются при сушкѣ лѣса, мы рассмотримъ, что происходитъ съ содержащеюся въ деревѣ влажностью послѣ его срубки. Въ свѣже-срубленномъ состоянїи дерево содержитъ въ себѣ значительное количество воды, которая начинаетъ сейчасъ же испаряться, двигаясь отъ центральныхъ частей ствола къ его окружности. Движеніе это происходитъ неравномѣрно по различнымъ направленїямъ, всего сильнѣе соки двигаются по направленїю длины древесныхъ волоконъ, т. е. отъ центра къ торцовымъ частямъ дерева; за этимъ слѣдуетъ движеніе соковъ перпендикулярно къ сердцевиннымъ лучамъ, т. е. по хордамъ; и наконецъ, самое медленное передвиженіе влаги имѣетъ мѣсто по направленїю этихъ лучей, т. е. по радіусамъ бревна. Понятно, что дерево, теряя испаряющуюся влагу, которая находится между его волокнами, уменьшается въ своемъ объемѣ, сжимается; причемъ сжатіе это происходитъ неравномѣрно по различнымъ направленїямъ, сообразно съ неодинаковымъ распредѣленїемъ влажности въ деревѣ. Всего менѣе сжатіе происходитъ по длинѣ волоконъ, какъ видно изъ представленной ниже таблицы В; по хордамъ же, т. е. кольцеобразно, сжатіе происходитъ болѣе, чѣмъ по направленїю сердцевинныхъ лучей.

Въ свѣже-срубленномъ деревѣ, послѣ снятія коры, прежде всего испаряется влага съ поверхности дерева; по мѣрѣ этого испаренія, изъ внутреннихъ его частей притекаютъ въ наружнымъ все новыя и новыя количества древеснаго сока. Но притокъ этотъ, въ началѣ сильный, постепенно ослабѣваетъ вслѣдствіе того обстоятельства, что соки, направляясь къ поверхности бревна и выдѣляя при этомъ воду, становятся все болѣе и болѣе густыми, студенистыми и мало-по-малу заполняютъ поры дерева; такъ что испареніе воды, находящейся внутри, становится все болѣе и болѣе затруднительнымъ и даже можетъ совсѣмъ прїостановиться, если только среда, въ которой лежитъ дерево, на столько суха,

что быстро отнимаетъ воду съ поверхности. Такимъ образомъ, при скорой сушкѣ поверхность дерева засушивается и сжимается; между тѣмъ какъ внутреннія части заключаютъ еще въ себѣ значительное количество влаги и мало измѣняются въ своемъ объемѣ. Такое взаимное состояніе частей древесины ведетъ за собою появленіе въ наружныхъ слояхъ сильныхъ напряженій, разрывъ волоконъ и образованіе трещинъ. Къ поверхности появившихся трещинъ притекаетъ новое количество питательнаго сока, опять быстро испаряющееся при дѣйствіи засушивающей среды, отчего трещины еще болѣе увеличиваются. Такимъ образомъ продолжается до тѣхъ поръ, пока внутреннія части дерева не выдѣлятъ известной части влаги и не ослабятъ тѣмъ наружныхъ напряженій. Съ этого момента начинается обратное движеніе въ деревѣ: внутренность его, по мѣрѣ высыханія, сжимается мало-по-малу, а съ уменьшеніемъ объема внутреннихъ частей напряженія ослабѣваютъ, трещины по немногу закрываются, и движеніе въ концѣ концовъ приостанавливается. Но разъ трещины въ деревѣ появились, прочность его значительно уменьшена, и оно долговѣчнымъ быть не можетъ. Это происходитъ отъ того, что кромѣ видимаго вреда, нанесеннаго вышней части дерева, трещины способствуютъ скорѣйшему его загниванію: въ нихъ можетъ легко забраться влага и пыль, содержащая въ себѣ споры низшихъ организмовъ, которые, производя броженіе, заражаютъ древесину и превращаютъ ее въ гнилую массу. Этимъ обстоятельствомъ объясняется тотъ известный фактъ, что дерево, легко растрескивающееся, менѣе прочно, чѣмъ древесина, хотя и не столь прочная, но за то не растрескивающаяся.

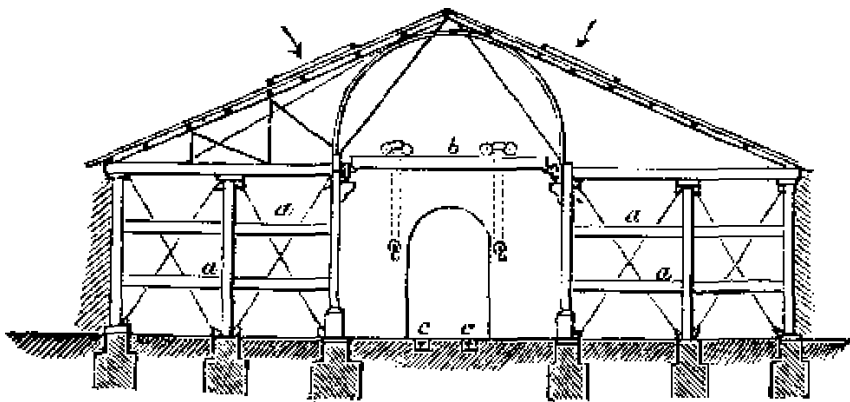
Отсюда ясно, что для избѣжанія столь вредныхъ трещинъ не слѣдуетъ допускать быстрого засушиванія дерева съ его поверхности. Обыкновенно это достигается, при такъ называемой естественной сушкѣ, медленнымъ и постепеннымъ высушиваніемъ на открытомъ воздухѣ, при медленномъ теченіи воздуха по дереву. Но тутъ приходится сталкиваться съ другимъ затрудненіемъ: при большомъ процентномъ содержаніи сырости въ окружающей атмосферѣ, дерево перестаетъ испарять влагу, движеніе соковъ задерживается, и, вслѣдствіе этого, при температурѣ, обуславливающей гніеніе, соки могутъ начать бродить, и древесина поражается разложеніемъ. Та-

кимъ образомъ, при неосторожномъ обращеніи мы, вмѣсто сухаго, — можемъ получить задрабленный лѣсъ, пораженный гнилью.

Естественная и искусственная сушка.

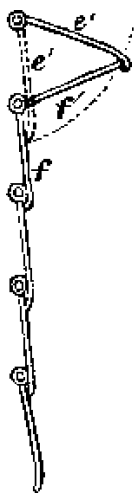
Для избѣжанія указаннаго обстоятельства, необходимо поставить лѣсъ при естественной сушкѣ въ такія условія, которыя были бы неблагопріятны, какъ быстрому засушиванію его съ поверхности, такъ и совершенному прекращенію движенія соковъ, для чего во все время сушки необходимо тщательный уходъ, который представляетъ значительныя трудности при исполненіи. Необходимо, чтобы лѣсъ подвергался просушиванію сейчасъ послѣ сруба, или послѣ сылава; не слѣдуетъ оставлять его послѣ сруба на открытомъ воздухѣ, гдѣ онъ подвергается прямому дѣйствию солнца и рѣзкимъ переменамъ атмосферы, или на землѣ безъ подкладокъ, но надо сложить его въ правильно устроенныхъ сараяхъ. При этомъ, необходимо обращать вниманіе, чтобы всѣ части сложеннаго лѣса подвергались равно мѣрному дѣйствию высушивающаго воздуха, чтобы сарай и лѣсные склады были такъ устроены и расположены, чтобы можно было хотя нѣсколько регулировать притокъ воздуха при различныхъ его состояніяхъ. Самый лѣсъ, во избѣжаніе неравномѣрнаго испаренія по различнымъ направленіямъ, долженъ быть извѣстнымъ образомъ подготовленъ, для чего приходится въ опредѣленныхъ мѣстахъ дерева снимать кору или даже всю заболонь, торцовыя части заклеить бумагою или замазкою и т. д. А если ко всему этому прибавить, что для надлежащаго высушиванія лѣса, при естественной сушкѣ, необходимъ большой промежутокъ времени, то сдѣлается очевиднымъ, что подобный способъ сушки страдаетъ такими недостатками, которые дѣлаютъ необходимымъ во многихъ случаяхъ прибѣгать къ искусственной сушкѣ. Нердлингеръ говоритъ, что приблизительная сухость, при естественномъ высушиваніи, можетъ наступить въ деревьяхъ, толщиной отъ $4\frac{1}{2}$ до $7\frac{1}{2}$ вершк., только черезъ годъ. Чаше же срокъ этотъ наступаетъ гораздо позже; поэтому однолѣтняя древесина можетъ быть употреблена лишь на такое дѣло, въ которомъ она безпрепятственно можетъ продолжать испареніе. Столяры же, если они не распилятъ древесину на мелкія дощечки,

ни въ какомъ случаѣ не должны равнше нѣсколькихъ лѣтъ употреблять въ дѣло древесину, иначе работа ихъ испортится отъ усыханія дерева. Въ датскомъ морскомъ вѣдомствѣ, какъ рассказываетъ Герингъ, дубъ не идетъ въ дѣло равнше шести, или семи лѣтъ сушки. Продолжительность времени стройки англійскихъ кораблей, безъ сомнѣнiя, главнымъ обра-



Фиг. 1.

зомъ имѣеть цѣлью совершенное высыханiе древесины. Для приготовленiя моделей необходимо употреблять сухой лѣсъ, который для достиженiя надлежащей сухости долженъ пролежать въ магазинѣ, по меньшей мѣрѣ, 4 года; а для дорогихъ моделей, которыя приходится сохранять очень долго, приѣмлетсѣ лѣсъ, вылежавшiй въ складахъ въ теченiи 10 лѣтъ. Самые магазинны должны быть хорошо устроены, если мы желаемъ, чтобы лѣсъ высыхивался надлежащимъ образомъ, и чтобы онъ не подвергался пожарной опасности. Роскошныя магазинны для означенной цѣли можно видѣть въ С.-Петербургѣ, въ Новомъ Адмиралтействѣ (фиг. 1). Они металлическiе: колонны чугунныя, стропила и крыша желѣзныя, стѣны тоже забраны гофрированнымъ желѣзомъ и снабжены заслопками для провѣтриванiя (фиг. 2). Свѣтъ идетъ черезъ витрины, расположенныя въ крышѣ зданiя; *b*—легкiй передвижной мостовой крапъ; *c*—рельсовый путь; *a*—полки для склада брусевъ и досокъ. Размѣры подобныхъ магазинновъ и ихъ стоимость должны



Фиг. 2.

быть, понятно, значительны при сколько-нибудь замѣтномъ расходѣ высушеннаго лѣса.

Всѣ указанныя обстоятельства заставляютъ изыскать такой способъ, при которомъ сушка лѣса производилась бы сравнительно скоро; причемъ, не должно получаться вредныхъ трещинъ, и прочность дерева не должна уменьшаться при дѣйствіи тѣхъ агентовъ, которые производятъ высушивание лѣса.

Задача эта достигается при устройствѣ особыхъ сушиль, въ которыхъ дерево складывается въ особыхъ камерахъ; здѣсь оно защищено отъ дѣйствія рѣзкихъ перемѣнъ наружной атмосферы, и при извѣстной, искусственно регулируемой, скорости передвиженія воздуха, или другаго агента сушки, и при извѣстномъ возвышеніи температуры, обусловливающимъ определенное его гигроскопическое состояніе, вода испаряется, и дерево высушивается въ опредѣленный промежутокъ времени. При этомъ необходимо заботиться о томъ, чтобы поверхность дерева не засушивалась, и чтобы древесные волокна во все время испаренія влаги обладали достаточною мягкостью и эластичностью, которая дала бы возможность сопротивляться образующимся напряжениямъ, чѣмъ избѣгается появленіе трещинъ.

Достигнуть этого можно, во многихъ случаяхъ, единственно возвышеніемъ температуры высушивающаго воздуха; причемъ теплота предохраняетъ дерево отъ растрескиванія во время его высушиванія, такъ какъ она съ одной стороны способствуетъ разжиженію самыхъ соковъ, а съ другой—въ присутствіи паровъ *соковой воды*—она содѣйствуетъ размягченію древесины и поддержанію въ ней эластичности, не допуская черезъ то въ наружныхъ слояхъ дерева сильныхъ напряженій. Тамъ же, гдѣ это оказывается недостаточнымъ, приходится нѣсколько увлажнять теплый воздухъ, протекающій по дереву, и, такимъ образомъ, поддерживать наружные слои дерева въ болѣе размягченномъ состояніи. Такое увлажненіе достигается употребленіемъ, вмѣсто воздуха, продуктовъ горѣнія, получаемыхъ при сжиганіи топлива на очагахъ, вмѣющихся при сушиль. Газы эти при значительной температурѣ высушиваютъ дерево, какъ показываютъ многочисленные опыты, безъ обнаруженія трещинъ и сравнительно скорѣе, — благодаря тому обстоятельству, что они постоянно содержатъ въ себѣ из-

вѣстное количество паровъ воды, способствующихъ размягченію древесныхъ волокопъ. Выгода употребленія дыма для сушки лѣса состоитъ еще въ томъ, что онъ содержитъ въ себѣ нѣкоторое количество креозота, который, какъ антисептическое средство, предохраняетъ дерево впослѣдствіи отъ гніенія и червоточины. Тѣмъ не менѣе, имѣется важный недостатокъ въ этомъ агентѣ,—это искры, которыя могутъ произвести пожаръ. Поэтому при употребленіи этого агента сушки необходимо принять особыя мѣры для устраненія залетанія искръ въ камеру, гдѣ сушится лѣсъ. Въ другихъ случаяхъ дѣйствуютъ на дерево перегрѣтымъ паромъ, или, наконецъ, вдуваніемъ теплаго воздуха посредствомъ паро-струйныхъ аппаратовъ, такъ что воздуху придается этимъ извѣстное количество влаги, достаточное для устраненія трещинъ.

