

А. СЕМЕНОВ

СУХАЯ

ПЕРЕГОНКА
ДЕРЕВА

Библиотечный фонд ЦСБ, ДТИ

ИНВ. № 60055

ИНВ. №

БИБЛИОТЕКА

ГО

15871

634/186

с. 30

54 Профгено
48 год.

ГОСУДАРСТВЕННОЕ
ИЗДАТЕЛЬСТВО
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ
И КОЛХОЗНО-КООПЕРАТИВНОЙ
ЛИТЕРАТУРЫ
МОСКВА 1931 ЛЕНИНГРАД

Химическая переработка дерева

В СССР считается 913,5 млн. га леса. Исключая неизученные леса Якутской и Бурято-монгольской АССР, мы имеем 341,1 млн. га, покрытых лесом. Если считать, что на одном гектаре имеется только 150 куб. м древесины, то это составит 60 165 млн. куб. м.

За первые десять месяцев 1930 г. в плановом порядке было заготовлено 107 млн. куб. м древесины, включая сюда древесину, потребную для строительных целей и для топлива. Разумеется, это очень приблизительная цифра. Ведь не поддается точному учету вся та древесина, которая идет на отопление и строительные нужды нашей деревни. А количество такой древесины измеряется десятками миллионов кубометров.

При заготовке и разработке древесина используется далеко не полностью. Если подсчитать, сколько после рубок остается в лесу пней, ветвей, сучьев и коры, сколько отбросов и отходов бывает на лесопильных заводах и механических фабриках в виде опилок, стружек, реек, горбылей и т. п., то окажется, что до сих пор использовано не более 20% древесины. По приблизительному подсчету на лесопильных заводах Союза в 1929/30 г. осталось в виде отходов до 40 млн. куб. м древесины.

В Америке процент отбросов значительно ниже. От древесины в среднем отходит:

| | | | |
|---------------------|-----|---------------------|-----|
| на пни | 2% | на опилки | 12% |
| „ вершины | 18% | „ щепу | 4% |
| „ кору | 10% | „ обрезки | 16% |

Лесное хозяйство, как впрочем и всякое, должно стремиться к тому, чтобы использование исходного материала было возможно полным. Отбросы должны совершенно отсутствовать. Все остатки как на лесосеках, так и на заводах должны быть переработаны на те или иные продукты.

Механические способы переработки древесины, начиная с лесопильного завода и кончая столярной мастерской, не могут обеспечить полное использование древесины. Последнее представляется возможным лишь в том случае, если наряду с механической переработкой древесины будет существовать и химическая. Производства этого рода дают возможность превращать порубочные остатки и отбросы механической переработки древесины в ряд продуктов, имеющих постоянный спрос в технике и промышленности.

Но этого мало. В СССР существует целый ряд отдаленных лесных районов, где древесина не имеет сбыта. Местное население обеспечено и дровами и строительными материалами. Заготовка же в этих местностях древесины и вывозка ее в потребляющие центры оказывается слишком дорогой и поэтому невыгодной. В результате получается, что миллионы кубометров древесины остаются неиспользованными, гниют на корню и захламляют лес. Выйти из этого положения и дать правильное использование древесины можно лишь подвергнув ее химической переработке. Сущность последней заклю-

чается в том, что древесина подвергается ряду разнообразных операций. Ее либо нагревают в особых аппаратах, либо подвергают воздействию различных химических веществ. При этом она коренным образом меняет свои физические и химические свойства и превращается в ряд новых, ценных продуктов.

Способы химической переработки дерева разнообразны. Разнообразны и продукты, получаемые при этом.

Разные виды сухой перегонки дерева

Наиболее древними из способов химической переработки являются углежжение и сухая перегонка. Есть основания предполагать, что получение угля из древесины было известно людям уже в доисторические времена.

В Египте при раскопках в пирамиде Хеопса был найден кусок ковачного железа, насчитывающий по крайней мере 5 тысяч лет существования. Ясно, что железо предварительно должно было быть выплавленным из руды, для чего необходим древесный уголь. Есть исторические указания, что древние вавилоняне, персы, ассирийцы и китайцы умели добывать железо и делать из него различные поделки.

Каким образом в то время добывалось железо — неизвестно. Нужно думать, что способ добывания его вполне напоминал способы, применяемый и в настоящее время среднеафриканскими дикарями. Для выплавки металла из руды в земле вырывают яму. В яму укладывают слой сухих дров и зажигают. На разгоревшийся костер наваливается слой руды, поверх которого снова накладывается слой дров. Дрова превращаются в уголь, который и восстанавливает железо. По окончании процесса собираются выплавившиеся куски чугуна, которые и свариваются в один общий кусок, идущий для поделок.

Описанный способ является наиболее простым как для получения угля, так и для выплавки чугуна. При этом способе оба процесса — получения угля и выплавки чугуна — происходили одновременно в одном аппарате, в одной общей яме. С развитием горного дела, получение угля становится отдельным производством. Появляется углежжение.

Самый древний и вместе с тем самый простой способ углежжения представляет собой так называемый ямный способ. В местах с сильно развитым углежжением, как например в Уральской области, ямный способ углежжения прекратил свое существование примерно около 200 лет тому назад. В некоторых же глухих местностях, где углежжение носит случайный характер, ямный способ практикуется и до сих пор.

Для ямного углежжения выкапывается яма. Ее заполняют мелким сухим хворостом и небольшими обрубками дерева, тщательно утаптывают и зажигают. Когда эта часть перегорит и образовавшиеся головни и угли осядут, яму наполняют новой порцией древесины. Когда перегорит и эта порция, снова добавляют овецей древесины, поступая так до тех пор, пока вся яма до краев не наполнится углем. Тогда отверстие ямы прикрывается слоем дерна. Горение прекращается, и уголь гложет. Через 2—3 дня яма открывается и из нее вынимают готовый уголь.

Как сказано, этот способ производства сохранился кое-где и до настоящего времени. Преимущество его заключается в простоте и быстроте. Для него не нужно особых приспособлений — достаточно вырыть в плотном сухом грунте яму и иметь под рукой достаточное количество древесины. Кроме того при этом способе не требуются опытные, хорошо обученные рабочие — углежги.

Недостаток этого способа — низкий выход угля. При получении угля значительная часть его сгорает в яме. Этот способ является неудобным, когда для горного дела требуются сразу миллионы килограммов угля. Эти неудобства заставили в тех местностях, где существует массовое потребление угля, перейти к более совершенному костровому способу, иначе называемому кучным. Кучный способ, применяемый для переработки сосновой древесины, дает возможность собирать смолу — жидкий продукт, получаемый при нагревании древесины.

Развитие металлургии заставило увеличить размеры углежжения. Были устроены углежжигательные печи, в которых выжиг угля происходит быстрее и выходы его получаются большие. Первоначально печь ничем не отличалась от костра. Вся разница заключалась в том, что дровяная, постоянно перемещающаяся обкладка костра была заменена постоянной — из кирпича. С течением времени печи были видоизменены. Появились печи с особо устроенными топками, печи, в которых переугливание дров ведется при помощи горячих газов и т. д., причём происходит улавливание ценных жидких продуктов. По своей конструкции и устройству эти печи отличаются большим разнообразием. В настоящей книжке будут рассмотрены наиболее интересные из этих печей.

Все эти способы, начиная от переугливания дров в ямах и кончая сложными печами, имеют между собою одно общее. А именно, при нагревании древесины подвергается разложению. Такое нагревание древесины называется сухой перегонкой дерева.

Сухая перегонка дерева преследует различные цели. В зависимости от этих целей изменяется исходный материал и аппарат, применяемый в дело. Так, в случае необходимости получения смолы и скипидара сухой перегонке подвергается богатая смолистыми веществами сосновая древесина. Уголь в этом случае является побочным продуктом, самое же производство носит название смоло-скипидарного. При сухой перегонке березовой коры получается березовый деготь. Другие же продукты, получаемые при этом, являются отбросами производства. Сухая перегонка как хвойных, так и лиственных пород, называется углежжением. В том случае, когда целью производства является уголь. И наконец переработка лиственных пород, когда главной целью производства является древесный спирт и уксусная кислота, а уголь служит побочным продуктом, называется сухой перегонкой лиственных пород.

Из сказанного ясно, что углежжение представляет собою часть сухой перегонки дерева. Как углежжение, так и сухая перегонка дерева, основаны на одних и тех же законах. В обоих случаях древесина при нагревании подвергается разложению. Вся разница в том, что при углежжении (как оно понимается в настоящее время) побочные продукты иногда собираются, а иногда нет. Это зависит от эко-

номических причин и от других обстоятельств, о которых будет подробно сказано ниже. При сухой же перегонке дерева жидкие продукты собираются обязательно, так как они являются целью производства.