Нагрѣтый сухой воздухъ, при одинаковыхъ условіяхъ съ продуктами горѣнія и съ воздухомъ, содержащимъ искусственно-введенное количество водяныхъ паровъ,—грубѣе, жестче послѣднихъ, а потому сравнительно съ ними требуетъ болѣе времени для высушиванія лѣса; такъ какъ онъ, хотя-бы и нагрѣтый, при особенно сильномъ теченіи можетъ засушить поверхность дерева и вызвать трещины. Поэтому приходится, при употребленіи сухаго воздуха, установить небольшую скорость для его теченія по высушиваемому дереву и выбрать надлежащую, не особенно высокую температуру, черезъ что замедляется процессъ сушенія. Въ тѣхъ случаяхъ, когда трещины не имѣютъ значенія,—какъ напр. при сушкѣ дровъ, или лѣса, идущаго потомъ въ сухую перегонку, — можно дѣйствовать сухимъ воздухомъ при значительной скорости его теченія и при довольно высокой температурѣ.

Вотъ приблизительная схема устройства сушила для надлежащаго высушиванія лѣса. Оно, какъ видно, должно состоять изъ трехъ главныхъ частей: изъ камеры, въ которой производится самый процессъ сушки и которая по своимъ размѣрамъ и формѣ должна соответствовать размѣрамъ высушиваемаго лѣса; далѣе, изъ приспособленія для проведенія черезъ сушило опредѣленнаго количества воздуха или другого агента сушки; и, наконецъ, изъ приборовъ, служащихъ для нагрѣванія этого агента. При описаніи, въ концѣ настоящей книжки, нѣкоторыхъ устроенныхъ сушиль, дѣйствующихъ болѣе

или менѣе удовлетворительно, — будутъ сдѣланы указанія на тѣ главные детали, на которыя строителя должны обращать больше всего вниманіе. Здѣсь же мы добавимъ, что какъ нагрѣваніе агента сушки, такъ и его теченіе по дереву производятся тѣми механическими средствами, которыя обыкновенно употребляются для этой цѣли. Нагрѣваніе производится или посредствомъ особыхъ очаговъ, пристроенныхъ къ сушилу, или помощью калориферовъ съ проложенными по камерѣ воздушными трубами, или при посредствѣ паровыхъ трубъ известной длины; движеніе агента сушки производится помощью вытяжныхъ трубъ, вентиляторовъ, пароструйныхъ аппаратовъ и т. п. приборовъ. Условія работы и изобрѣтательность строителя подскажутъ къ какому изъ этихъ приборовъ слѣдуетъ прибѣгать въ томъ или другомъ случаѣ.

Количество влаги въ деревѣ.

Прежде чѣмъ перейти къ описанію лѣсосушенія, мы посмотримъ, какое количество влаги содержитъ въ себѣ дерево при различныхъ его состояніяхъ.

Въ свѣжемъ, сыромъ, только-что снятомъ съ корня, деревѣ находится наибольшее количество воды, среднимъ числомъ не менѣе 45% его вѣса, а для нѣкоторыхъ породъ оно превышаетъ даже 60%. Количество это измѣняется не только для различныхъ породъ, но оно находится въ зависимости отъ весьма многихъ разнообразныхъ условій, влияющихъ такъ или иначе на содержаніе воды въ свѣже-срубленномъ деревѣ. Такъ, напр., оно зависитъ отъ возраста дерева, отъ климатическихъ и почвенныхъ условій, имѣвшихъ мѣсто во время его роста, отъ времени года, въ которомъ производилась рубка, отъ мѣста расположенія даннаго куска древесины во всемъ деревѣ и т. д. Наибольшее количество воды содержится въ деревьяхъ молодыхъ, растущихъ въ низменныхъ мѣстахъ, на болотистомъ сыромъ грунтѣ; вѣтви и заболонь заключаютъ въ себѣ больше влаги, чѣмъ стволъ и сердцевинная его часть; изъ опытовъ, произведенныхъ Дюгамелемъ и Гартигомъ, видно, кромѣ того, что наибольшее количество воды заключается въ тѣхъ деревьяхъ, которыя были срублены зимою, срубленные же въ остальные времена года содержатъ меньшее количество влаги.

Чтобы дать приблизительное понятие о содержаніи воды въ свѣже-срубленномъ деревѣ, мы приведемъ ниже таблицу, которая показываетъ результаты опытовъ, произведенныхъ Гартигомъ надъ различными породами деревьевъ въ возрастѣ 16 лѣтъ, въ разные мѣсяцы ихъ рубки. Количество воды показано въ процентномъ отношеніи къ вѣсу сырого лѣса (см. ниже табл. А).

Таблица А.

	Январь.	Февраль.	Мартъ.	Апрѣль.	Май.	Іюнь.	Іюль.	Сентябрь.	Ноябрь.
Ильмъ обжигновенный	44	35	30	32	35	26	33	35	34
Ясень	27	24	23	22	30	27	34	30	25
Кленъ	33	—	33	34	—	36	32	34	33
Дубъ Лѣтній	33	35	32	33	35	—	37	39	35
Букъ	43	37	37	39	37	38	43	39	38
Яблоня	45	41	40	37	43	43	45	52	45
Грабъ	40	36	38	39	36	41	38	38	33
Береза	46	47	53	53	49	43	48	43	39
Ива рѣчная	45	—	41	35	—	46	49	41	38
Ольха	58	50	54	51	43	40	47	52	52
Тополь черный	61	59	52	53	—	51	50	43	46
Осина	56	—	52	48	—	47	51	46	44
Липа мелколистная	55	53	55	50	51	—	57	48	46
Пихта	51	42	55	45	48	52	53	54	49
Листовица	53	43	45	46	52	53	53	46	50
Ель	58	57	60	50	59	—	54	56	54
Сосна	64	63	60	65	64	—	61	60	61
Сосна Веймутова	67	63	65	61	63	69	70	63	59
Среднее для всѣхъ породъ	51	50	49	46	49	49	50	48	46

Свѣже-срубленное дерево, пролежавъ на воздухѣ, теряетъ, какъ мы видѣли, часть своей влажности. По Шевандье, въ 100 частяхъ древесины заключается по вѣсу слѣдующее количество воды, въ зависимости отъ времени послѣ снятія съ корня (см. ниже табл. *Б*).

Таблица *Б*.

	Послѣ 6 мѣсяцевъ.	Послѣ 12 мѣсяцевъ.	Послѣ 18 мѣсяцевъ.	Послѣ 24 мѣсяцевъ.
Дубъ	29,63	23,75	20,74	19,16
Береза	25,28	18,10	15,98	17,17
Осина	31,00	21,55	15,87	16,17
Ольха	22,37	19,17	15,27	16,72
Ель	28,66	16,85	14,78	17,22
Сосна	29,31	18,54	15,81	17,96

Изъ таблицы *Б* видно, что въ теченіи первыхъ 6 мѣсяцевъ дерево теряетъ около 20% по вѣсу воды, такъ какъ свѣже-срубленное дерево содержитъ, какъ мы видѣли, около 50%; затѣмъ количество влаги хотя и теряется на воздухѣ, но не въ такой сильной степени, какъ въ началѣ, и послѣ 18-ти мѣсячнаго лежанія на воздухѣ, дерево достигаетъ, согласно означеннымъ опытамъ, наибольшей сухости, доходящей среднимъ числомъ до 16%; затѣмъ количество влаги не уменьшается, а даже нѣсколько увеличивается.

Сушка происходитъ тѣмъ скорѣе, чѣмъ мягче дерево и чѣмъ меньше высушиваемые куски, но каково бы ни было время полного высыханія на открытомъ воздухѣ, количество влажности въ этомъ состояніи рѣдко понижается ниже 16%. Только лѣтомъ, при температурѣ около 16°, дерево, раздробленное на мелкія части, продолжаетъ еще высыхать, и количество влажности можетъ понизиться до 10% и ниже; однако при наступленіи пасмурной погоды, или при болѣе холодномъ времени года, количество это опять повышается, и

въ общемъ колеблется около цифры 16%. Но если, высушенное на открытомъ воздухѣ, дерево помѣстить въ закрытомъ сухомъ помѣщеніи, то оно при благоприятныхъ условіяхъ продолжаетъ еще высыхать; и наименьшее количество воды, въ этомъ случаѣ, достигаетъ около 10% его вѣса, которыхъ дерево въ этихъ условіяхъ уже больше не теряетъ. Уменьшеніе влажности ниже 10% достигается особыми средствами: размельченіемъ дерева на стружки или опилки и высушиваніемъ этихъ частей въ комнатѣ или въ сушильѣ, при болѣе или менѣе высокой температурѣ.

Изъ опытовъ, относительно количества влажности и измѣненія объема дерева при различныхъ степеняхъ сушки, мы отмѣтимъ весьма интересные опыты, произведенные лѣснымъ инспекторомъ Фреемъ надъ 12 различными породами деревьевъ по порученію Дирекціи имуществъ и лѣсовъ Бернского кантона. Для опытовъ выбраны были деревья среднихъ размѣровъ, въ возрастѣ отъ 75 до 100 лѣтъ, срубленные въ началѣ января 1877 г. Лѣсная дача расположена была на сѣверо-западномъ склонѣ горы, при высотѣ надъ уровнемъ моря отъ 750—800 метровъ; почва известковая, покрытая слоемъ чернозема.

На разстояніи около 60 септиметровъ надъ пнемъ, выпилены были изъ каждой изслѣдуемой породы полѣнья опредѣленной длины, изъ которыхъ приготовлено 8 точно обработанныхъ кусковъ, объемомъ по одному кубическому дециметру. Куски эти отправлены были въ Цюрихъ, при чемъ въ дорогѣ были приняты всѣ мѣры, чтобы они не теряли влаги; тамъ они подверглись изслѣдованіямъ въ Естественно-Астрономическомъ Институтѣ. Опыты велись со всѣми предосторожностями для лучшаго обезпеченія вѣрности результатовъ; взвѣшиванія производились съ точностью до 0,1 грамма, а измѣренія до 0,1 миллиметра, при этомъ, изъ вѣса кусковъ, объемомъ въ одинъ кубическій дециметръ, легко опредѣлялся удѣльный вѣсъ изслѣдуемыхъ породъ.

Кромѣ означенныхъ кусковъ, для опытовъ взяты были еще нѣкоторыя древесныя части, которыя получены были слѣдующимъ образомъ: съ полученныхъ въ январѣ полѣнь была снята кора въ нѣкоторыхъ мѣстахъ, и въ такомъ видѣ они пролежали на открытомъ воздухѣ въ лѣсу до начала августа, послѣ чего изъ нихъ приготовили два куска, которые и от-

правили въ Цюрихъ для изслѣдованія. Опредѣленіе количества влажности въ деревѣ такого состоянія, т. е. дѣтней просушки въ лѣсу, было важно по той причинѣ, что подобное дерево нерѣдко употребляется для нѣкоторыхъ строительныхъ работъ.

Нѣкоторые изъ тѣхъ кусковъ, которые зимою отправлены были въ Цюрихъ въ правильно-обработанномъ видѣ, представлены были, уже послѣ предварительнаго взвѣшиванія, испаренію на открытомъ воздухѣ на каменномъ полу, до половины іюня; назовемъ такое состояніе дерева—первою степенью сушки. Другіе куски подвергнуты были высыханію въ комнатѣ, гдѣ они были расположены высоко отъ пола, такъ что воздухъ имѣлъ къ нимъ полный доступъ. Комнату топили до конца апрѣля, и въ концѣ августа сухость дерева достигла того предѣла, который получается только при долголѣтнемъ лежаніи подъ навѣсомъ и при которомъ дерево становится уже пригоднымъ для всякаго рода строительныхъ и другихъ работъ; такое состояніе мы назовемъ второю степенью сушки. Наконецъ, для того, чтобы выпарить послѣдніе остатки воды, нѣкоторые изслѣдуемые куски дерева были подвергнуты пересушиванію въ особой сушильнѣ, гдѣ они пролежали два мѣсяца при постоянно возрастающей температурѣ; въ послѣдніе 41 день температура держалась около 100° Ц. *). Результаты этихъ изслѣдованій показаны въ нижеслѣдующей таблицѣ В.

Надо замѣтить, что при томъ состояніи, которое мы называли первою степенью сушки дерева, сжатіе было настолько незначительно, что оно не поддавалось точнымъ измѣреніямъ; вотъ почему оно не помѣщено въ таблицѣ. Изъ означенныхъ опытовъ вытекаетъ, что для полученія дерева, степень сухости котораго ^{41^{го}} равняется той степени, которую дерево достигаетъ при долголѣтнемъ лежаніи подъ навѣсомъ,—т. е. при которой дерево можетъ считаться достаточно сухимъ и годнымъ для всякаго рода издѣлій,—необходимо выдѣлить количество влажности, смотря по породѣ дерева, отъ 13,1 до 46,1% его вѣса, среднимъ числомъ 30,7%. При этомъ въ деревѣ остается еще нѣкоторое количество влаги, которое, по означеннымъ опытамъ, колеблется между 6,1 до 10,7%,

* Dingler's polytechnisches Journal, 1883, B. 249, S. 276.

Таблица В.

Древесныя породы.	Сырой лѣсъ.		Лит- ная про- сушка.		Первая сте- пень сушк.		Вторая степень сушк.		Пересу- шанный лѣсъ.		Сжатіе дерева въ %.				
											Вторая сте- пень сушк.			Пересуши- ваніе.	
	Удельный вѣсъ.	Удельный вѣсъ.	Абсолютный вѣсъ.	Удельный вѣсъ.	Потери въ вѣсѣ %.	Удельный вѣсъ.	Потери въ вѣсѣ %.	Удельный вѣсъ.	Потери въ вѣсѣ %.	По длинѣ.	По радиус.	Объемно.	По длинѣ.	По радиус.	Объемно.
Дубъ . . .	1,0745	0,9852	857,6	0,804	29,1	0,766	38,2	0,0	8,1	6,1	0,2	6,8	13,3		
Ясень . . .	0,8785	0,8304	769,1	0,771	19,8	0,746	29,1	0,0	4,3	8,4	0,0	8,6	16,5		
Букъ . . .	1,0288	0,8160	756,4	0,747	33,5	0,700	41,7	0,0	4,3	8,4	0,0	7,5	14,4		
Сосна . . .	0,8734	0,7828	671,5	0,678	27,6	0,662	37,7	0,0	3,4	6,7	0,2	6,9	13,5		
Вязь . . .	0,9166	0,7502	626	0,635	35,5	0,595	42,8	0,3	3,4	7,0	0,1	5,9	11,5		
Тисовое дер.	0,9030	0,7106	686	0,696	24,6	0,642	35,3	0,0	1,1	2,1	0,5	4,3	8,9		
Кленъ . . .	0,9210	0,7044	674,3	0,637	33,1	0,604	40,2	0,0	1,7	3,4	0,0	4,5	8,9		
Осица . . .	0,8809	0,6398	481,3	0,515	48,1	0,463	54	0,4	3,8	7,8	0,3	6,1	12,1		
Лиственница	0,7633	0,6112	572,9	0,607	27,3	0,560	34,3	0,2	3,4	6,9	0,4	5,2	10,5		
Ель . . .	0,8041	0,5878	543,5	0,529	37,3	0,510	43,8	0,0	2,3	4,6	0,4	5,7	11,4		
Липа . . .	0,7690	0,5810	483	0,505	41,6	0,484	47,7	0,0	5,7	11,1	0,1	8,8	13,9		
Пихта . . .	0,5265	0,4931	464,8	0,487	13,1	0,457	23,1	0,0	3,1	6,1	0,3	5,7	11,3		

среднимъ числомъ 8,3%, если считать, что въ сушильнѣ уда-
лось выдѣлать изъ дерева всю содержащуюся въ немъ воду.

Но удаленіемъ изъ дерева этой послѣдней влаги мы его
пересушиваемъ, и такое, пересушенное искусственнымъ путемъ,
дерево теряетъ много своихъ хорошихъ физическихъ качествъ:
оно становится хрупкимъ, ломкимъ, не имѣетъ въ себѣ до-
статочной вязкости и, слѣдовательно, плохо сопротивляется
внѣшнимъ силамъ. Съ этимъ согласны всѣ наблюдатели; такъ
что при искусственной сушкѣ слѣдуетъ обратить особое вни-
маніе на то обстоятельство, чтобы количество воды, остаю-
щееся въ деревѣ не опускалось ниже 10—8% его первоначаль-
наго вѣса, иначе лѣсъ будетъ испорченъ.

Такимъ образомъ, зная какой лѣсъ поступаетъ въ сушило, совсѣмъ ли сырой, или пролежавшій на открытомъ воздухѣ въ теченіи, напр., 6 или 12 мѣсяцевъ, и зная, кромѣ того, на какое дѣло идетъ высушиваемое дерево, т. е. будутъ ли изготовляемые изъ него предметы подвергаться прямому дѣйствію внѣшней атмосферы, или доступъ наружнаго воздуха будетъ прекращенъ, — есть возможность, на основаніи вышеизложенныхъ опытовъ, приблизительно опредѣлить то количество влаги, которое намъ придется выдѣлать изъ дерева для полученія требуемой степени сухости. Въ тѣхъ случаяхъ, когда можно будетъ прямыми опытами опредѣлить количество влаги, которое содержится въ лѣсѣ, поступающемъ въ сушило, и то количество, которое должно оставаться въ изготовляемыхъ изъ него издѣліяхъ, — слѣдуетъ, конечно, руководствоваться результатами подобныхъ опытовъ; когда же это окажется невозможнымъ, тогда придется прибѣгнуть къ вышеизложеннымъ даннымъ и по нимъ опредѣлить количество воды, которое должно быть выпарено въ сушилѣ. Считаая, такимъ образомъ, количество это известнымъ, мы имѣемъ возможность рассчитать размѣры различныхъ частей лѣсосушильни на основаніи слѣдующихъ соображеній.

Температура внутри сушила и размѣры его.

Въ разныхъ существующихъ уже сушилахъ температура, при которой происходитъ высушивание, бываетъ весьма разнообразная и колеблется въ обширныхъ предѣлахъ отъ 30° до 200° Ц. При этомъ, и время пребыванія дерева въ сушилѣ измѣняется также въ значительной степени. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ весь процессъ сушки оканчивается съ большимъ успѣхомъ въ 24, 48 или 72 часа, въ другихъ — необходимо выдержать дерево въ сушильной камерѣ въ теченіи многихъ недѣль и даже мѣсяцевъ. Время это зависитъ отъ весьма разнообразныхъ условій: отъ допускаемой температуры, отъ свойствъ агента сушки, отъ размѣровъ высушиваемыхъ штукъ, отъ степени ихъ влаги, отъ назначенія дерева, вдушаго въ сушило и, наконецъ, отъ свойствъ и породы самаго дерева. При известныхъ условіяхъ, слѣдуетъ установить себѣ какъ температуру, такъ и зависящую отъ нея продолжитель-

ность сушки, руководствуясь примѣромъ существующихъ уже сушиль и свойствами даннаго дерева.

Необходимо, однако, замѣтить, что при выборѣ максимальной температуры внутри сушила слѣдуетъ одинаково избѣгать какъ слишкомъ высокой, такъ и слишкомъ низкой температуры. При высокой—процессъ сушки ведется такъ быстро, измѣненія состоянія дерева такъ скоро совершаются, что достаточно самаго легкаго невниманія, малѣйшаго недосмотра, чтобы получить пересушенный лѣсъ, или вызвать въ немъ вредныя трещины. При низкой же температурѣ время, потребное для надлежащаго высушиванія, будетъ по необходимости продолжительнымъ и можетъ дойти до 4—5 мѣсяцевъ (что дѣйствительно имѣеть мѣсто въ сушилахъ, въ которыхъ температура не поднимается выше 30° Ц.); при этомъ является необходимымъ, при скольконибудь значительномъ производствѣ, строить громадныя, дорого-стоющія сушила, имѣть большой запасъ дѣрева, и расходы на высушиваніе могутъ настолько увеличиться, что вся выгода отъ искусственнаго сушенія лѣса можетъ быть сведена къ нулю. Вотъ почему при устройствѣ лѣсосушильни стараются избѣгать тѣ предѣлы для температуры, которые указаны были нами раньше, и обыкновенно выбираютъ ее между $50 - 125^{\circ}$ Ц. и только въ исключительныхъ случаяхъ переходить эти предѣлы. При этомъ, при дѣйствіи на дерево сухимъ воздухомъ и при высушиваніи мелкихъ, не особенно сырыхъ предметовъ, которые должны быть свободны отъ малѣйшихъ трещинъ, температуру не слѣдуетъ поднимать выше 60° Ц.; при высушиваніи же сырыхъ бревенъ, шпаль и тому подобныхъ предметовъ, доходятъ до 90° Ц., и только при употребленіи высушивающимъ агентомъ продуктовъ горѣнія или перегрѣтаго пара можно выбрать болѣе высокую температуру. Во всякомъ случаѣ, какую бы температуру мы ни выбрали, установить ее слѣдуетъ не сразу, а необходимо постепенно и съ большою осторожностью возвышать ее до извѣстной величины и держать ее въ теченіи назначеннаго времени, иначе мы можемъ вызвать трещины въ деревѣ.

Агентъ сушки, проходя по дереву, терзаетъ, по мѣрѣ испаренія воды, часть своей теплоты, и температура его падаетъ. Но это пониженіе не можетъ перейти извѣстныхъ предѣловъ; такъ какъ при слишкомъ низкой температурѣ высу-

шивающіе газы могут достигнуть степени полного насыщенія водяными парами еще до выхода ихъ изъ камеры, и тогда часть лѣса, расположенная ближе къ выходу, не только не высушивается, но можетъ при неблагоприятныхъ условіяхъ принять влагу отъ насыщенныхъ газовъ. Для избѣжанія этого, уходящіе газы должны имѣть такую температуру, чтобы заключающаяся въ нихъ влажность далека была отъ степени своего насыщенія.

Кромѣ того, при устройствѣ тяги посредствомъ дымовыхъ или вентиляціонныхъ трубъ, болѣе или менѣе высокая температура необходима для усишшаго дѣйствія самой тяги. Обыкновенно температура эта рѣдко опускается ниже 35—40° Ц. при устройствѣ тяги помощью вытяжныхъ трубъ *); но бываютъ примѣры болѣе высокой температуры уходящихъ газовъ, что имѣетъ мѣсто въ тѣхъ случаяхъ, когда, не обращая вниманія на экономію топлива, стремятся, главнымъ образомъ, въ поддержанію равномерности высушиванія во всѣхъ частяхъ камеры.

Такая равномерность желательна во всѣхъ сушилахъ, и на нее обращаютъ больше всего вниманія конструкторы новѣйшихъ сушиль; достигается она, во-первыхъ, регулированіемъ температуры во всѣхъ частяхъ сушильной камеры и, во-вторыхъ, тѣмъ, что стараются каждую высушиваемую штуку подвергать одинаковому дѣйствию агента сушки. Для послѣдняго необходимо, чтобы сложенные въ камерѣ лѣсные штуки были отдѣлены отъ стѣнъ камеры и другъ отъ друга известными промежутками, достаточными для того, чтобы высушивающіе газы могли болѣе или менѣе свободно циркулировать между всѣми отдѣльными частями и одинаково обмывать каждую изъ нихъ. По той же причинѣ, камеру не слѣдуетъ наполнять до самаго верха съ тѣмъ, чтобы, поднимающіеся изъ различныхъ частей камеры, газы имѣли достаточно мѣста для своего смѣшиванія, чѣмъ достигается болѣе разномѣрное ихъ дѣйствіе на матеріалъ. Промежутки между лѣсными штуками устанавливаются въ зависимости отъ ихъ размѣровъ; такимъ образомъ, объемъ дерева, входящаго въ камеру, будетъ зна-

*) Въ тѣхъ сушилахъ, гдѣ температура приходящихъ газовъ не велика, разумеется, и уходящіе газы будутъ имѣть не высокую температуру; въ такихъ случаяхъ тяга ихъ должна производиться или вентиляторами, или пароструйными аппаратами Кертинга, или другими подобными приборами.

чительно ниже объема самой камеры. Отношение между этими двумя объемами можно принять равнымъ отъ $\frac{1}{2}$ — $\frac{1}{4}$. Такимъ манеромъ, если намъ заданъ объемъ дерева, поступающаго заразъ въ сушило, то намъ не трудно будетъ опредѣлить и объемъ требующейся камеры; размѣры же и форма высушиваемыхъ штукъ дадутъ намъ возможность опредѣлить и самые размѣры этой камеры. Наоборотъ, если дано извѣстное помещеніе, которое требуется приспособить къ высушиванію дѣса, то намъ не трудно опредѣлить то количество дѣса, которое помещеніе это можетъ принять за разъ.

Объемъ высушивающихъ газовъ и количество расходуемой теплоты.

Для опредѣленія объема газовъ, необходимыхъ для дѣйствія сушила, и количества теплоты, расходуемаго на высушиваніе,—т. е. двухъ факторовъ, опредѣляющихъ размѣры существенныхъ частей сушила,—мы примемъ слѣдующія обозначенія:

Пусть P	изображаетъ собою	вѣсъ въ килограммахъ дѣса, поступающаго въ сушило.
> N	>	> его объемъ въ кубическ. метрахъ.
> p	>	> количество воды въ $\%$ (къ вѣсу дѣса), которое требуется выпарить для достиженія надлежащей степени сухости.
> T	>	> температуру входящихъ газовъ въ град. Ц.
> t	>	> температуру уходящихъ газовъ въ град. Ц.
> τ	>	> температуру вѣшнаго воздуха.
> c	>	> теплоемкость скзанныхъ газовъ.
> d	>	> вѣсъ въ киллогр. одного кубическаго метра этихъ газовъ.
> h	>	> продолжительность сушки въ часахъ.
> V	>	> объемъ газовъ температуры τ въ кубич. метрахъ, проходящихъ черезъ сушило въ часъ времени.

- Пусть Q изображает собою количество необходимой теплоты въ часъ во французскихъ единицахъ.
- > l > > количество паровъ воды, насыщающихъ одинъ кубическій метръ газовъ при t^0 , въ виллогр.
 - > λ > > количество паровъ воды, насыщающихъ одинъ кубическ. метръ при t^0 , въ килограммахъ.
 - > α > > коэффиц. расширенія газовъ = 0,003663.

Тогда все количество воды, которое придется выпарить, выразится черезъ $P \frac{P}{100}$ килл., а на каждый часъ сушки придется среднимъ числомъ $P \frac{P}{100} \cdot \frac{1}{h}$ килл. Если агентомъ сушки будетъ воздухъ, то объемъ его, необходимый для того, чтобы выпарить все это количество воды, опредѣлится изъ слѣдующихъ соображеній. Количество паровъ воды, которое можетъ заключаться въ одномъ кубическомъ метрѣ воздуха, при полномъ его насыщеніи, зависитъ отъ температуры этого воздуха; причемъ, зависимость эта вполне опредѣленная и можетъ быть найдена во всѣхъ справочныхъ книгахъ. Поэтому, если мы предположимъ, что вѣшній воздухъ насыщенъ парами (допущеніе, имѣющее ничтожное вліяніе на окончательный результатъ) и что нагрѣтый воздухъ, уходя изъ сушильной камеры, заключаетъ въ себѣ количество влажности, соответствующее его полному насыщенію, тогда все количество влажности, которое въ этомъ случаѣ въ состояніи принять въ себѣ одинъ кубич. метръ воздуха, равно $1 - \lambda$ *). Объемъ же воздуха, необходимаго для ежечаснаго выпариванія $P \frac{P}{100} \cdot \frac{1}{h}$ килл. воды, выразится черезъ $P \frac{P}{100} \cdot \frac{1}{h(1-\lambda)}$ кубич. метровъ. Но такъ какъ газы уходятъ изъ сушильн. въ состояніи влажности, весьма далекомъ отъ степени ихъ насыщенія, то объемъ воздуха долженъ быть соответственно увеличенъ. Опытъ

*) Собственно $\frac{1 + \alpha t}{1 + \alpha t} (1 - \lambda)$ килл., такъ какъ каждый куб. метръ воздуха температуры t^0 превращается въ $\frac{1 + \alpha t}{1 + \alpha t}$ куб. метр. температуры t ; но мы оставимъ въ силѣ упрощенное выраженіе, а необходимая поправка будетъ сдѣлана при послѣдующемъ выборѣ поправочнаго коэффиціента.