В настоящей книжке будут рассмотрены как углежжение, так и сухая перегонка лиственных пород. Под именем углежжения понимается сухая перегонка дерева без отъема продуктов. При этом для преугливания применяется древесина всех пород. Под именем же сухой перегонки понимается главным образом сухая перегонка березовых дров. К последним иногда прибавляются осиновые или же липовые дрова. Нужно отметить, что осина дает более низкие выходы продуктов, чем береза, причем уголь получается более низкого качества. Липа же сама по себе является ценным материалом, пригодным для всевозможных поделок, почему и применение ее для сухой перегонки не желательно.

1 глава

Древесина и ее свойства

Строение дерева

Чтобы ясно предвидеть себе как идет разложение древесины при нагревании, нужно быть знакомым, хотя бы в общих чертах, со строением дерева.

Несмотря на свое разнообразие, как хвойные, так и лиственные деревья в общих чертах имеют одинаковое строение. Деревья одинаково состоят из корней, ствола, сучьев, ветвей, коры, листвы (лиственные) и хвои (хвойные). Для углежжения и сухой перегонки представляют интерес только стволы деревьев. Остальные части являются отходом, если не считать корней сосны, применяемых для смолокурения.

Для того чтобы расти, дерево должно питаться. Питание растения происходит при помощи корней, всасывающих из почвы влагу с растворенными в ней минеральными веществами, а так же через листву. Последняя поглощает из воздуха углекислоту.

В клетках зеленых листьев (или хвои) деревьев происходит разложение углекислоты и усвоение углерода, идущего на построение крахмала — главного питательного вещества растения. Вместе с другими веществами, крахмал служит материалом, из которого образуется древесина дерева.

Реакция образования крахмала может происходить лишь при участии тепловой энергии. Таким образом древесина дерева является как бы собирателем и хранителем до известного момента тепловой энергии.

Поэтому понятно, откуда берется тепло при горении дерева. Это освобождается та энергия, которую сообщило дереву при его жизни солнце.

Дерево можно разрезать по трем направлениям: 1) поперек ствола, 2) вдоль ствола так, чтобы разрез проходил по диаметру дерева и 3) вдоль ствола так, чтобы разрез проходил по любой хорде, т. е. соединял две точки на коре дерева. Первый разрез называется **поперечным**, второй — **радиальным**, как идущий по радиусу, и третий — **тангентальным**.

На поперечном разрезе дерева можно различить следующие части (рис. 1): кору, древесину и сердцевину. Сердцевина у многих пород выражена настолько слабо, что ее иногда не возможно отличить. Древесина некоторых пород, напр. сосны, ели представляет собою ясно обозначенные кольца. В центре дерева эти кольца в диаметре малы. По мере же удаления от центра и приближения к коре диаметр колец увеличивается. Это — годовичные кольца прироста древесины.



Рис. 1. Поперечный разрез дерева.

По количеству колец можно определить возраст дерева. Кольца других пород, напр. березы, резко не очерчены, и древесина кажется одной сплошной массой. Внутренние кольца древесины сосны окрашены в более темный цвет. Это так называемая ядровая часть древесины — ядро. Наружные кольца, окрашенные в более светлый цвет, называются заболонью. По сравнению с ядром заболонь отличается большей мягкостью и влажностью. Разница во влажности у ядра и заболони видна из приведенной ниже таблицы 1.

Таблица 1

| Название породы | Содержание влаги в процентах | |
|-----------------------|------------------------------|--------|
| | в заболони | в ядре |
| Ель | 64 | 38 |
| Лиственница | 66 | 24 |
| Сосна | 59 | 36 |

Из сказанного ясно, что деревья с большею заболонью являются менее ценными, чем деревья с большим ядром.

Кора прилегает к древесине не вплотную; между ними находится мягкий, нежный и сочный слой, называемый камбиальным слоем или проце — камбием. Камбий имеет очень важное значение в жизни дерева. Ежегодно во время вегетационного периода он отлагает свежие молодые клетки как в сторону древесины, так и в сторону коры. В этом заключается рост дерева. Так как молодые клетки мягки и непрочны, то и кора в этот период снимается с дерева очень легко. Этим пользуются при весенних лесозаготовках, чтобы легко ошкурить дерево.

Каковы вновь образующиеся клетки древесины, можно узнать по поперечным срезам дерева при рассмотрении их под микроскопом.

Под микроскопом мы увидим, что древесина состоит из отдельных клеточек (рис. 2), напоминающих собою пчелиные соты. Но в то время, как соты по своей величине и форме однообразны, клеточки древесины разнятся по своей величине и форме. Весною камбий откладывает клеточки (В), имеющие почти квадратную форму, с большим внутренним зазором. Летние

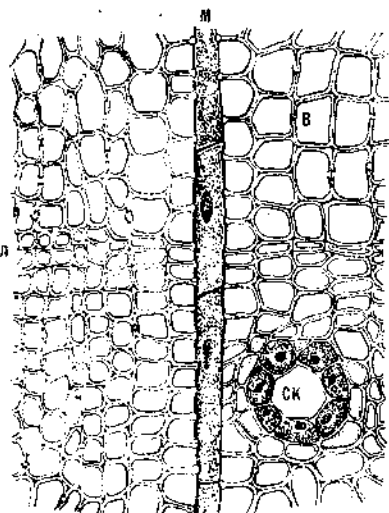


Рис. 2. Поперечный разрез древесины сосны.

(Л) клетки как бы сплюснуты. Зазор у них очень небольшой и стенки толстые.

На том же поперечном разрезе у некоторых пород дерева даже невооруженным глазом, а у других через лупу, можно заметить узкие полоски, направленные от центра дерева к окружности. Их направление совпадает с разрезом, сделанным через сердцевину дерева, почему они и называются сердцевинными лучами (М) (см. рис. 1 и 2). Некоторые из сердцевинных лучей идут от самой середины дерева до его окружности. Другие лучи начинаются в середине древесины и идут до окружности, проходя через 5—6 годичных колец. Сердцевинные лучи служат путями, по которым питательные соки перемещаются в дереве по направлению, поперечному оси дерева. Питательные вещества, как указывалось, всасываются деревом из почвы при помощи корней и поглощаются листьями из воздуха. Преобразовавшись в соки, они подаются через луб (см. рис. 1), а от него через сердцевинные лучи в клетки дерева, составляя материал для питания и роста его.

На поперечном разрезе хвойного дерева необходимо еще обратить внимание на зазоры, расположенные между клетками древесины (СК). Эти зазоры представляют собою каналы, выполненные смолистым веществом, почему и называются смоляными ходами. Количество смоляных ходов в хвойных породах очень значительно. Немецкий ученый Майер насчитал на одном квадратном сантиметре 80-летней ели свыше 800 смоляных ходов. Смоляные ходы являются одним из тех элементов, которые отличают древесину хвойных пород от древесины лиственных. Если срубить сосну, то на торцевой части пня скоро появляются липкие, прозрачные, мельчайшие капли. Это смола, выделенная смоляными ходами на срезанную поверхность.

Более полная картина получается, если посмотреть под микроскопом продольный разрез дерева (рис. 3). Клеточки, видимые на поперечном разрезе в виде округленных ячеек, в продольном разрезе представляются в виде довольно длинных трубочек, называемых трахеидами. Длина трахенд измеряется миллиметрами, ширина же их — сотыми долями миллиметра. Из бесчисленного количества подобных трубок и состоит древесина хвойных.

Клетки сообщаются между собою через находящиеся в их стенках отверстия — поры, закрытые тонкою перепонкою. Эта перепонка однако не препятствует проникновению соков.

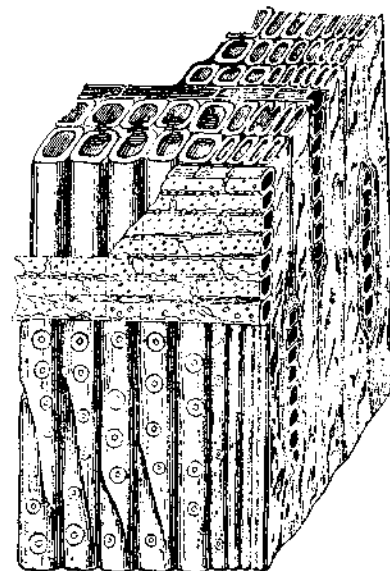


Рис. 3. Древесина, состоящая из трахенд.

Все древесные клетки могут быть подразделены на три группы: одни из клеток подводят воду, другие — как бы поддерживают дерево и сообщают ему прочность, и наконец, третьи клетки являются питающими. Внутри клеток находится либо древесный сок, либо воздух, либо же воздух и вода.