показываетъ, что для достиженія успешныхъ результатовъ и для полученія необходимой равномерности высушиванія въ различныхъ частяхъ камеры, дѣйствительный объемъ воздуха долженъ быть въ $2\frac{1}{2}$ — $3\frac{1}{2}$ раза болѣе теоретически найденнаго нами объема. Назвавъ коэффициентъ этотъ черезъ q — мы можемъ написать, что

$$V = q P \frac{P}{100} \cdot \frac{1}{h(1-\lambda)} \text{ куб. метр. (1)}$$

При употребленіи для высушиванія лѣса продукты горѣнія, вмѣсто воздуха, придется формула (1) измѣнить въ томъ смыслѣ, что вмѣсто λ надо будетъ вставить болшую величину; такъ какъ къ количеству влажности, которое содержится во вѣшнемъ воздухѣ, придется прибавить еще количество, которое получается при сгораніи топлива. Зная свойства и составъ употребляемаго горючаго матеріала и степень его влажности, мы безъ труда можемъ найти то прибавочное количество влажности, которое будетъ содержаться въ проходящихъ продуктахъ горѣнія и, такимъ образомъ, величина λ измѣнится въ другую, положимъ λ^1 , которую и придется вставить въ формулу (1). Точно также при дѣйствіи на дерево нѣкоторымъ количествомъ водяныхъ паровъ, мы должны сдѣлать соответствующую поправку въ величинѣ λ , зная, какое количество пара мы впускаемъ на каждый кубическій метръ воздуха.

Объемъ потребнаго воздуха, или другаго агента сушки, можно также вычислить болѣе точно слѣдующимъ образомъ. Все количество теплоты, которое высушивающіе газы оставляютъ въ камерѣ въ теченіи одного часа равно $V d c (T-t)$. Количество это расходуется на испареніе воды, содержащейся въ деревѣ;— величина этого расхода выразится черезъ $540 P \frac{P}{100} \cdot \frac{1}{h}$. Кроме того, часть теплоты теряется стѣнами, крышею, дверьми и полами камеры вслѣдствіе охлажденія ихъ вѣшнимъ воздухомъ; зная размѣры сушильной камеры, матеріалъ, изъ котораго она построена, и разность температуръ внутри камеры и вѣзъ ея, мы легко можемъ опредѣлить величину этой траты теплоты, которую мы назовемъ черезъ W^*). Эту послѣднюю потерю слѣдуетъ увеличить примѣрно въ 1,5 раза вслѣдствіе того, что являются еще другія по-

*) При вычисленіи потери теплоты, происходящей отъ охлажденія камеръ, мы можемъ принять, что на 1° разности температуръ внутренней и вѣшней

тери, менѣе поддающіяся расчету, какъ напр., при открываніи дверей и отдушинъ, при прогреваніи холоднаго лѣса въ началѣ сушки и т. д. Такимъ образомъ, мы можемъ написать:

$$V \cdot d \cdot c \cdot (T-t) = 540 \cdot P \frac{P}{100} \cdot \frac{1}{h} + 1,5 W;$$

$$\text{откуда } V = \frac{540 P \frac{P}{100} \cdot \frac{1}{h} + 1,5 W}{d \cdot c \cdot (T-t)} \dots \dots \dots (2)$$

Сравнивая полученные два выраженія для V, мы для каждаго построеннаго уже сушила можемъ найти величину q, которая обыкновенно колеблется, какъ мы уже сказали, между 2^{1/2} и 3^{1/2}.

Количество теплоты, необходимое для нагреванія V кубическихъ метровъ въ часъ газа отъ температуры τ до T, выразится черезъ V c d (T—τ). Все это количество расходуется: на испареніе воды, на нагреваніе сушильной камеры, на разныя случайныя потери и на потерю, протекающую отъ того, что уходящія газы имѣютъ температуру t, болѣе высокую, чѣмъ τ. Все это можно выразить слѣдующимъ образомъ:

$$Q = V c d (T - \tau) = 540 P \frac{P}{100} \frac{1}{h} + 1,5 W + V c d (t - \tau) \dots (3)$$

Если камера нагревается паровыми или воздухо-проводными трубами, то длина ихъ и размѣры опредѣляются по количеству теплоты, показанному въ формулѣ (3), считая, что 1 квадратный метръ металлической трубы отдаетъ, на 1° разности температуры внутри трубъ и снаружи, около 8 единицъ теплоты (калорій).

При употребленіи для высушиванія продуктовъ горѣнія, которые получаютъ въ очагахъ, устроенныхъ при сушилѣ, количество топлива, сжигаемаго въ часъ, должно доставить больше теплоты, чѣмъ Q, вычисленное по формулѣ (3); такъ какъ часть теплоты тратится продуктами горѣнія, проходя по кааналамъ до входа въ камеру. Это количество топлива

терается въ часъ на 1 квадрат. метръ поверхности, считая французскія единицы теплоты:

для стѣвъ кирпич. толщ. въ 2 кирпича	0,92	ед. T
» » » » 2 ^{1/2} »	0,83	» »
» » » » 3 »	0,74	» »
» потолка	0,42	» »
» крыши при отсутствіи потолка	0,83	» т.
» одиночныхъ оконъ и воротъ	2,52	» »
» двойныхъ оконъ	1,68	» »
» пола	0,28	» »

можно опредѣлить эмпирически слѣдующимъ образомъ: если для испаренія $P \frac{P}{100}$ килограммовъ воды, находящихся въ деревѣ, нужно употребить $540 P \frac{P}{100}$ единицъ тепл., не считая существующихъ потерь; — то все количество теплоты, которое долженъ доставить горючій матеріалъ, будетъ, повидно, гораздо больше. Опытныя данныя, полученныя при нѣкоторыхъ устроенныхъ сушилахъ, показываютъ, что все количество топлива должно быть въ 3 — 4 раза больше того количества, которое соотвѣтствуетъ $540 P \frac{P}{100}$ единицамъ теплоты. Если мы выберемъ коэффициентъ этотъ равнымъ 3,5, тогда мы можемъ написать, что все количество теплоты, которое должно доставить топливо для высушиванія всей партіи лѣса, будетъ равно $3,5 \times 540 P \frac{P}{100} = 18,9 Pp$ ед.; а въ одинъ часъ среднимъ числомъ

$$Q = 18,9 \frac{Pp}{h} \dots (4).$$

Раздѣливъ, такимъ образомъ полученное, число на величину нагревательной способности даннаго топлива, которую мы назовемъ черезъ B , — мы получимъ количество килограммовъ горючаго матеріала, необходимаго для высушиванія всей партіи лѣса; оно равно $18,9 \frac{Pp}{B}$ килл.; а въ одинъ часъ среднимъ числомъ $18,9 \frac{Pp}{B \cdot h}$ килл.

Для соверш. сух. дровъ съ двумя $\%$ золь $B = 3,600$ ед.
 > сухаго торфа съ 5 $\%$ золь $B = 4,800$ >
 > каменнаго угля съ 2 $\%$ золь $B = 7,000$ >
 > кокса съ 4 $\%$ золь $B = 6,800$ >
 > > > 15 $\%$ > $B = 6,000$ >
 > вефтаные остатки $B = 11,000$ >

Такимъ образомъ, по формуламъ (1), (2), (3) или (4) намъ можно будетъ опредѣлить въ разныхъ случаяхъ какъ количество воздуха, или другаго агента сушки, необходимаго въ одинъ часъ, такъ и количество расходуемой теплоты; а по нимъ и по температурѣ уходящихъ газовъ намъ легко будетъ, на основаніи правилъ практической механики, рассчитать размѣры частей выбранной нами системы тяги и размѣры нагревательныхъ приборовъ или площадь рѣшетки, на которой сжигается топливо. Площадь рѣшетки можно

разсчитать слѣдующимъ образомъ; на каждый квадратный метръ площади рѣшетки можно сжигать въ одинъ часъ отъ 100 до 150 килограмовъ торфа или дровъ и около 75 кил. каменнаго угля или кокса; при топливѣ высшаго качества или при форсированномъ горѣннн указанныя числа слѣдуетъ уменьшать, а при плохомъ топливѣ или при медленномъ горѣннн—повышать.

Если въ распоряженн строителя имѣется двигательная сила, тогда для проведенн черезъ сушильную камеру опредѣленнаго количества воздуха можно примѣнить вентиляторъ; причемъ удобнымъ въ данномъ случаѣ оказывается вентиляторъ системы Шиле и Ко., діаметръ колесъ которыхъ можетъ быть опредѣленъ изъ формулы $D = 1,3 \sqrt{\frac{v_1}{x}}$; D есть діаметръ колеса вентилятора въ метрахъ, v_1 — объемъ воздуха въ кубич. метрахъ въ секунду при температурѣ t , а x — скорость при входѣ воздуха = 8 до 10 метр. въ секунду. Нижеслѣдующая таблица Г даетъ необходимыя данныя для вентиляторовъ системы Шиле и Ко.

Таблица Г.

Діаметръ колеса въ метр.	Объемъ воздуха въ куб. метр. въ секунду.	Наибольшее число оборотовъ въ минуту.	Наибольшая потребляемая работа лощ. силъ.	Шиле и Ко.		Вѣсъ въ килограммахъ.
				Діаметръ въ миллимет.	Ширина въ миллимет.	
0,3	0,67	2000	0,2	90	60	30
0,4	1,03	1500	0,3	100	60	50
0,5	1,75	1200	0,5	125	60	80
0,65	3,17	900	0,9	160	80	145
0,8	4,67	800	1,5	200	100	205
1,0	7,50	600	2,2	250	125	310
1,2	10,83	500	3,0	300	125	425
1,5	16,67	400	4,0	400	150	720
2,0	30,0	300	7,0	550	150	1125
2,5	47,5	230	11,5	700	160	1560
3,0	69,2	200	16,5	850	200	2250

При отсутствіи двигателя и при наличности парового котла, можно примѣнить какой-нибудь вытяжной пароструйный аппаратъ; необходимыя данныя для этихъ вытяжныхъ аппаратовъ указаны въ таблицѣ Д, взятой изъ прейсъ-куранта Кертинга. Недостатокъ ихъ состоитъ въ томъ, что они производятъ сильный шумъ и требуютъ для своего дѣйствія много пару.

Что же касается до устройства стѣнъ, вентиляціонныхъ трубъ и другихъ частей лѣсосушильнъ, то необходимыя свѣдѣнія изложены будутъ при послѣдующемъ описаніи различныхъ сушиль, работающих болѣе или менѣе удачно. Здѣсь же мы замѣтимъ, что для уменьшенія потерь теплоты черезъ охлажденіе, полезно стѣны сушильной камеры сдѣлать двойными и образовавшійся промежутокъ заполнить золою, щебнемъ или другимъ матеріаломъ, дурно проводящемъ теплоту; такимъ же образомъ полезно, вмѣсто потолка, устроить сводъ съ забуткою изъ глины и т. п. матеріала. Вообще въ нашемъ климатѣ слѣдуетъ принять всѣ мѣры для уменьшенія охлажденія камеръ, въ особенности въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ горючій матеріалъ дорогъ; лишній расходъ на подобное устройство въ скоромъ времени окупится вслѣдствіе большой экономіи въ топливѣ.

Таблица Д.

№№ аппарат.	Вытягиваетъ въ часъ.	Наименьшій діаметръ.		Цѣна аппарата.	Примѣчаніе.
		Паро-провод- ной трубъ.	Воздухо-вы- тяжной.		
1	1.800 куб. м.	20 мм.	350 мм.	105 р. с.	
2	3.600 » »	20 »	525 »	145 » »	Цѣны исчис- лены на мѣ- стѣ въ Петер- бургѣ или Москвѣ, не считая упа- ковки.
3	7.200 » »	25 »	750 »	210 » »	
4	14.400 » »	30 »	1.000 »	300 » »	
5	21.000 » »	35 »	1.200 »	435 » »	
6	33.000 » »	40 »	1.500 »	570 » »	

Для удобства мы помѣстимъ здѣсь также таблицу Е, показывающую вѣсъ паро въ цилиндрѣхъ въ одномъ куби-

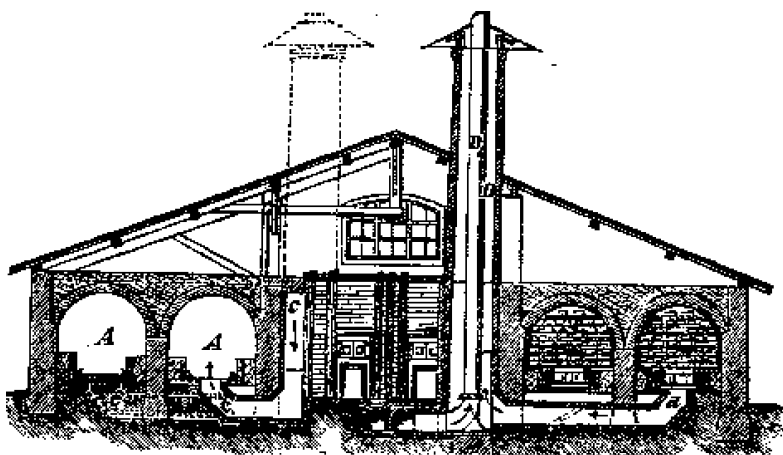
ческомъ метрѣ воздуха при различныхъ температурахъ и при полномъ его насыщениі.

Таблица Е.

Град. Ц.	Вѣсъ паровъ.	Град. Ц.	Вѣсъ паровъ.	Град. Ц.	Вѣсъ паровъ.	Град. Ц.	Вѣсъ паровъ.	Град. Ц.	Вѣсъ паровъ.
-80	0,00074	-10	0,00268	+10	0,00935	+30	0,0301	+70	0,1994
-25	0,00095	-5	0,00368	+15	0,01275	+40	0,0509	+30	0,2958
-20	0,00129	0	0,00497	+20	0,0171	+50	0,0830	+90	0,4261
-15	0,00168	+5	0,00676	+25	0,0228	+60	0,1306	+100	0,6068

Лѣсосушильня на французской Восточной жел. дорогѣ.

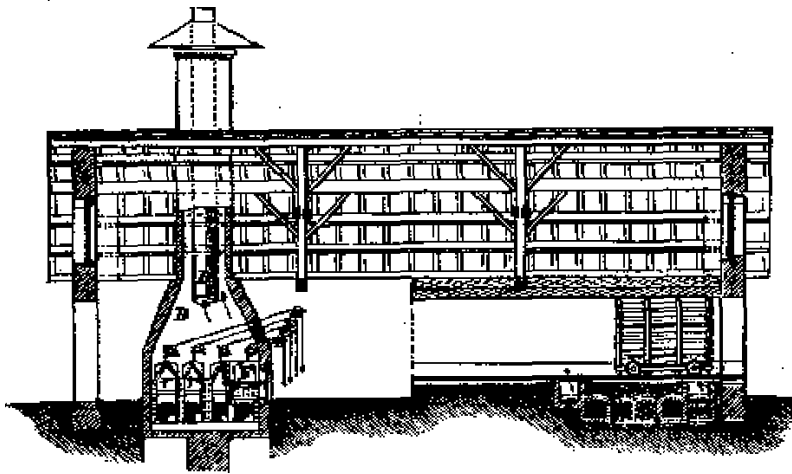
Французская восточная дорога выстроила у себя лѣсосушильню для высушиванія шпаль, проплетываемыхъ особымъ составомъ, по плану своего инженера Guillaume'a и известной фирмы въ Парижѣ Gaillard, Haillet et Comp. Сушило, изображенное на фиг. 3—5, рассчитано на 4,000 до 4,400



Фиг. 3.

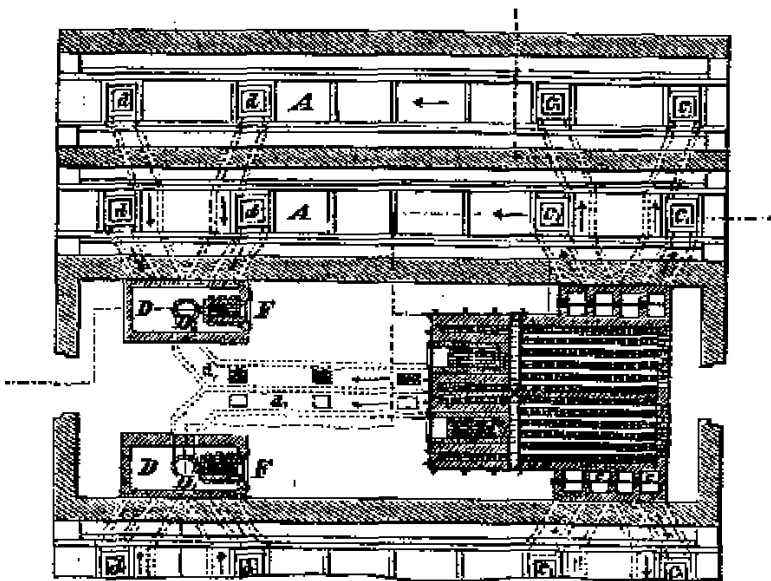
шпаль, которыя просушиваются въ теченіи 24 часовъ. Къ каждой продольной стѣнѣ аппарата приделаны два сушиль-

ныхъ канала *A*, которые служатъ сушильными камерами; длина ихъ равна 14 метрамъ. Камеры перекрываютъ кирпичными сводами въ $\frac{1}{2}$ кирпича, надъ которыми помещается слой щебня,



Фиг. 4.

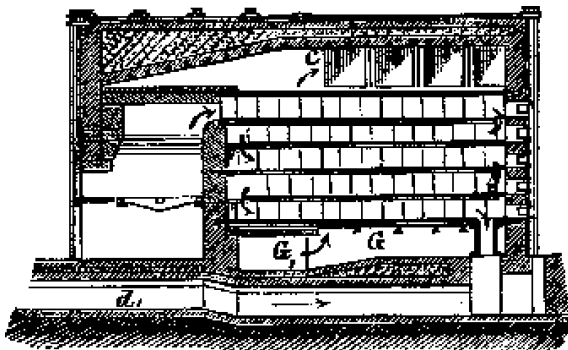
или другаго матеріала, дурно проводящаго тепло, для избѣжанія значительной траты теплоты черезъ охлажденіе камеръ вѣншимъ воздухомъ. На полу каждой камеры имѣется



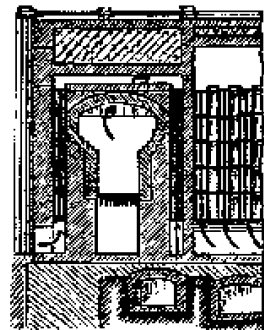
Фиг. 5.

рельсовый путь для телѣжекъ, которые отвозятъ шпалы къ котлу съ пропитывающею жидкостью. Такихъ телѣжекъ, нагруженныхъ шпалами, помещаютъ на каждомъ рельсовомъ

пути пять штук. Во всѣ камеры приводится ежечасно 6,000 кубических метровъ воздуха, нагрѣтаго до 90° , при посредствѣ каналовъ *C*, которые сообщаются съ камерами *A* въ *C*₁. Отсюда нагрѣтый воздухъ проходитъ вдоль камеръ, теряя теплоту и принимая въ себя водяные пары изъ дерева, и уходитъ черезъ отверстія *d* въ вытяжную трубу *D*, при чемъ онъ охлаждается до 40° . Свѣжій воздухъ, который берется изъ того промежутка, который образованъ между двумя рядами камеръ, нагрѣвается въ особомъ калориферѣ, устроенномъ фирмою Gaillard, Haihot et Comp. и изображенномъ на ф. 6—7. Нагрѣваніе происходитъ такимъ образомъ, что



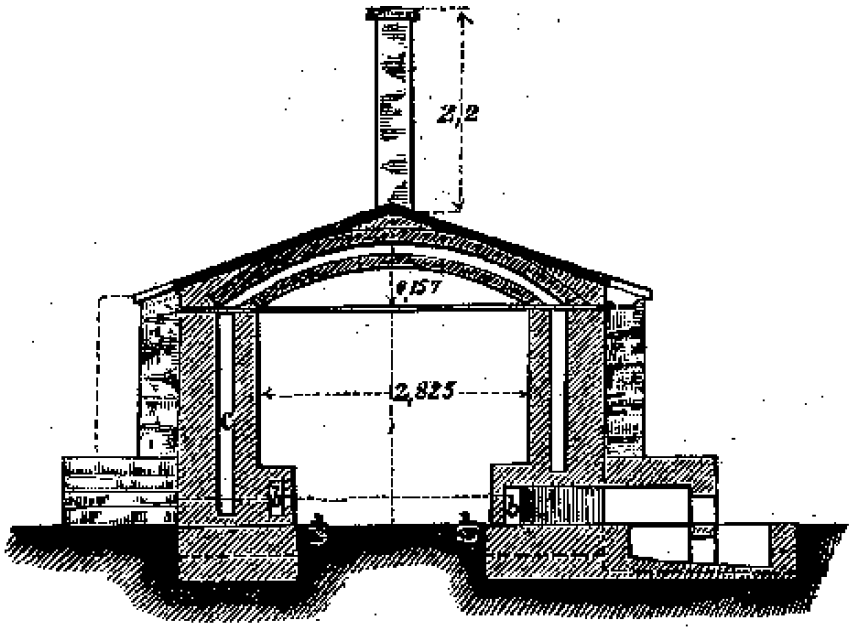
Фиг. 6.



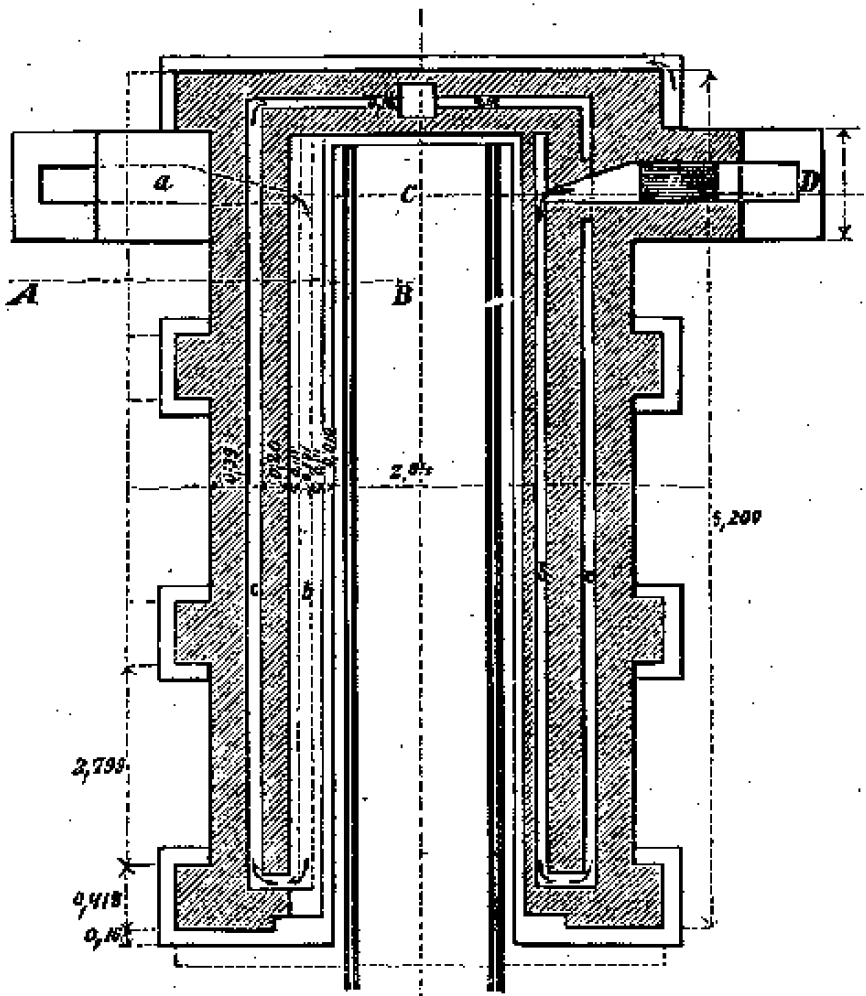
Фиг. 7.

воздухъ изъ отверстія *G*, проходитъ въ большое количество узкихъ каналовъ, которые располагаются между дымовыми ходами, соединенными съ топкою калорифера. Изъ каналовъ нагрѣтый воздухъ поднимается вверхъ и попадаетъ въ каналы *C*, приводящіе его въ камеры. Вытяжныя трубы дѣйствуютъ довольно успѣшно, когда температура наружнаго воздуха не высока; ихъ дѣйствіе усиливается тѣмъ обстоятельствомъ, что внутри ихъ помѣщены желѣзныя трубы *D*₁, которыя отводятъ изъ калорифера продукты горѣнія при посредствѣ трубъ *d*; если же тяга бываетъ недостаточна, тогда прибѣгаютъ къ помощи особаго, помѣщеннаго въ трубѣ *D*, очага *E*, на которомъ сжигаютъ нѣкоторое количество топлива. Каналы *d* закрываются особыми вальонками, при посредствѣ которыхъ можно регулировать тягу во всякой камерѣ.

О количествѣ испаряемой воды и о расходѣ топлива прямыхъ данныхъ не имѣется; но, судя по количеству теплоты, которое теряется ежечасно 6,000 кубич. метр. воздуха при



Фиг. 8.



Фиг. 9.

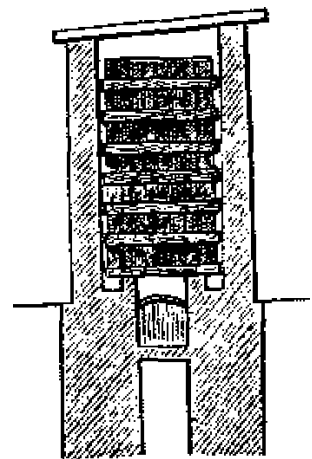
своемъ охлажденіи съ 90° до 40° , можно заключить, что шпалы теряютъ не много воды.

Лѣсосушильня на Вестфальской жел. дорогѣ въ Пруссіи.

Лѣсосушальня эта также устроена для высушиванія шпалъ. Здѣсь газы изъ топковъ *a, a* (фиг. 8 и 9) вступаютъ въ каналы *b*, съ боку сообщенные съ полымъ пространствомъ *c* между стѣнками, откуда продукты горѣнія направляются въ дымовую трубу. Въ стѣнкѣ, противоположной трубѣ, находятся желѣзные двери; на полу сушила положены рельсы, по которымъ вкатываются и выкатываются тележки, нагруженные шпалами. Температура внутри сушила на средней его высотѣ 80° Ц. Способъ обновленія воздуха въ сушилѣ не показанъ на фигурахъ, но оно можетъ состоять изъ нѣсколькихъ отверстій въ боковыхъ стѣнкахъ и въ потолокъ, черезъ которые устанавливается тяга или постоянная, или по временамъ; въ томъ и другомъ случаѣ отверстія должны имѣть задвижки для управленія тягою.

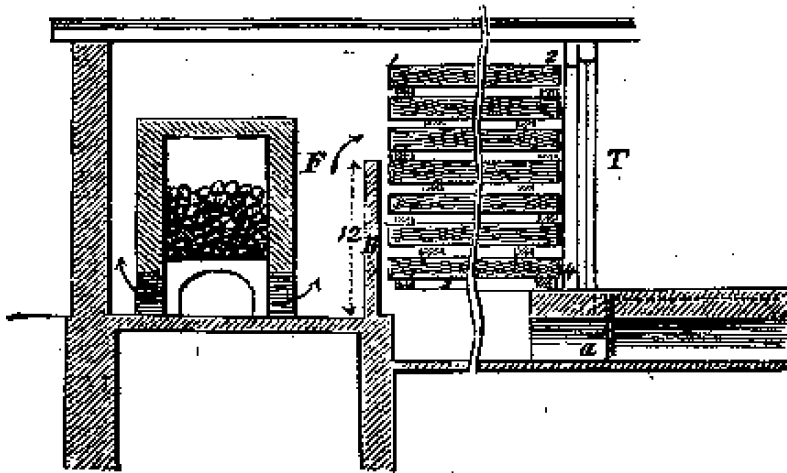
Лѣсосушильня Р. Непира въ Глазго.