Древесный сок представляет собою водянистую жидкость кислой реакции.¹ В древесном соке растворены главным образом органические вещества. Среди них находятся и белковые вещества, способные легко загнивать. Этим объясняется, что дерево, срубленное летом, когда в нем много белковых веществ, легче загнивает, чем срубленное зимой.

Сосуды или водоподводящие клетки, подают воду и растворенные в ней питательные вещества от корней к вершине дерева. Поэтому сосуды расположены в дереве вдоль ствола и ветвей. По этим сосудам к почкам подается содержимое питательных клеток.

Влажность древесины

Крайне важным свойством дерева, с которым постоянно приходится считаться при углежжении и сухой перегонке, является его влажность.

Свежесрубленное дерево всегда очень влажно. Количество влаги, содержащееся в свежесрубленном дереве, очень различно. Это зависит от целого ряда причин — от породы дерева, климата и почвы, где произрастает дерево, его возраста, времени рубки и т. п. Как среднее, нужно считать, что свежесрубленное дерево содержит около 50% влаги.

Количество влаги в дереве меняется в зависимости от месяца рубки, что видно из таблицы 2.

Таблица 2

| Породы | Декабрь Январь | Февраль | Март | Апрель | Май | Июнь | Июль Август | Сентябрь Октябрь | Ноябрь |
|-------------------|-------------------|---------|------|--------|------|------|----------------|---------------------|--------|
| Твердые породы | 41 | 38 | 36 | 36 | 39 | 35 | 39 | 38 | 34 |
| Мягкие „ | 53 | 53 | 48 | 47 | 47 | 47 | 50 | 47 | 45 |
| Хвойный лес . . . | 60 | 58 | 59 | 54 | 60 | 61 | 60 | 58 | 54 |
| Среднее | 51,3 | 49,6 | 47,6 | 46,3 | 48,6 | 47,6 | 49,6 | 47,6 | 44,3 |

¹ Кислыми веществами называются такие, от которых синяя лакмусовая бумажка окрашивается в красный цвет. Лакмус — сок растения. Этим соком пропитывается обыкновенная непроклеенная бумага. При опускании красной лакмусовой бумажки в раствор какой-либо щелочи, напр. соды, она становится синей. При опускании синей бумажки в какую-либо кислоту — уксусную, соляную и т. п. она снова становится красной. При опускании в воду ни синяя, ни красная бумажка не меняют своего цвета. Такие вещества, от которых не меняется цвет лакмус, называются нейтральными.

Вода в дереве содержится внутри клеток, в стенках клеток и между клетками. Как указывалось, заболонь древесины богаче водою чем ядро; почему и деревья с сильно развитою заболонью менее ценны, чем деревья с развитым ядром.

Излишняя влажность дерева является отрицательным качеством для углежжения и сухой перегонки дерева. Ведь оба эти производства заключаются в том, что дерево подвергается нагреванию, вследствие чего оно разлагается на ряд новых продуктов. При нагревании из древесины выделяется вода, причем разложение начинается уже после того, как вся вода выделилась. Выделение воды из древесины и составляет первую часть углевыжигательного и сухоперегонного процесса. Понятно, что чем больше влаги в древесине, тем дольше затянется время, необходимое для ее выделения и тем больше топлива потребуются для этой цели. Мало того. При сухой перегонке получаются жидкие продукты, спирт и уксусная кислота, выделяющиеся из древесины вместе с водою. В дальнейшем их приходится отделять от воды. Чем более влажным будет дерево, тем более разбавленными получатся растворы спирта и кислоты и тем больше воды придется отделять от них при их выделении.

Все эти обстоятельства заставляют подвергать дерево сушке.

Химические свойства древесины

Несмотря на свое сильное внешнее различие, химический состав всех древесных пород очень однообразен. Это и понятно, если принять во внимание те питательные вещества, которые необходимы дереву. Последние складываются из углекислоты, поглощаемой деревом из воздуха, воды, азота и минеральных веществ, всасываемых корнями дерева из почвы. Из минеральных веществ необходимо указать кальций, магний, железо и т. п. Все эти вещества перерабатываются деревом и соединяются друг с другом в различных отношениях. Взятые вместе они и образуют то, что составляет дерево — ветви, кору, древесину, листья и т. п. Различные древесные породы отличаются одна от другой и по внешнему виду и по свойствам. Дуб отличается от сосны и ивы не только по виду, но и своей крепостью и плотностью. По своим же внутренним свойствам, по процентному содержанию в них химических элементов, различные деревья разнятся очень мало друг от друга. Так как пища деревьев состоит из углекислоты (CO₂), воды (H₂O), азота и минеральных веществ, то в древесину входят все элементы, составляющие пищу деревьев — углерод (С), водород (Н), кислород (О), азот (N) и минеральные вещества.

Если взять куски, напр. дуба, березы, сосны, пихты и высушить их так, чтобы в них совершенно не осталось влаги,¹ а затем произвести химический анализ этих пород, то окажется, что процентный состав этих элементов колеблется в очень незначительных пределах, это видно из таблицы 3.

Элементы, составляющие древесину, находятся в ней не в обособленном виде, не отдельно друг от друга, а дают разнообразные со-

¹ Древесина, потерявшая при высушивании всю влагу, называется абсолютно сухой.

Таблица 3

| Название породы | Содержание элементов в процентах | | | | |
|------------------|----------------------------------|-------------|--------------|----------|------|
| | Углерод (С) | Водород (Н) | Кислород (О) | Азот (N) | Зола |
| Дуб | 50,36 | 5,89 | 43,37 | 0,08 | 0,30 |
| Береза | 49,45 | 6,02 | 41,14 | 0,08 | 0,31 |
| Сосна | 50,45 | 6,02 | 43,01 | 0,10 | 0,42 |
| Пихта | 50,68 | 5,77 | 43,03 | 0,11 | 0,41 |

единения. Подобно тому, как кислород в связи с водородом дает воду, а углерод в связи с кислородом дает угольную кислоту, так и углерод в связи с кислородом и водородом дает ряд веществ, образующих древесину.

Если взять древесину и подействовать на нее веществом, называемым химиками хлор-цинк-йодом, то окажется, что часть древесных клеток окрасится в синий, другая же в желтый цвет.

Эта двойная окраска показывает, что древесина состоит по крайней мере из двух веществ. Синие клетки входят в состав сердцевинных лучей и последнего, самого молодого годичного кольца. Однако с течением времени эти молодые клетки теряют свою способность окрашиваться в синий цвет. Происходит это потому, что стенки молодых клеток сплошь состоят из вещества, называемого целлюлозой или же клетчаткой. Целлюлоза же окрашивается хлор-цинк-йодом в синий цвет. С течением времени стенки клеточек пропитываются особым веществом, лигнином. Лигнин же окрашивается хлор-цинк-йодом не в синий, а в желтый цвет. Клетка, представлявшая до этого живой организм, отмирает. Ее стенки становятся более твердыми и прочными. Если такие одревесневшие клетки обработать некоторыми химическими веществами разлагающими лигнин, то способность клеток окрашиваться в синий цвет от хлор-цинк-иода появляется снова. Целлюлоза, пропитанная лигнином, как бы обнажится и появится снова.

Целлюлоза и лигнин — главные составные части древесины. Различные породы содержат и различное количество целлюлозы и лигнина. В среднем можно считать, что количество первой колеблется в пределах от 47 до 58% от веса абсолютно сухой древесины, а второго — от 18 до 29%. Остальные 13 — 35% веса древесины приходится на сахаристые вещества смолы, жиры и т. п.

Содержание лигнина и целлюлозы в различных древесных породах видно из таблицы 4.

При помощи некоторых химических веществ из древесины можно выделить почти совершенно чистую целлюлозу. Если эту чистую целлюлозу подвергнуть сухой перегонке, то она подвергнется такому же разложению, как и древесина. Она разложится и даст уголь, газы, воду, смолу и уксусную кислоту. Очень интересно отметить то, что целлюлоза, выделенная из лиственных пород, даст больше уксусной кислоты, чем целлюлоза хвойных пород. Древесного спирта ни

Таблица 4

| Название породы | Содержание в процентах | |
|------------------|------------------------|---------|
| | целлюлозы | лигнина |
| Ель | 57,84 | 23,29 |
| Сосна | 54,25 | 26,35 |
| Береза | 45,30 | 19,56 |
| Осина | 47,11 | 18,24 |

та, ни другая целлюлоза не дадут совершенно. Древесный спирт получится при сухой перегонке упомянутого выше лигнина, но несмотря на то, что хвойные породы (см. табл. 4) содержат больше лигнина, чем лиственные, они дают древесного спирта меньше. Отсюда можно принять как правило, что в том случае, если углежжение ведется с отъемом продуктов, применение лиственных пород выгоднее, чем хвойных.