На фигурахъ 10—13 изображено сушило, употребляемое на корабельной верфи Р. Непира въ Глазго. Оно состоитъ изъ двухъ отдѣленій *A* и *C* (фиг. 11 и 13), раздѣленныхъ между собою перегородкою *B*. Въ одномъ отдѣленіи складывается лѣсъ, а въ другомъ устроена особая камера, закрытая стѣнками со всѣхъ сторонъ. Въ камерѣ этой, на известной высотѣ надъ поломъ, имѣются трубчатые колосники (фиг. 11 и 13), на которые набрасывается горючій матеріалъ (коксъ) черезъ топочное отверстіе, изображенное на фиг. 12. Зольникъ закрывается во время горѣнія кокса, и воздухъ, необходимый для этого горѣнія, вступаетъ въ топку черезъ тоже отверстіе, черезъ которое забрасывается топливо, которое онъ пронизываетъ, вылетая затѣмъ по направленію стрѣлки, какъ показано на



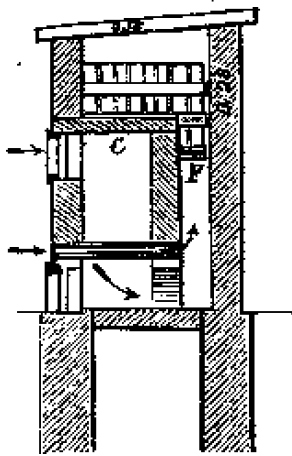
Фиг. 10.

Фиг. 11 и 13. Часть воздуха проходит через трубчатые колосники, которые этим охлаждаются, нагревая воздух;



Фиг. 11.

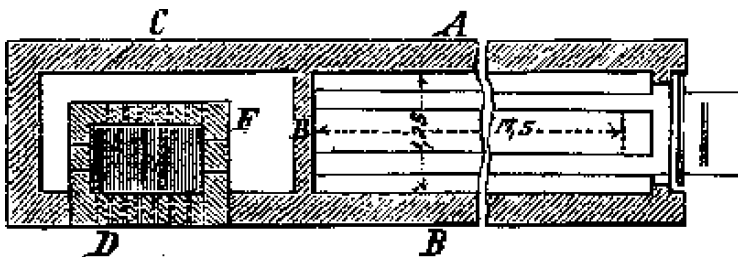
а этот последний смешивается в пространстве *F* с продуктами горения, проходящими между колосниками. Движение продуктов горения сверху вниз в топочной камере, и в особенности, перемена направления их при вылетании в пространство *F* способствует к устраниению искры в отделении, где сложен лёс;



Фиг. 12.

при же цели содействует также и стѣнка *B*. Въ отделении *A* лёс укладывается надъ открытымъ сверху каналомъ, который при выходѣ изъ сушильнаго отдѣленія представляетъ собою боровъ, соединяющій этотъ каналъ съ дымовою трубою. Въ боровѣ имѣется задвижка *a*, служащая для управления тягою. Движение газовъ послѣ всего вышеизложеннаго становится по-

нятнымъ: они перелетаютъ черезъ стѣнку *B*, пронизываютъ



Фиг. 13.

сложенный въ отдѣленіи А лѣсъ и спускаются въ каналъ, а оттуда въ боровъ и дымовую трубу.

Наблюденія надъ этимъ сушиломъ были сдѣланы при сушкѣ къ немъ около 400 куб. фут. еловыхъ досокъ, толщиною $2\frac{1}{2}$ дюйма и шириною 6 д. Общая длина всѣхъ досокъ составляла 3,850 фут.; онѣ были уложены параллельно въ 11 рядовъ, съ прокладкою между ними сухихъ поперечинъ. Послѣ укладки, двери Т закрывались, и зажигался коксъ въ топкѣ. Въ виду высокаго интереса, который имѣютъ для насъ опытные данныя относительно дѣйствія существующихъ сушилъ, мы остановимся нѣсколько подробнѣе на результатахъ наблюденій, которыя производились при слѣдующихъ условіяхъ. Не весь лѣсъ во все время сушки лежалъ въ сушилѣ; одна часть его, именно верхніе ряды, пролежали только $50\frac{1}{2}$ часа, а остальные ряды $64\frac{1}{2}$ часа. Тѣ и другіе ряды досокъ были взвѣшены до помѣщенія ихъ въ сушильную камеру и послѣ вынутія изъ нея. Результаты представлены въ таблицѣ Ж, гдѣ счетъ рядовъ начинается снизу.

Температура, измѣренная термометрами въ различныхъ частяхъ сушила, именно въ точкахъ 1, 2, 3 и 4, была: въ точкѣ 1 — средняя $129^{\circ},64$ Ц., наибольшая 165° ; въ точкѣ 2 — средняя $102^{\circ},68$ Ц., наибольшая 165° ; въ точкѣ 3 (внизу на срединѣ длины сушильной камеры) — средняя $29^{\circ},31$ и наибольшая 37° ; въ точкѣ 4 — средняя $45^{\circ},38$, наибольшая 54° . Какъ видно изъ этихъ данныхъ, температура въ разныхъ частяхъ камеры бываетъ весьма разнообразная и колеблется въ широкихъ предѣлахъ, вотъ почему и сушка дерева происходитъ, по всей вѣроятности, весьма неравномѣрно. Самое быстрое высыханіе происходитъ въ верхнихъ рядахъ дерева, а самое медленное — въ нижнихъ, вблизи стѣнки В, такъ какъ продукты горѣнія, направляясь по кратчайшему пути, минуютъ эти мѣста камеры. Расходъ кокса составляетъ около одного фунта на 3,2 фунта испаряемой воды. Сушило теряетъ много теплоты черезъ охлажденіе, такъ какъ стѣны и крыша черезъ-чуръ тонки; крыша сдѣлана изъ 5 дюймовыхъ огнеупорныхъ плитъ.

Таблица Ж.

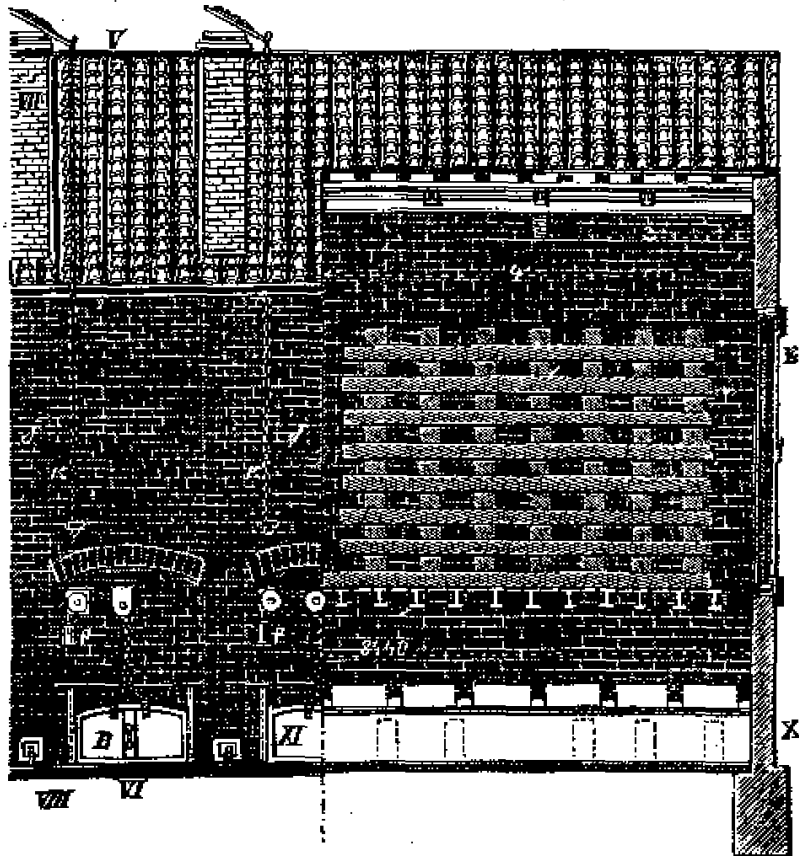
№№ рядовъ.	Длина каждого ряда въ футахъ.	Вѣсъ повису-пеннаго дѣса въ центнерахъ.	Вѣсъ высушен-наго дерева въ центнерахъ.	Потери въ вѣсѣ въ центнерахъ.	Потери въ про-центахъ.	Примѣчанія.
11	245	8,00	6,54	1,46	18	Дѣсъ сушился 50 ¹ / ₂ часа, израсходовано 5 ¹ / ₂ центне-ра кокса на тонну сушила.
10	205	8,02	6,52	1,50	19	
9	306	10,58	8,46	2,12	20	
8	297	10,47	8,44	2,03	20	
7	342	12,45	9,81	2,65	21,2	Отъ начала сушки ряда, ряды эти пролежали 64 ¹ / ₂ часа, и за все время израсходовано 7 центнеровъ кокса.
6	280	10,13	8,33	1,80	17,75	
5	334	13,33	10,94	2,39	18,0	
4	388	13,95	11,75	2,20	14,3	
3	402	14,24	12,40	1,84	13,0	
2	470	15,83	14,21	1,62	10,2	
1	571	22,45	19,20	2,55	11,32	

Усовершенствованная дѣсосушильня.

На фигурахъ 14—19 изображено сушило, прекрасно устроенное и продуманное во всѣхъ своихъ деталяхъ. Для отапливанія сушильной камеры устроено нѣсколько очаговъ. Топливо забрасывается черезъ дверцы *B*, цѣпями *b* соединенными съ противовѣсами *p*, что даетъ возможность удерживать ихъ на желаемой высотѣ и тѣмъ регулировать при-токъ воздуха въ топочное пространство *A*, общее для всего сушила; при этомъ для правильнаго движенія дверецъ устроены особыя направляющія, вдоль которыхъ онѣ пере-мѣщаются. Топливомъ для этого сушила служатъ стружки, опилки и разные обрѣзки дерева, остающіеся при работахъ; ихъ стараются сжигать равномерно и, по возможности,

медленно, чтобы получить при горѣніи больше дыма; послѣднее достигается тѣмъ легче, чѣмъ ниже опущены дверцы, такъ какъ черезъ нихъ только можетъ происходить притокъ воздуха.

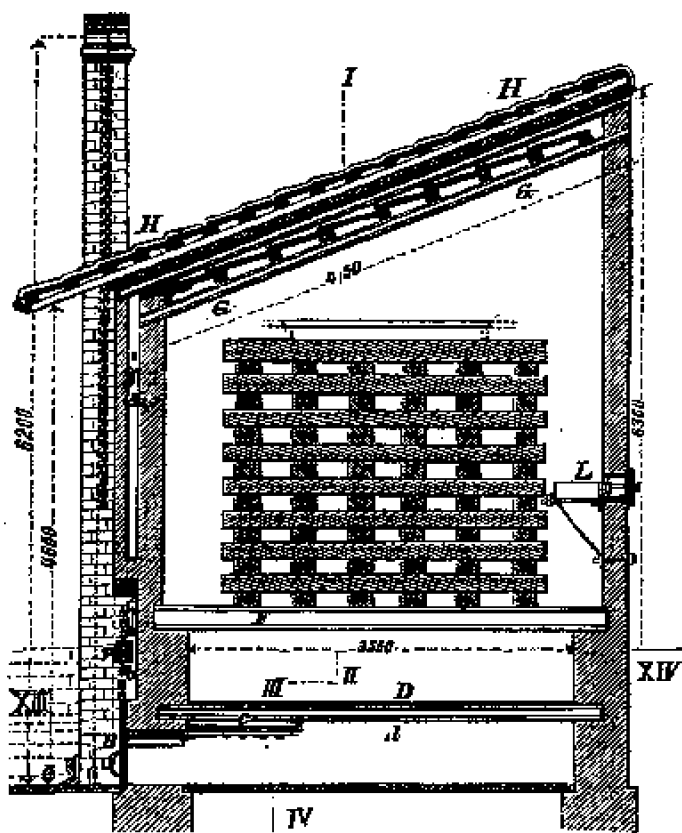
Надъ мѣстами топочнаго пространства *A*, гдѣ развивается особенно сильный жаръ отъ сгорающаго топлива, уложены желѣзныя плиты *C*, по ширинѣ равныя ширинѣ топочныхъ дверецъ; назначеніе ихъ состоитъ въ томъ, чтобы



Фиг. 14.

защищать дерево отъ дѣйствія высокой температуры, имѣющей мѣсто въ этихъ частяхъ сушила. Для поддержанія плитъ *C* служатъ части *c*. На некоторомъ разстояніи отъ топочнаго пода уложены въ опредѣленныхъ мѣстахъ желѣзныя балки *d*, имѣющія въ сѣченіи форму двойнаго Т. На этихъ балкахъ уложены плиты *D* съ продѣланными въ нихъ

отверстиями для правильного распределения продуктов горения. Число отверстій въ плитах D увеличивается по мѣрѣ удаленія ихъ отъ топокъ, чѣмъ достигается болѣе равномерное распределеніе продуктовъ горенія по всему поперечному сѣченію надъ плитами. Надъ этими послѣдними, въ разстояніи 0,7 метра отъ нихъ, уложенъ новый рядъ желѣзныхъ балокъ, на которыхъ укладываются крестообразно просушиваемыя балки и доски. Въ узкихъ боковыхъ

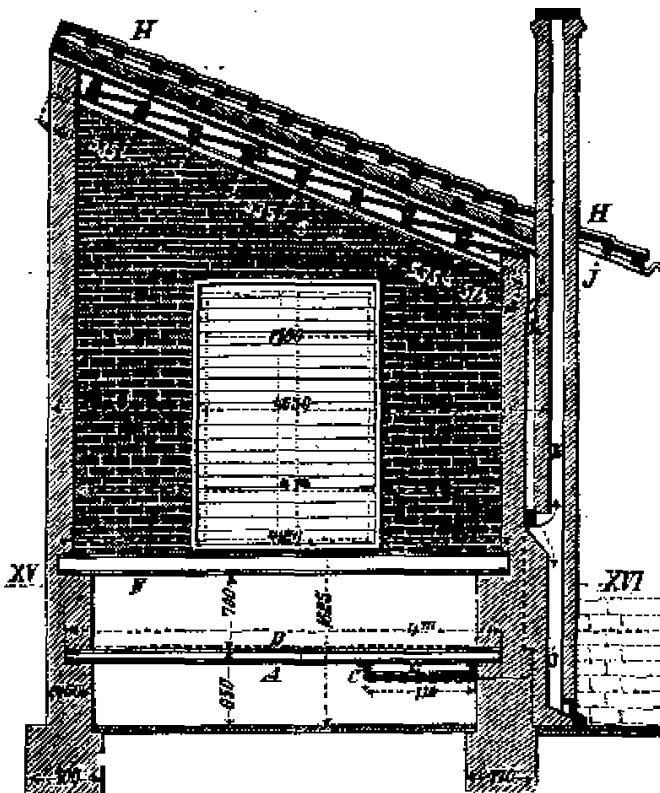


Фиг. 15.

стѣнкахъ сушильной камеры вложены желѣзныя рамки g , черезъ отверстія, ими образуемыя, вносится матеріалъ въ сушило и выносится послѣ сушки. Двери, закрывающія эти отверстія, сдѣланы двойными для предупрежденія охлажденія черезъ нихъ, наружная стѣнка E дверей сдѣлана желѣзною, а внутренняя E' — изъ дерева.

Дымъ и парообразные продукты поднимаются вверхъ, гдѣ они вступаютъ въ отверстія, которыя сдѣланы въ крышѣ, устроенной въ видѣ жалюзи; изъ этихъ отверстій продукты

попадаютъ въ вертикальные каналы j , откуда они переходятъ въ дымовыя трубы J . Окапившіеся пары черезъ каналы j текутъ внизъ, откуда они отводятся въ сторону. Отверстія въ крышѣ не одинаковаго поперечнаго сѣченія; размѣры ихъ тѣмъ больше, чѣмъ дальше они отстоятъ отъ каналовъ j , этимъ достигается вполне равномерное распределение продуктовъ по всей площади сушила. Надъ жалюзиеобразною крышею устроена обыкновенная черепичная

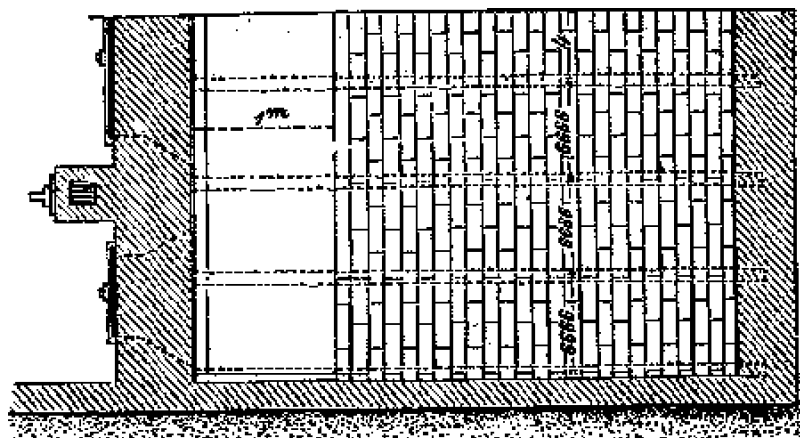


Фиг. 16.

крыша, а подъ этою послѣднею между балками и досками проложенъ глиняный слой h , защищающій сушило отъ охлажденія сверху. Для управленія тягою въ каждой дымовой трубѣ устроенъ поворотный клапанъ; черезъ известную ихъ установку достигается правильное распределение газовъ внутри всей камеры. Температура опредѣляется по пирометру, помѣщенному внутри сушила; независимо отъ этого, за сушкою наблюдаютъ по пробамъ кускамъ L , которые вынимаются черезъ отверстія L' въ задней стѣнкѣ камеры;

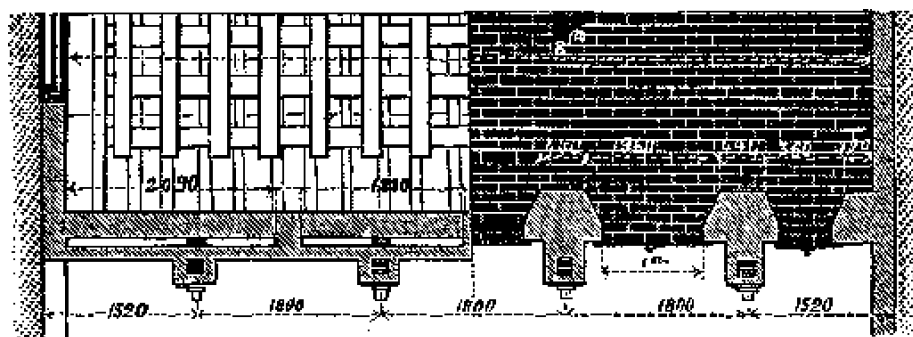
по этимъ кускамъ, которые взвѣшиваются передъ отправленіемъ въ сушило, судить о ходѣ процесса сушки во всей камерѣ.

Наблюденія, сдѣланныя надъ этимъ сушиломъ, дали самые лучшіе результаты. Высушивали доски изъ американскаго



Фиг. 17.

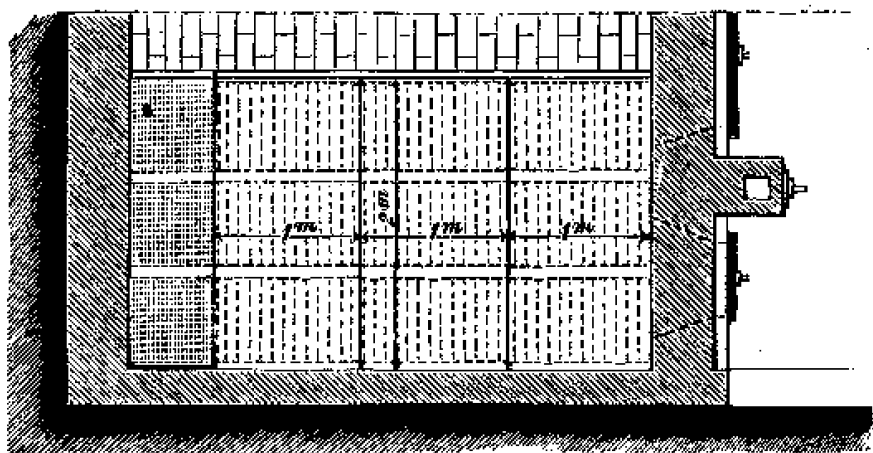
орѣха, который при высушиваніи легко даетъ трещины. Доски эти были выпилены изъ кражей всего за нѣсколько дней до сушки, и самая деревья были сняты съ корня не далѣе, какъ за годъ передъ сушкою, такъ что количество



Фиг. 18.

влажности въ нихъ было значительное — отъ 28 до 46% его вѣса, среднимъ числомъ 40%. Тѣмъ не менѣе, сушка въ девять дней была окончена настолько, что послѣдующіе два дня сушки не давали убыли въ вѣсѣ; при чемъ, вынутыя изъ сушила доски были прямы и безъ трещинъ. Толщина досокъ колебалась отъ 24 — 26 миллимет., а ширина отъ

0,28—0,40 метра. Хвойныя породы высушивались въ 3—4 дня, а лиственныя въ 9—10 дней, и не смотря на большую потерю въ вѣсѣ, а именно около 40%, новыхъ трещинъ не образовалось, а старыя трещины, бывшія до сушки, почти



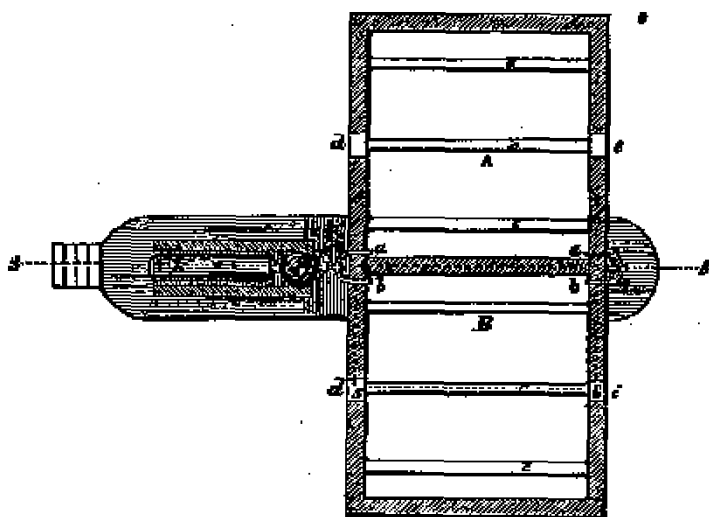
Фиг. 19.

не расширились. Свѣдѣній о температурѣ и расходѣ топлива мы, къ сожалѣнію, не имѣемъ: но судя по быстротѣ высушивания, можно заключить, что температура была довольно значительная.

Лѣсосушильня Булыгина.

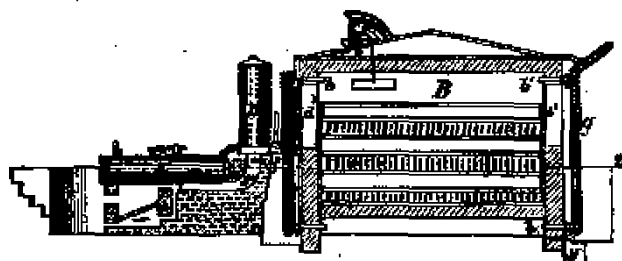
Какъ на примѣръ сушила, въ которомъ лѣсъ сушится весьма быстро, безъ всякихъ поврежденій, можно указать на лѣсосушильный аппаратъ г. Булыгина, на который онъ взялъ привиллегію въ 1875 г. и который изображенъ на фиг. 20—22. *A* и *B* двѣ сушильныя камеры, отдѣленныя одна отъ другой капитальной стѣною. Основаніе каждой изъ камеръ дѣлается или квадратнымъ или прямоугольнымъ, въ зависимости отъ длины и количества высушиваемаго лѣса; высота каждой камеры равна $\frac{1}{3}$ суммы двухъ сторонъ ея: длины и ширины. Въ продольныя стѣнки каждой камеры, на вышинѣ $\frac{1}{6}$ части отъ пола, закладываются поперечины *c, c*, на которыя накладываются попереки первый рядъ высушиваемаго лѣса; на первый рядъ, и перпендикулярно къ нему, нагружается другой рядъ дерева, на этотъ послѣдній— третій и т. д. до тѣхъ поръ, пока камера не заполнится,

приблизно, до $\frac{2}{3}$ своей вместимости. При этомъ, между каждыми двумя смежными штуками дерева оставляется еще промежутокъ для прохода газовъ, величиною около одного дюйма (фиг. 21). Въ длинныхъ и узкихъ сушильныхъ въ ряды лѣса укладываются параллельными рядами, и каждый рядъ отдѣляется отъ другаго особыми перекладками. На-



Фиг. 20.

грузка камеръ лѣсомъ производится черезъ окна d , d , которыя во время сушенія закрываются герметически, а выгрузка высушеннаго дерева — черезъ окна e , e . Верхъ и низъ каждой камеры соединяются посредствомъ особыхъ отростковъ a , b , a_0 и b_0 съ вертикальною трубкою f ; а по-

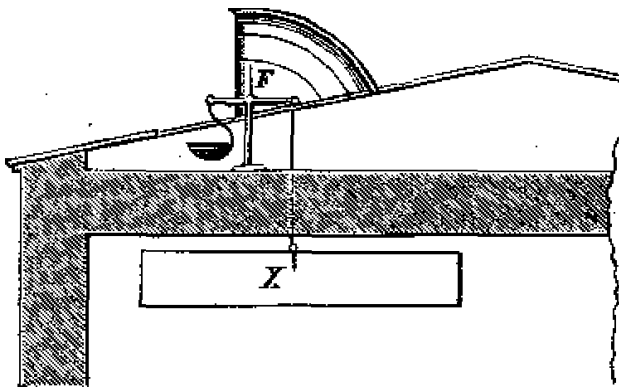


Фиг. 21.

средствомъ другихъ отростковъ a' , b' , a_1 и b_1 — съ трубою g , по которой отработавшіе газы уносятся наружу. Труба f соединяется, помощью трубки f_1 , съ дымовою коробкою D , которая принимаетъ въ себя продукты горѣнія топлива,

сжимаемаго на рѣшеткѣ особаго пароваго котла *E*. Всѣ упомянутыя отростки трубъ, входящія въ камеры, а также и труба *f*, снабжены клапанами, снабженными рукоятками, посредствомъ которыхъ можно регулировать впускъ газовъ черезъ каждый отростокъ. Кромѣ того, всѣ отростки трубы *f*, также какъ и сама труба *g*, снабжены особыми паровыми соплами, представляющими собою пароструйные аппараты, посредствомъ которыхъ воздухъ или другіе газы вгоняются въ сушильныя камеры. Полъ въ камерахъ дѣлается съ небольшимъ уклономъ къ трубѣ *g* для того, чтобы конденсаціонная вода могла стекать въ трубкѣ *h*, *h'*, отводящимъ ее наружу въ подставляемый сосудъ *y*.

Въ дымовой коробкѣ помѣщаются нѣсколько приборовъ, подробностей которыхъ мы касаться не будемъ. Во первыхъ, внутри имѣется паросушитель, имѣющій назначеніе перегрѣ-



Фиг. 22.

вать паръ, получаемый изъ котла *E*, до желаемой температуры помощью продуктовъ горѣнія; во вторыхъ, тамъ же помѣщается особый приборъ для улавливанія искръ, такъ что дымъ, проходя черезъ этотъ приборъ и вступая въ трубу *f*, не заключаетъ въ себѣ искръ, чѣмъ предохраняется опасность отъ пожара; во третьихъ, — приспособленіе, посредствомъ котораго можно продукты горѣнія смѣшать съ наружнымъ воздухомъ въ желаемой пропорціи для установленія въ этихъ продуктахъ необходимой температуры; причѣмъ это регулированіе температуры производится автоматически при посредствѣ особаго термоскопа. Котель рассчитывается такимъ образомъ, что на каждые 60 кубич. фут.

вмѣстности сушильныхъ камеръ полагается 1 квадратный футъ поверхности нагрѣва котла и 0,2 квадрат. фута площади рѣшетки; при этомъ дѣйствительное давленіе въ котлѣ должно быть около двухъ атмосферъ; перегрѣваніе же пара можетъ быть допущено до 200° Ц.

Такимъ манеромъ продукты горѣнія, вѣсколько охлажденные притокомъ свѣжаго наружнаго воздуха черезъ пролетъ *t*, вступаютъ черезъ дымовой ходъ *s* въ коробку *D*, гдѣ они сначала, омывая паропроводныя трубки, перегрѣваютъ паръ, а затѣмъ, смѣшавшись съ наружнымъ воздухомъ, направляются въ трубу *f*. Изъ трубы *f*, имѣющей сообщеніе также и съ паросушителемъ, продукты горѣнія, или перегрѣтый паръ, могутъ направляться въ одинъ изъ отростковъ этой трубы. Такимъ образомъ, поворачивая ту или другую рукоятку, мы имѣемъ возможность впустить въ любую камеру, снизу или сверху, по нашему желанію: или продукты горѣнія, или перегрѣтый паръ, или воздухъ, или смѣсь этихъ газовъ.