Вопросы и упражнения

1. Отличается ли смола, получаемая при перегонке лиственных пород, от смолы, получаемой из хвойных. Если отличается, то чем именно?
2. Описать, как происходит движение соков в дереве.
3. Целлюлоза из березы при сухой перегонке дает 3,89% (по весу) уксусной кислоты. Подсчитать, сколько уксусной кислоты получится из 100 кг березовой целлюлозы, если береза содержит 23% влаги.
4. Подсчитать, сколько лигнина содержится в дереве с 35% влаги.

2 глава

Углежжение

Углежжение в СССР

В 1931 г. по всему СССР должно быть выжжено свыше 1½ млн. древесного угля. В среднем нужно считать, что одна тонна угля получается из 10 куб. м дров. Надо считать, что в среднем с одного гектара леса можно взять 150 куб. м дров. Таким образом для получения 1½ млн. т угля потребуется вырубить 100 тысяч га леса.

Большая часть этого угля, а именно около 1 млн. 300 тысяч т, должна быть выжжена на Урале: около 100 тысяч т — в Башкирии, 82 тысячи т — в Нижегородском крае и остальное — в различных районах СССР.

Рассматривая эти цифры нужно прийти к следующему выводу: выжиг угля происходит там, где сильно развита железодобывающая промышленность. Наибольшее количество железа вырабатывается на Урале. Поэтому там главным образом и сосредоточено углежжение. Главное требование на уголь предъявляет железодобывающая промышленность — металлургия. Уголь нужен в металлургии при выплавке из руды чугуна.

Металлургическая промышленность является главной, но не единственной потребительницей угля. Уголь идет и в механической промышленности, при кузнечных работах; его требуют для разнообразных целей химическая промышленность и разнообразные хозяйственные и домашние нужды.

За последние годы для угля открылся новый потребитель — птицеводство: уголь употребляется как примесь к корму птиц. Таким образом откормленная птица отличается носкостью и жиром.

Углежжение раскинуто по лесопромышленным, причем на Урале оно по большей части приспособлено к тем местам, где по близости находятся домы. Этим устраняется необходимость далекой перевозки угля, при которой он растрясается и размельчается, т. е. приходится в непригодное для производства состояние. В виду того, что углежжение установилось уже давно, сообразились особые рабочие-углежогги. Вся их работа сводится к загрузке и выгрузке углевыжигательной печи и к уходу за ней. В других же районах, где углежжение имеет более случайный характер, работа производится либо кустарями-единоличниками, либо же артелями кустарей. Последние входят в систему промысловой кооперации, которая заботится о своевременном получении артелью дров, принимает и учитывает выработанный артелью уголь и т. д. Условия коллективной работы имеют много преимуществ и дают несравненно лучшие результаты, чем условия кустарей-одиночек.

Техника углежжения

В настоящее время 95% всего уральского угля выжигается в печах и лишь 5% — в кострах или кучах. Лет тридцать назад соотношение было обратное: в кострах выжигалось 90% всего угля. Из сказанного видно: раз от костров перешли к печам, то это значит, что печной уголь обходится во много раз дешевле кострового. Для выплавки тонны чугуна кучного угля требуется гораздо меньше, чем печного. Из 1 куб. м дров в печи получается больше угля, чем в куче. На переработку 1 куб. м дров в печи требуется меньше рабочих рук, чем на переработку в куче и наконец работа на печи гораздо проще, чем на куче. Грамотный и сообразительный рабочий может выучиться уходу за углевыжигательной печью в течение двух—трех месяцев. Выучиться же кучному углежжению можно только годами.

Уральские печи, называемые печами Шварца, нуждаются в улучшениях, они имеют очень много недостатков. Главные из этих недостатков: 1) невысокое качество получаемого угля, 2) трудность улавливания побочных продуктов.

Последнее необходимо пояснить. При нагревании, как подробно будет указано ниже, древесина подвергается разложению. Она распадается на ряд продуктов. Среди этих продуктов есть твердые, газообразные и жидкие. Жидкие продукты, как например спирт и уксусная кислота, являются большою ценностью. Они имеют постоянный спрос в технике и промышленности и ради их получения ведется сухая перегонка березовых дров в особых железных аппаратах.

Печи Шварца устроены таким образом, что эти ценные продукты не улавливаются, а выпускаются на воздух.

Эти обстоятельства заставляют нас перейти к более правильным способам углежжения, при которых не только будет получаться уголь более высокого качества, но и ценные продукты окажутся использованными. Для этой цели на южном Урале предпринята постройка специальной установки, состоящей из так называемых американских реторт, и сверх того предполагаются к постройке так называемые а м и н о в е к и е печи (см. ниже).

Эти установки не только дадут Уралу необходимое количество угля, но и в значительной мере обеспечат СССР требующимся ему спиртом и уксусной кислотой. До окончания же постройки этих установок приходится разумеется пользоваться печами Шварца.

В большинстве других районов углежжение не носит промышленного характера. Выжженный здесь уголь идет на удовлетворение мелких местных нужд. Углежжением здесь, как уже говорилось, занимаются отдельные кустари и артели углежогов, причем работу они ведут либо в кострах и ямах, либо в печах, еще менее совершенных, чем печи Шварца. В этом случае простое углежжение может быть вполне оправдано. Ведь при разработке леса на лесосеках остаются всевозможные отходы леса, не находящие себе применения: верхушки деревьев, ветви, сучья, пни, корни. Оставаясь в лесу, они захламывают его, а сами загнивают. На них разводятся всевозможные вредители, которые размножаются, переходят на здоровый лес и заражают его. Сверх того, эти порубочные остатки являются очень опасными при возникновении лесных пожаров. В целях очистки лесосек эти остатки собираются в кучи и сжигаются. Разумеется это делается в лесопромыслах, отдаленных от мест потребления угля. Там же, где уголь имеет постоянный спрос, эти порубочные остатки переугливаются, хотя бы простейшими способами.

Сущность углежжения и сухой перегонки дерева

Чтобы вести правильно углежжение в любом аппарате, костре, шварцевской или какой-нибудь другой печи, необходимо ясно понять процесс углежжения. Для этого сделаем простой опыт: из топящейся печки нужно взять железным совком немного раскаленных углей и часть из них поместить в угольницу, закрыв ее плотно крышкой; другую же часть поместить в другую угольницу, но оставить ее открытой. Результаты опыта скажутся через несколько времени. В открытой угольнице вместо красных углей окажется горсточка золы; в закрытой же будет лежать кучка холодных черных углей.

В первом случае уголь сгорел. Они истлели и превратились в кучку золы. Во втором случае сгорания не произошло. Угли только охладились. Условия опыта в обоих случаях были одинаковы. Угли были те же самые, угольницы одинаковые. Разница лишь в том, что одна угольница была прикрыта крышкой, а другая была открыта. Последнее и послужило причиной того, что уголь истлел, так как к нему свободно притекал наружный воздух.

Без доступа воздуха горение невозможно

и наоборот при свободном доступе воздуха горение идет легко и свободно.

Из химии известно, что воздух состоит в главной своей части из кислорода и азота. На долю первого из них приходится около одной пятой воздуха по объему, а на долю второго — около четырех пятых, т. е. в каждых 5 куб. м чистого воздуха содержится 1 куб. м кислорода и 4 куб. м азота. Кроме азота и кислорода воздух имеет небольшое количество угольной кислоты.

На этих трех составных частях воздуха необходимо остановиться несколько подробнее.

Еще в 1772 г. английский ученый Пристлей обратил внимание на то, что в помещении, где долго находились люди или горели лампы и свечи, воздух оказывается испорченным. Для проверки своих наблюдений он ставил на стол стеклянный колпак, смазав его нижние края жиром для устранения доступа наружного воздуха. Под колпак он помещал мышь. Зверек очень быстро начинал задыхаться. Под другой колпак Пристлей помещал свечу. Свеча очень быстро гасла. Очевидно и дыхание животного, и горение свечи портит воздух, отнимая от него какую-то его часть. Этой частью воздуха является кислород.

Пристлей сделал еще одно наблюдение. Он заметил, что воздух, испорченный горением или дыханием, может быть исправлен. Для этого под колпак, где имеется испорченный воздух, необходимо поместить зеленое растение. Повторяя эти опыты, Пристлей заметил, что иногда растение очищает воздух под колпаком настолько, что под ним может снова гореть свеча и дышать мышь; иногда же растение не оказывает на воздух никакого действия. Причины такой разницы Пристлею установить не удалось. Спустя 5 лет, ученый Ингенгуз доказал, что растение исправляет воздух только на свету. В темном помещении этого исправления не происходит, и воздух попрежнему остается испорченным.

В чем же заключается порча и исправление воздуха?