Изобрѣтатель производилъ сушку лѣса, положеннаго въ камеры, такимъ образомъ, что сначала дерево прогрѣвается отработавшею смѣсью продуктовъ горѣнія, при доступѣ свѣжаго пара; затѣмъ однимъ перегрѣтымъ паромъ; послѣ этого дерево сушится смѣсью продуктовъ горѣнія съ воздухомъ и перегрѣтымъ паромъ и, наконецъ, лѣсъ досушивается сухою смѣсью продуктовъ горѣнія съ воздухомъ. Продолжительность каждаго періода сушки, а также время всей сушки опредѣляется по пробному бруску, который привѣшенъ къ особымъ вѣсамъ, о которыхъ скажемъ ниже нѣсколько словъ и которые даютъ возможность во всякое время опредѣлить убыль въ вѣсѣ этого пробнаго бруска. Всѣ описанные агенты высушиванія вгоняются въ камеры паровыми соплами попеременно, то снизу вверхъ, то наоборотъ сверху внизъ, чѣмъ достигается замѣчательная равномерность въ высушиваніи каждой штуки дерева; причемъ стараются, чтобы разность температуръ приходящихъ и уходящихъ газовъ не превосходила 25° Ц. Температура продуктовъ горѣнія доходила до 200° Ц., при этомъ во время сушки соблюдалась соразмѣрность въ температурѣ и степени гигрометричности высушивающей среды. Время высуханія дерева находится въ полной зависимости отъ толщины, степени сырости и породы лѣса.

По опытамъ, произведеннымъ изобрѣтателемъ, оказалось, что въ описанномъ лѣсосушильномъ аппаратѣ, сырыя сосновыя доски съ содержаніемъ 45% гигроскопической воды и толщиною въ 2 дюйма, высыхаютъ въ теченіи 16 часовъ; то же самое время требуется для высушиванія дубовыхъ досокъ, толщиною въ 0,9 дюйма и содержащихъ 35% влажности; сосновыя доски, толщиною въ 3 дюйма, высыхаютъ въ теченіи 32 часовъ, а сосновыя обрѣзные брусья съ 43% влажности и толщиною въ 5 дюймовъ, въ теченіи 48 часовъ, при чемъ высушенный лѣсъ выходитъ безъ малѣйшихъ признаковъ порчи.

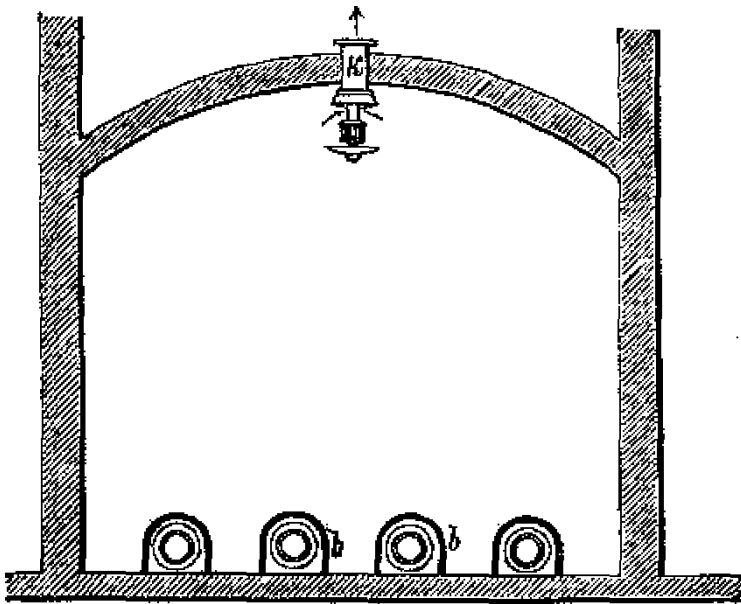
Описанный аппаратъ представляетъ собою весьма любопытный примѣръ сушила, дающаго возможность въ теченіи незначительнаго промежутка времени высушить большія партіи совершенно сыраго лѣса, причемъ лѣсъ выходитъ безъ трещинъ и съ тѣми же качествами, какимъ обладаетъ хорошо высушенный лѣсъ. Устройство сушиль, основанныхъ на томъ же принципѣ, но упрощенныхъ въ своей конструкціи, и продолженіе наблюденій надъ ними могло бы принести значительную пользу крупнымъ вагоннымъ, паркетнымъ и другимъ дерево-обдѣлочнымъ заводамъ, гдѣ требуется въ большомъ количествѣ сухой лѣсъ, и гдѣ продолжительность сушки заставляеть иногда пользоваться сырымъ матеріаломъ. Подобное продолженіе опытовъ и наблюденій доказало бы ошибочность мнѣній тѣхъ лицъ, которыя въ своихъ сушилахъ бѣгся поднять температуру выше 30° Ц., опасаясь трещинъ и ухудшенія качества дерева, чѣмъ въ значительной степени замедляютъ процессъ сушки. Впрочемъ, возвышеніе температуры до такого высокаго предѣла, какъ 200° Ц., можетъ при малѣйшей неосторожности повести къ печальнымъ результатамъ, и потому, едва-ли можетъ быть желательнымъ.

Лѣсосушильни, нагрѣваемые паровыми трубами.

Въ тѣхъ заводахъ, гдѣ имѣется свободный паръ, весьма легко приспособить нѣсколько комнатъ подъ сушильню, что достигается слѣдующимъ образомъ. Нагрѣваніе агента сушки производится паровыми трубами, проложенными по полу камеръ и потребляющими свѣжій или мятый паръ паровыхъ

машинъ; а необходимая тяга достигается помощью одного или нѣсколькихъ пароструйныхъ аппаратовъ Кертинга, вдѣланныхъ въ потолокъ камеры. Устройство такихъ сушиль— весьма простое, и расходъ топлива при употребленіи матаго пара— ничтожный; вотъ почему въ настоящее время можно найти на заводахъ нѣсколько такихъ сушиль, и ихъ дѣйствіемъ заводчики довольны.

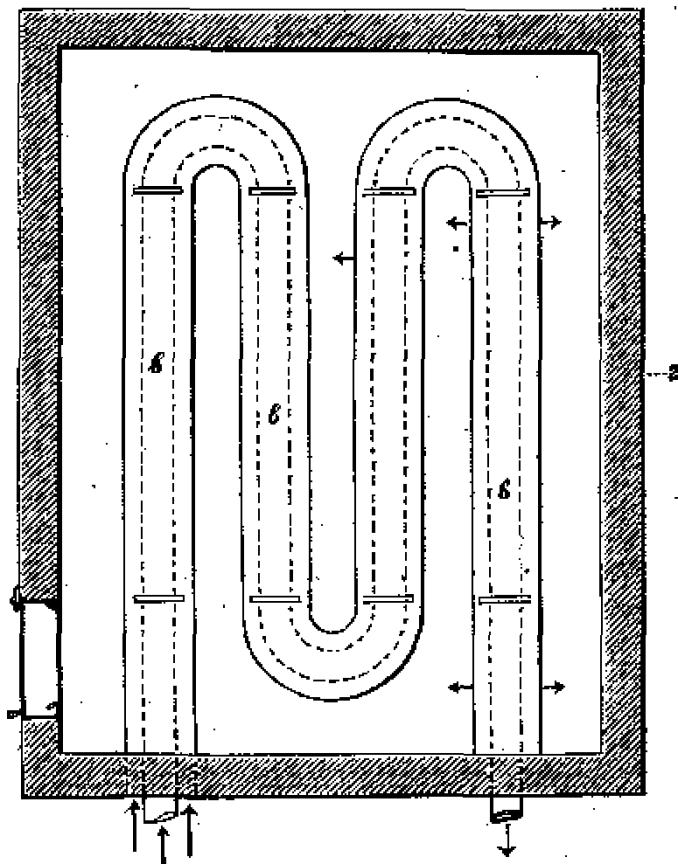
Одно изъ подобныхъ сушиль, устроенное въ двинской артиллерійской мастерской, мы опишемъ въ нѣсколькихъ словахъ. На полу камеры А (фиг. 23—24) проложенъ рядъ паровыхъ трубъ, которыя, изгибаясь, представляютъ поверхность



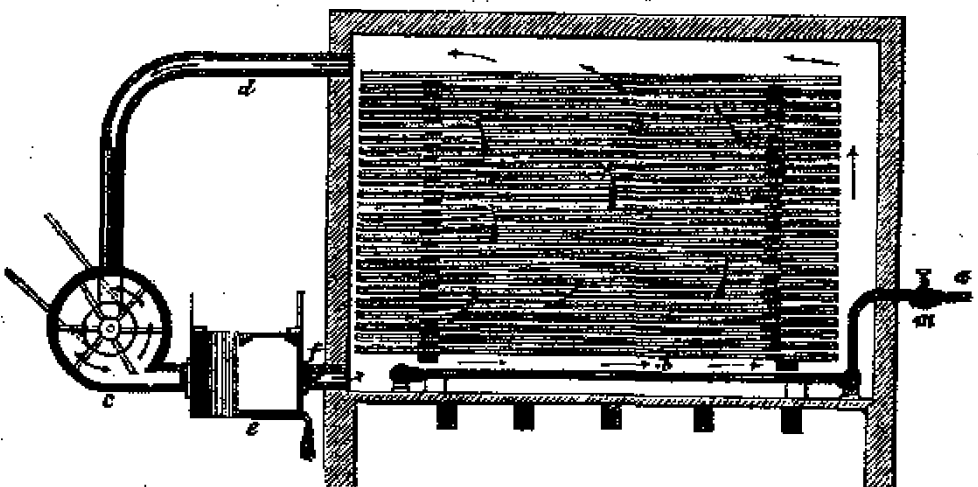
Фиг. 23.

нагрѣва, достаточную для нагрѣванія необходимаго количества воздуха. Паровыя трубы помѣщаются внутри кирпичныхъ каналовъ *b, b*, внутри которыхъ циркулируетъ воздухъ, который, вступая туда извнѣ и омыая эти трубы, нагрѣвается ими и входитъ въ сушильныя камеры. Здѣсь нагрѣтый воздухъ пронизываетъ снизу вверхъ сложенный въ камерѣ лѣсъ и направляется къ пароструйному аппарату *K*, который вытягиваетъ его изъ сушила. Въмѣсто пароструйныхъ аппаратовъ можно устроить вентиляторъ, какъ это изображено схематически на фиг. 25. Паръ приходитъ изъ пароваго котла по трубѣ *a*, а отсюда вступаетъ въ трубы *b*, которыя

расположены внизу камеры въ видѣ зигзагообразной линіи. Притокъ пара регулируется краномъ *m*, а для устранения его большого расхода слѣдуетъ на концѣ трубы *b*, выходящей



Фиг. 24.



Фиг. 25.

изъ камеры, устанавливая конденсационный горшокъ, автоматически выпускающій накапливающуюся въ трубахъ воду. Для увеличенія поверхности нагрева трубъ, можно ихъ снабжать батареями изъ ребристыхъ трубъ и т. под.

Воздухъ въ сушильную камеру вдувается вентиляторомъ с, который въ тоже время и вытягиваетъ воздухъ изъ камеры черезъ трубу d. Въ e находится резервуаръ, въ которомъ отчасти охлаждается воздухъ, и гдѣ онъ имѣетъ очень малую скорость; здѣсь пары, попавшіе въ воздухъ отъ влажности, отягной отъ просушиваемыхъ предметовъ, скопляются и удаляются черезъ особую трубочку.

Недостатокъ этихъ и имъ подобныхъ сушиль заключается въ томъ, что, вслѣдствіе расположенія нагревательныхъ приборовъ внизу камеры и вытягиванія воздуха однимъ, или двумя центрами, расположенными на верху ея, не всѣ дѣсныя штуки подвергаются одинаковому дѣйствию высушивающей среды, отчего получается неравномѣрность въ степени сухости разныхъ штукъ. Устраняютъ этотъ недостатокъ тѣмъ, что дѣсь въ камерѣ перекладывается во время сушки, что при мелкомъ матеріалѣ не представитъ особыхъ затрудненій; или же сортируютъ дѣсь такимъ образомъ, что болѣе крупныя штуки располагаются внизу, а мелкія надъ первыми, что можетъ имѣть мѣсто при одновременномъ высушиваніи дерева разныхъ размѣровъ.

Опредѣленіе степени сухости дерева.

Въ заключеніи, мы скажемъ нѣсколько словъ объ опредѣленіи степени сухости дерева. Нѣкоторые судятъ о сухости по его стружкѣ: когда снятая стружка ломается, то дѣсь считается достаточно сухимъ; въ противномъ случаѣ, т. е., когда она гнется—дерево еще сыровато. Другіе предлагаютъ узнавать степень сухости по стальной полированной пластинкѣ, которая вносится въ сушильную камеру; когда на пластинкѣ не обнаружится при этомъ явлетя пара, — дерево въ сушильнѣ считается сухимъ. Предлагаютъ также вырѣзывать изъ высушиваемыхъ досокъ часть въ видѣ прямоугольнаго треугольника, одинъ катетъ котораго былъ бы расположенъ по длинѣ волоконъ, а другой по направленію

сердцевидныхъ лучей. Измѣненіе прямого угла во время сушки даетъ весьма простое средство для сужденія о степени высушиванія дерева. Но самымъ точнымъ средствомъ считается, безъ сомнѣнія, прямое взвѣшиваніе пробныхъ кусковъ лѣса до вступленія его въ камеру и при его высушиваніи. Интересны въ этомъ отношеніи вѣсы, которые г. Булыгинъ устроилъ при своей сушильнѣ (ф. 22). На одномъ плечѣ коромысла вѣсовъ *F* имѣется чашка для разновѣсокъ, а другое соединено помощью проволоки, проходящей черезъ потолокъ камеры, съ пробнымъ брускомъ *x*, такъ что въ каждое мгновеніе имѣется возможность узнать степень сухости данной партіи лѣса.