В воздухе, как уже сказано, содержится кислород. При дыхании люди и животные поглощают из воздуха кислород, а вместо него выдыхают углекислоту. То же самое происходит и при горении. Горящее тело поглощает из воздуха кислород; при этом образуется углекислота. Последняя образуется всюду, где происходит горение и гниение, где дышат животные и люди. Углекислота в противоположность кислороду не поддерживает дыхания и горения. Поэтому углекислотой и гасят огонь. На стенах многих помещений висят на случай пожара металлические огнетушители, наполненные углекислотой.

Эти отрывочные сведения о свойствах кислорода и углекислоты необходимы для дальнейшего понимания процесса углекислоты.

Итак, если положить какое-нибудь вещество, способное гореть, напр. бумагу, дерево, каменный уголь на железный лист и начать нагревать его, — оно постепенно разогреется, а затем начнет тлеть. Через несколько времени от горючего материала останется щепотка золы.

Совершенно другое получится, если горючее, напр. дрова, поместить в железный аппарат, замазанный в кирпичную кладку и плотно закрыть крышку так, чтобы наружный воздух не мог проникнуть

внутрь аппарата. В задней стенке аппарата (рис. 4) просверлено отверстие, в которое вставлена трубка.

Если начать сжигать дрова в топке, дымовые газы будут касаться железного аппарата и прогревать находящиеся там дрова, которые не могут сгореть, так как в аппарат не притекает наружный воздух. А без воздуха, или вернее без находящегося в нем кислорода, горение невозможно.

От нагревания дрова в аппарате начнут прогреваться, и прежде всего из них начнет выделяться содержащаяся в них влага. Влага (вода) превратится в пар. Пары начнут искать выхода из аппарата, попадут в отводную трубку и начнут выходить по ней. Очень быстро пары примут бурый оттенок и приобретут запах пригорелости. Это покажет, что к влаге присоединились еще и другие продукты — уксусная кислота, спирт, смола. Через несколько времени выделяющаяся из трубки струя паров начнет ослэбевать, а затем выделение паров и совсем прекратится. Если дать аппарату охладиться, а затем вскрыть его, то в нем окажется черный уголь.

При нагревании древесины в закрытом аппарате без доступа воздуха происходит разложение древесины. При этом разложении получается уголь.

Этот опыт можно несколько видоизменить. Для этого к отводной трубке необходимо плотно прикрепить другую и погрузить ее в сосуд

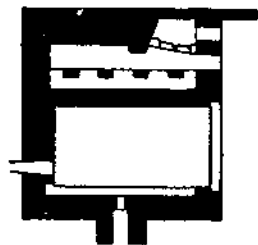


Рис. 4. Реторта с отводной трубкой.

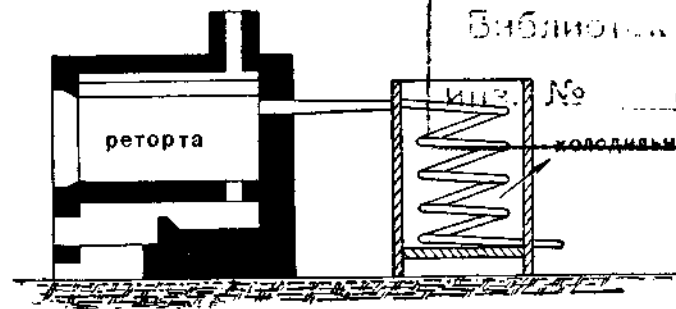


Рис. 5. Реторта с холодильником.

с холодной водой (рис. 5). У конца трубки необходимо поставить сосуд для сбора жидкости.

Пары, выделяющиеся из аппарата, попадают в отводную трубку, а через нее и в трубку, погруженную в воду. От соприкосновения со стенками трубки, охлаждаемыми водой, пары охладятся и превратятся в жидкость. Так бывает, если в струю пара, вырывающуюся через отверстие в крышке самовара, внести холодную тарелку: на ней тотчас же осядут мельчайшие капли росы. Вода в самоваре вскипела и превратилась в пар. Пар вырвался наружу, охладился и в виде на-

пель влаги осел на тарелке. Охладившиеся в отводной трубке пары стекут в подставленный приемный сосуд.

Собравшаяся в сосуде жидкость называется подсмольной водой или жижкою. Она имеет желтобурый цвет, резкий пригорелый запах, неприятный вкус и кислую реакцию. В ней можно ясно отличить частицы плавающей смолы, часть которой очень быстро осаживается на дно сосуда.

Исследования показывают, что в жижке кроме смолы содержатся еще древесный спирт и уксусная кислота. Как спирт, так и кислота со смолой образовались из древесины при ее разложении от нагревания без доступа воздуха. Таким образом результатом сухой перегонки дерева являются жидкие погонь в виде смолы, уксусной кислоты и спирта и твердый остаток в виде угля. Но это еще не все. При разложении древесины образуются еще и газы. Убедиться в этом можно таким образом.

К описанному выше аппарату нужно прибавить следующее приспособление: конец отводной трубки поместить в сосуд так, чтобы открытый конец ее был погружен в жидкость

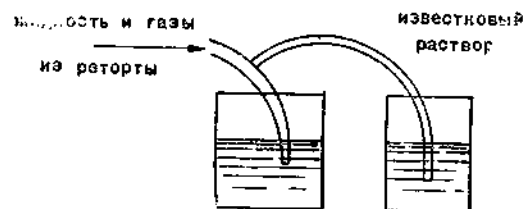


Рис. 6. Собираание углекислого газа.

Если наблюдать за этим сосудом во время нагревания аппарата, т. е. во время разложения древесины, то окажется следующее; 1) из трубки будут выделяться пузырьки, которые будут подниматься в растворе извести и лопаться, достигнув поверхности; 2) в известковом растворе появится муть. Эти два наблюдения позволяют сделать следующий вывод: при разложении древесины кроме жидкостей выделяются и газы. Среди газов имеется углекислота, дающая белую муть с раствором извести. Кроме углекислоты при разложении древесины от нагревания выделяются еще и другие газы: хорошо всем известный угарный газ, называемый в химии окисью углерода, водород, метан или болотный газ и другие.

При сухой перегонке 100 кг абсолютно сухой березовой древесины получается:

| | |
|-----------------------------|-----------------|
| Древесного угля | 33,0 кг |
| Смолястых веществ | 6,0 „ |
| Подсмольной воды | 43,0 „ |
| Газов | 18,0 „ |
| Всего | 100 „ кг |

Целью сухой перегонки древесины является получение древесного угля, уксусной кислоты, спирта и смолы.

Ямы, кучи, печи, в которых происходит обугливание древесины, являются теми установками, в которых осуществляется углежжение

и сухая перегонка дерева. Иногда эти установки устраиваются таким образом, что смола, уксусная кислота и спирт собираются. Такие установки называются аппаратами с отъемом продуктов. В других аппаратах отъема продуктов не производится, — пары смолы, спирта и уксусной кислоты не собираются и вместе с водяными парами улетают в атмосферу. Такие аппараты называются аппаратами без отъема продуктов.

Разложение древесины

Разложение древесины под влиянием нагревания совершается разумеется не сразу. Оно идет все дальше и дальше по мере того, как увеличивается нагревание. Чтобы проследить это изменение, в аппарат, где происходит нагревание, вставляется термометр. По мере того, как термометр показывает ту или другую температуру, нагревание прекращают, и аппарат открывают.

Выделение влаги из древесины начинается, когда древесина прогревается до $100 - 105^{\circ} \text{C}$.¹ При этой температуре влага, находящаяся в древесине, превращается в пар, который и выделяется из аппарата через отводную трубу. В это время происходит высушивание древесины. Изменение химического состава древесины, т. е. ее разложение начинается при нагревании приблизительно около 130° .

При переугливании сосны в этих пределах вместе с влагою начинают выделяться и пары скипидара. Выше указывалось, что в смоляных ходах содержится смолистое вещество. Последнее состоит из естественных смол, растворенных в скипидаре. Как известно скипидар летуч. Он легко испаряется (но это свойство его увеличивается в значительной степени, когда сквозь него проходят пары воды). Влага, содержащаяся в древесине при нагревании превращается в пар. Пары воды увлекают с собою частицы скипидара. Оставшаяся в смоляных ходах смола при нагревании размягчается, становится жидкою и вытекает наружу. На этом основано смолоскипидарное производство. О том, что разложение древесины началось, можно заключить по изменению цвета древесины, который становится желтобурым. При дальнейшем нагревании обугливание обнаруживается сильнее и сильнее. Так при нагревании до 200° имеем полуобуглившееся дерево темно-бурого цвета. Это полуобуглившееся дерево еще сохраняет свойства древесины раскалываться вдоль волокна.

При нагревании до 250° дерево приобретает густую темнобурю окраску и начинает терять свою способность раскалываться вдоль, волокну. Если из такого дерева вырезать пластинку, то при ударе эта пластинка ломается поперек волокна. При этом получается темный, почти черный излом. В пределах от $250 - 300^{\circ}$ этот излом поперек волокна становится совершенно черным.

Уголь, полученный при этой температуре и растертый в порошок, имеет совершенно черный цвет. Темнобурый оттенок в таком угле можно наблюдать лишь на пластинке, вырезанной вдоль волокон. При нагревании до 350° получается вполне готовый, черный уголь.

¹ Во всех случаях температура указывается также по Цельсию.

² См. Нордштрём Э. и Семенов А. — «Смолоскипидарное производство».

то уже совершенно новое тело, в котором отсутствуют качества, свойственные древесине. Уголь, полученный при нагревании в 350° и ниже не отличается большой твердостью. Он мягок, пачкает руки, при ударе издает глухой звук. От прикосновения к нему огня, напр. от лучины или спички, такой уголь легко загорается. Нужно отметить, что угли, выжженные при низких температурах, вообще загораются гораздо легче, чем выжженные при высокой температуре. Причина легкой воспламеняемости таких углей заключается в том, что в них имеется еще значительное количество летучих веществ. При нагревании эти вещества легко отделяются от угля и воспламеняются. Ниже будет показано, что при сильном нагревании в угле остается очень мало летучих веществ. Поэтому такие угли трудно разгораются.

С увеличением температуры нагрева до 400° следы бурого оттенка в угле совершенно исчезают, и уголь получается глубокого черного цвета. При еще более высоких температурах нагрева уголь приобретает твердость и звонкость при ударах. Тонкая пластинка, вырезанная из угля, выжженного при 800° , при ударе издает звук, подобный металлической пластинке. Такой уголь загорается с большим трудом. Горение его продолжается лишь до тех пор, пока пламя касается его вплотную. Стоит отнять от него горящую лучину и уголь гаснет. Чтобы заставить гореть такой уголь, необходимо вдуть в него воздух.

Изменение внешнего вида древесины при нагревании указывает, что древесина подвергается разложению. Это разложение совершается постепенно. Его можно наблюдать измеряя температуру нагревания древесины.

Как уже указывалось, высушивание древесины начинается при $100 - 105^{\circ}$. До 170° разложение древесины очень незначительное и почти незаметное. Полное разложение начинается в пределах $170 - 270^{\circ}$. Разложение начинается выделением газов, состоящих из углерода и кислорода. Эти газы — углекислота и окись углерода — уже упоминались, но к сказанному ранее нужно прибавить следующее: в то время, как углекислота не горит и гасит огонь, — окись углерода (угарный газ) способна гореть. Горение окиси углерода особенно ясно можно наблюдать в обыкновенной печи, когда дрова прогорели, и остались красные угли. По ним прыгают горящие синие олоньки. Это и есть горящая окись углерода.

Кроме газов при нагревании древесины в пределах от $170 - 270^{\circ}$ начинают выделяться пары уксусной кислоты и в очень небольших количествах пары древесного спирта и смолы.

При дальнейшем нагревании в пределах от $270 - 400^{\circ}$ и окиси углерода и углекислоте начинают присоединяться газообразные углеводороды (см. ниже). Одновременно с этим сильно увеличивается количество выделяющихся паров древесного спирта и смолистых веществ. В этих пределах количество их бывает наибольшим и при дальнейшем повышении температуры падает. При дальнейшем повышении температуры нагревания происходит уже только прокаливание полученного угля. Правда, из него еще выделяются газы, но количество их очень незначительное. При этом прокаливании уголь приобретает прочность и твердость.

Выше сказано, что к содержащим кислород газам начинают присоединяться углеводороды. Углеводороды представляют собою соединения углерода с водородом. Простейший из этих газов метан, называемый иначе болотным газом, может быть легко получен. Его пузырьки выделяются, если воткнуть палку в болото с торфянистым дном. Метан, как и другие углеводороды, способен гореть. Таким образом газы, выделяющиеся при разложении древесины, разделяются на способные гореть (окись углерода, метан и другие углеводороды) и не способные к горению (углекислота).

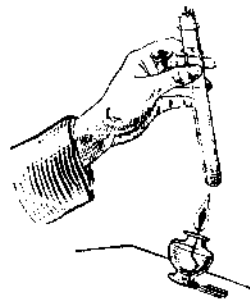


Рис. 7. Нагревание пробирки на горелке

Вопросы и упражнения

1. Вставьте в пробирку пробку с просверленным отверстием. В отверстие должна быть вставлена стеклянная трубка. Положите в пробирку несколько древесных стружек и начните подогревать на горелке (рис. 7). Запишите подробно, что при этом получится и сравните с содержанием настоящей главы.
2. Чем отличается окись углерода от углекислоты?
3. Запишите отдельные стадии разложения древесины и опишите характерные особенности каждой из них.

3 глава Продукты разложения древесины

Уголь

Выше указывалось, что при нагревании древесины свыше $350 - 400^{\circ}$ получается крепкий, черный, звонкий уголь. Примерно при нагревании до этой же температуры из древесины перестают выделяться жидкие продукты — древесный спирт, уксусная кислота, смола. Ясно, что если производство ведется для получения этих продуктов, то дальнейшее нагревание угля является излишним. На нагревание только уйдет топливо, получать же больше жидких продуктов не представляется возможным. Так и ведется сухая перегонка листовых пород. При углежжении вопрос обстоит несколько иначе. Если продолжать нагревание древесины выше 400° и наблюдать за отводной трубкой, опущенной в сосуд с раствором извести, то окажется, что в жидкости попрежнему будет выделяться и булькать пузырьки. Это покажет, что из угля еще продолжают выделяться газы.

При нагревании древесины без доступа воздуха из нее, как уже указывалось, прежде всего выделяется влага, т. е. древесина высушивается. Затем древесина начинает разлагаться, причем из нее выделяются газы, пары спирта, кислоты и смолы. Все эти вещества представляют собою либо соединения углерода с кислородом (углекислота и угарный газ), либо соединения углерода с водородом (углеводороды), либо соединения углерода с ними обоими (древесный спирт, уксусная кислота, смола). Ясно, что если эти вещества выделяются

из древесины, то количество углерода, водорода и кислорода в древесине падает. Но выделение этих элементов из древесины идет неравномерно. Больше всего из нее выделяется кислорода. И по мере того, как выделяется кислород, процентное содержание углерода в угле сравнительно увеличивается.

Активный углерод

Таким образом, если уголь прокалывать до различных температур, то состав угля меняется. При этом процентное содержание углерода в угле возрастает, а содержание кислорода и водорода уменьшается. Только что сказанное ясно видно на приводимой ниже таблицы.

Таблица 5

| Температура нагрева угля | Углерод | Водород | Кислород и азот | Выход угля в процентах от веса абсолютно сухой древесины |
|--------------------------|-------------|---------|-----------------|--|
| | в процентах | | | |
| 200 | 52,3 | 6,8 | 41,4 | 91,8 |
| 250 | 70,6 | 5,2 | 24,2 | 65,2 |
| 300 | 73,2 | 4,0 | 21,9 | 51,4 |
| 400 | 77,7 | 4,5 | 18,10 | 40,6 |
| 500 | 89,2 | 3,1 | 6,7 | 31,0 |
| 600 | 92,2 | 2,6 | 5,2 | 29,1 |
| 700 | 92,8 | 2,4 | 4,8 | 27,8 |
| 800 | 95,7 | 1,0 | 3,3 | 26,7 |
| 900 | 96,1 | 0,7 | 3,2 | 26,6 |
| 1 000 | 96,6 | 0,5 | 2,9 | 26,8 |

Из этой таблицы видно, что уголь содержит тем больше углерода, чем при более высокой температуре он выжжен. Выше указывалось, что для металлургии нужен именно углерод, так как он действует восстанавливающим образом на железную руду, т. е. для металлургии нужен именно такой уголь, в котором содержится больше углерода.

На первый взгляд это противоречит тому, что говорилось раньше. В самом деле: пусть нагреванию подвергнута 100 кг пихтовой древесины. Согласно таблице 3 в ней имеется 50%, т. е. 50 кг углерода. Если подвергнуть нагреванию эти 100 кг древесины до 800°, то от нее по весу останется всего 26,7%, т. е. 26,7 кг. Остальные 73,3 кг выделяются из древесины в виде различных газов, паров уксусной кислоты, спирта и смолы. Согласно таблице 5 этот уголь содержит 95,7% углерода, что в килограммах дает 25,55 кг углерода. Таким образом оказывается, что в угле, выжженном из 100 кг древесины, металлург получит меньше угля, чем он получил бы, применяя в домне древесину в виде дров. Эта разница равна 50 кг — 25,55 кг = 24,45 кг. Выходит, что применяя уголь вместо дров, металлург теряет угле-

род. Он теряет именно тот углерод, который выделился при нагревании древесины в виде газов и жидкостей, в виде паров.

Это противоречие устраняется, если принять во внимание следующее: уменьшение углерода в древесине при углежжении происходит вследствие выделения углерода в виде газов и паров. Углекислота, метан и другие углеводороды, смолистые вещества, спирт и т. д. содержат в себе углерод в связанном состоянии. В таком виде углерод не действует на железную руду восстанавливающим образом. Такой углерод не отнимает от железа кислорода. Значит такой углерод для работы металлургии бесполезен. Это так называемый летучий углерод, называемый так в отличие от не летучего или активного углерода. Последний не выделяется из дерева при углежжении, а сохраняется в нем и в том случае, когда уголь прокален до очень высоких температур. Активный углерод именно и нужен металлургу. Этот углерод соединяется с кислородом, находящимся в железной руде и восстанавливает металл.

Если бы в доменную печь загружался не уголь, а дрова, то образование угля происходило бы в самой домне. Под действием высокой температуры, необходимой для доменной плавки, древесина подвергалась бы разложению. Образующиеся при этом газы и пары удалялись бы из печи с доменными газами. Кроме ряда неудобств, такой способ работы имел бы еще один крупный недостаток. Как будет показано ниже, уголь, применяемый для доменного производства, должен быть сухим. Влага, содержащаяся в угле, испаряется при высокой температуре и нарушает работу домны. Дрова всегда содержат некоторый, часто очень значительный процент влаги. Эта влага испаряется, как уже говорилось, при разложении древесины. Кроме того вода образуется и из самой древесины при сухой перегонке (см. выше стр. 17). В этом отношении дрова будут действовать на работу домны так же, как и влажный уголь, т. е. нарушать ее работу.

Гигроскопичность угля

Влага является крайне вредной при выплавке чугуна в доменной печи, так как препятствует восстановлению железа. Она противодействует ходу того процесса, ради которого ведется вся работа доменной печи.

Свеже выжженный и только что выгруженный из печи уголь содержит очень мало влаги. Но уголь отличается гигроскопичностью. Он легко впитывает в себя влагу из окружающего воздуха. При этом угли, выжженные из различных древесных пород, впитывают влагу неодинаково. Чем плотнее древесная порода, тем меньше влаги впитывает уголь. И наоборот, мягкие породы впитывают влаги больше, чем твердые.

Для того чтобы определить, сколько влаги может впитать уголь, выжженный из различных древесных пород, были произведены следующие опыты: ¹ из углевыжигательной печи Шварца были взяты как образцы небольшие куски угля. Куски весили от 3 до 4 граммов

¹ В. А. Коробкин — «Труды первого Уральского съезда деятелей по углежжению».

каждый. Образцы были помещены в закрытый сосуд, на дно которого была налита вода, но так, чтобы вода не касалась углей. Этот сосуд находился в течение 34 дней в теплом помещении. После этого угли были вынуты и взвешены. Вода не касалась углей, но воздух, в котором они находились, был сильно влажным, так как вода все время испарялась, и угли впитывали в себя ее пары. После взвешивания оказалось, что вес всех углей увеличился. Для березового угля это увеличение составляло 11,88%, для соснового — 10,16%, для елового — 9,54%.

Этот опыт показывает сравнительно невысокое увеличение влажности угля, когда он находится во влажном воздухе, т. е. соприкасается с парами влаги. Но картина резко меняется, если уголь непосредственно соприкасается с водою. Совершенно сухие угли были помещены в воду, где они находились 31 сутки. Количество поглощенной ими влаги оказалось:

| | |
|----------------------------|------|
| в березовом угле | 146% |
| в дубовом | 192% |
| в еловом | 287% |

т. е. процент влаги в углях от непосредственного соприкосновения с водою увеличивается более чем в 10 раз.

К этому нужно прибавить еще следующее: многие тела, легко поглощающие влагу, например соль, легко теряют ее при нагревании. Наоборот, уголь теряет впитанную в себя влагу очень трудно. Намочив уголь, нужно нагревать очень долго и при очень высокой температуре, чтобы он совершенно просох.

Следовательно необходимо тщательно сохранять уголь от дождя, снега и росы, чтобы качество его не ухудшалось.

Прочность угля

Обычно угли выжигаются на печах, находящихся в лесу, откуда они и вывозятся либо непосредственно на завод, либо на станцию железной дороги. Здесь уголь грузят в вагоны и отвозят на завод. При перевозке и перегрузках уголь мнется и растрескивается. Растирание будет тем меньше, чем прочнее будет уголь. Но это не все. Уголь загружается в доменную печь. В печи слои угля чередуются со слоями руды, поэтому уголь испытывает на себе давление. Чем прочнее будет уголь, тем меньше будет он трескаться и измельчаться от этого давления. Возможность измельчения угля в доме увеличивается еще и от того, что шихта находится в движении. Поэтому в доме уголь должен противостоять не только давлению, но и растиранию. А это возможно лишь в том случае, если уголь будет обладать крепостью и прочностью. Ниже будут указаны условия, при которых возможно получение прочного и крепкого угля. Сейчас же необходимо отметить, что уголь отличается неодинаковой прочностью в различных направлениях.

Как уже указывалось ствол дерева можно разрезать в трех главных направлениях. Во-первых — вдоль оси дерева или, как принято называть, в радиальном направлении, во-вторых — поперек оси ствола; в этом случае получается поперечный разрез и, в третьих — в танген-

тальном направлении. В этом случае разрез касается годичных колец дерева, перерезая часть из них в двух местах. Тангентальным разрезом с дерева на лесопильных заводах срезаются горбыли.

О прочности древесины в том или ином направлении, равным образом как и о прочности угля, можно судить по его сопротивлению раздавливанию. Чтобы представить себе ясно, что это означает, вообразим, что из угля вырезано тело, имеющее форму куба, ребро которого равно 10 мм. Если на такой кубик класть груз, например гири, постепенно увеличивая их вес, то наступит момент, когда кубик не выдержит веса и даст трещину или даже совсем расколется. Понятно, что чем больше груза может выдержать кубик прежде чем расколется, тем он будет прочнее. Эта способность кубика угля выдерживать давление не раскалываясь и называется сопротивлением раздавливанию. Для удобства работы груз заменяют прессом, по которому и отмечают то давление, которое испытывает кубик угля. При этом указывается то давление, которое испытывает один квадратный сантиметр кубика до появления на нем трещины. Давление указывается в килограммах. В приводимой ниже таблице 6 показаны результаты опытов с раздавливанием углей различных пород. В первой колонке показаны угли, имеющие большую прочность при раздавливании, во второй колонке — более слабые угли и наконец в третьей колонке — совсем слабые.¹

Таблица 6

| Породы деревьев, на которых выжжен уголь | Сопротивление раздавливанию в килограммах на 1 кв. см | | | | | |
|--|---|----------------------|--------------------|----------------------|--------------------|----------------------|
| | I | | II | | III | |
| | Вдоль волокон угля | Поперек волокон угля | Вдоль волокон угля | Поперек волокон угля | Вдоль волокон угля | Поперек волокон угля |
| Ель | 134,0 | 16,5 | 105,0 | 12,5 | 59,0 | 9,0 |
| Сосна | 169,0 | 26,0 | 115,0 | 19,8 | 103,0 | 12,2 |
| Осина | 171,0 | 21,7 | 143,0 | 17,5 | 113,0 | 12,0 |
| Береза | 334,0 | 43,5 | 284,0 | 37,5 | 195,0 | 20,9 |

Из этой таблицы видно: 1) сопротивление угля при раздавливании по волокну во много раз превосходит раздавливание поперек волокна, т. е. вдоль волокна уголь гораздо крепче, чем поперек волокна; 2) березовый уголь во всех трех случаях гораздо крепче других углей и в особенности елового. Это одна из причин, почему именно березовый уголь так ценится в металлургии. Березовый уголь, помещенный в III колонке, считается слабым. Но по своей крепости он превосходит крепкие еловые угли, помещенные даже в I колонке.

Как указывалось, прочность угля является крайне важным его свойством. Это свойство в значительной степени зависит от того, как ведется углежжение.

¹ Опыты В. А. Коробкина.

Зольность угля

Глеющие угли, оставленные на открытом воздухе, сторают. От них остается немного золы. Во всех производствах, где только применяется уголь, стараются иметь его с возможно меньшим количеством золы. Ведь для производства нужен углерод, а не те металлы (кальций, магний и другие), которые составляют золу. Но если в некоторых случаях, напр. при кузнечных работах, в плавильном деле и т. д. зола еще терпима, то в других случаях зола совершенно не допустима. Так напр. при очистке винного спирта от сивушных масел требуется уголь с крайне незначительным содержанием золы. Для получения такого угля дрова предварительно должны быть ошкурены. Почему это так, станет понятным из таблицы.

Таблица 7

| Части дерева | Процентное содержание золы | |
|--------------------------------|----------------------------|-------------|
| | в коре | в древесине |
| Верхняя часть сучьев | 3,45 | 0,30 |
| Средняя | 3,68 | 0,13 |
| Нижняя | 2,30 | 0,35 |
| Ствол | 2,65 | 0,22 |
| Верхняя часть корней | 1,13 | 0,23 |

Из этой таблицы видно, что количество золы в древесине по сравнению с корой крайне незначительно. Это относится одинаково ко всем частям дерева — к сучьям, стволу и корням. При углежжении применяются почти исключительно стволы деревьев. Естественно, что для получения малозольного угля необходимо брать ту древесину, в которой меньше золы. Такою именно и является древесина, с которой снята кора.

Подсмольная вода

Подсмольная вода представляет собою желтобурую жидкость с неприятным пригорелым запахом, едкую, имеющую кислую реакцию. Главною составною частью подсмольной воды является вода, количество которой доходит до 80 — 90%. Часть этой воды находилась в древесине в виде естественной влаги и выделилась при сухой перегонке. Количество этой воды зависит от того, насколько было просушено дерево перед перегонкою. Другая же часть воды получилась в результате разложения древесины от нагревания без доступа воздуха наряду с другими продуктами — уксусной кислотой, древесным спиртом и т. д.

Подсмольная вода выделяется из аппарата вместе с парами смолы, образующейся при перегонке. Часть паров смолы, более тяжелой, очень быстро сгущается и оседает в боковых чанах; другая же часть

остается в подсмольной воде в виде мельчайших капель. От этой смолы в дальнейшем приходится очищать вещества, выделяемые из подсмольной воды, причем эта очистка сопряжена с большой хлопотливостью.

Главными составными частями подсмольной воды, кроме воды и смолы, являются уксусная кислота и метиловый спирт. Кроме них в подсмольной воде содержатся еще и другие кислоты, например муравьиная, валерьяновая, кротоновая, и другие спирты, например аллиловый. Кроме того в подсмольной воде содержится еще ряд веществ, которые образовались благодаря разложению и взаимодельствию кислот и спиртов. Среди них необходимо указать ацетон, уксусно-метиловый эфир и другие. Но вещества эти получаются в очень незначительных количествах, и главною целью сухой перегонки являются уксусная кислота и метиловый спирт.

Содержание как уксусной кислоты, так и метилового спирта в подсмольной воде не постоянно и зависит прежде всего от породы перерабатываемого дерева. Как правило нужно считать, что хвойные породы дают меньшее содержание кислоты и спирта, чем лиственные. Разнятся в этом отношении между собою и отдельные лиственные породы. Так бук дает больше метилового спирта, чем береза и осина. Кроме этого выходы продуктов зависят и от других причин, напр. от влажности дров, быстроты перегонки и т. п. Немецкий инженер Клар считает, что лучшие выходы продуктов получаются из дров с влажностью около 15%, причем перегонка должна вестись возможно медленнее. Разумеется медленность перегонки имеет свой предел. Если слишком медленно вести перегонку, то количество израсходованных дров, необходимых для нагревания древесины, окажется очень значительным. Стоимость израсходованных дров не покроет того избытка в продуктах, который получится при медленной гонке.

Анализ подсмольной воды, полученной в одном и том же аппарате из дров с одинаковой влажностью при одинаковой продолжительности перегонки, дал для сосновых и буковых дров результаты, показанные в таблице 8.

Таблица 8

| Получаемые продукты | Подсмольная вода (в процентах) | |
|--|--------------------------------|----------|
| | из бука | из сосны |
| Вода | 81 | 91 |
| Спирты и ацетон | 3 | 1,5 |
| Уксусная и другие кислоты | 7—9 | 3,5 |
| Смола, растворенная в подсмольной воде | 3 | 4 |

Эта таблица еще раз указывает как низки выходы спирта и кислот из хвойных пород.

Получение подсмольной воды является первоначальной стадией сухой перегонки дерева. В дальнейшем она подвергается переработке с целью выделения уксусной кислоты и метилового спирта в чистом виде.

Смола

Необходимо различать смолу, получающуюся при сухой перегонке хвойных и лиственных пород.

Выше указывалось, что в древесине хвойных пород имеются смоляные ходы, наполненные смолистым веществом. Если нанести поранение живому хвойному дереву так, чтобы прорезать не только кору, но и лежащие под нею слои заболони, то из раны начинает вытекать смолистое вещество. Вследствие поранения в древесине оказались прорезанными смоляные ходы, и находящееся в них смолистое вещество вытекло наружу. Если дерево срублено, то находящееся в смоляных ходах смолистое вещество остается в ходах и выделяется наружу в дальнейшем, при сухой перегонке. Первоначально, как указывалось, от смолистого вещества выделяется скипидар, а затем из смоляных ходов начинает выделяться и смолистое вещество. Если выделить это вещество в чистом виде, то из него можно получить канифоль. Последняя в главной своей части состоит из смоляных кислот. Эти кислоты отличаются особыми качествами: они хорошо впитываются в ткань и в древесину и отличаются консервирующими свойствами. Пропитанная ими древесина трудно поддается гниению. Поэтому-то смолою, полученною из хвойных, главным образом из сосны, и просмоливают столбы, балки, канаты и корабельные снасти.

Смолистое вещество можно выделить из сосновой древесины. Для этого нужно мелко настругать сосновую древесину, например богатый смолою сосновый пен, и обработать стружки какою-либо жидкостью, растворяющей смолу — эфиром, бензином, спиртом и т. п. Для этого стружки следует поместить в колбу, залить растворителем и хорошенько взболтать. Затем слить жидкость и снова залить растворителем. Повторив эту операцию несколько раз, можно добиться того, что все смолистое вещество окажется выделенным из стружки. Древесину необходимо превращать в стружку затем, чтобы открыть смоляные ходы и этим дать возможность растворителю теснее соприкасаться со смолистым веществом.

Если подвергнуть сухой перегонке оставшуюся стружку, то она разложится и даст уксусную кислоту, спирт, смолу и газы. Это вполне понятно, так как стружка представляет собою древесину. Подобно всякой древесине она состоит из целлюлозы, лигнина, сахаристых и других веществ. Стало быть и продукты, получающиеся при сухой перегонке стружки, будут те же, что и при сухой перегонке всякой другой древесины.

В древесине лиственных пород не имеется смоляных ходов. Смола получается из лиственной древесины только при сухой перегонке. Таким образом и смолы, получающиеся из лиственных и хвойных пород будут различны. Хвойные породы дают смолу двух родов — из смоляных ходов и древесины. Смола лиственных пород не содержит смоляных кислот и поэтому не отличается просмоливающими свой-

ствами. По своему химическому составу эта смола отличается большой сложностью. Она состоит из очень многих химических веществ, крайне разнообразных по своему характеру. До последнего времени эта смола совершенно не имела применения, и ее обычно сжигали на сухоперегонных заводах в качестве топлива. И только смола бука находила себе применение, так как из нее получается медицинский деготь.

В настоящее время эта смола начинает применяться (в особенности за границей) для выработки флотационных масел. Последние служат для обогащения руд.

Завод для переработки древесной смолы строится в настоящее время и у нас, в Нижегородском крае.

Газы

Разложение древесины начинается приблизительно при 130°. Нагретая до этой температуры древесина успела отдать всю содержащуюся в ней влагу и из нее начинают выделяться неконденсирующиеся газы. Так называются газы, не способные сгущаться в жидкость. Они выделяются при разложении древесины вместе с подсмольной водой, проходят чрез холодильник и уходят в воздух. Иногда впрочем их собирают, как будет указано ниже.

Количество выделяющихся газов, равным образом как и состав их не одинаково, как при различных способах перегонки, так и в отдельные моменты ее.

При быстрой перегонке газов получается больше, чем при медленной. В среднем нужно считать, что при нормальной гонке, применяемой в углежжении, и в сухой перегонке дерева количество получающихся газов равно 25-20% от веса сухого дерева.

Если собрать все газы, выделившиеся при сухой перегонке дерева, то окажется, что они состоят из:

| | |
|--------------------------|--------------------|
| углекислоты | 57,1% |
| окиси углерода | 82,7% |
| углеводородов | 16,3% ¹ |

Из этих газов около половины приходится на углекислоту, которая не может гореть. Другая же половина приходится на окись углерода и углеводорода, которые горят. Так как эти газы горят, то они разумеется при горении выделяют тепло, которое может быть использовано. Так это и делается на хорошо оборудованных сухоперегонных заводах и углевыжигательных установках. Газы, пройдя холодильник, направляются по трубам в особые цистерны (газгольдеры), откуда по мере надобности они и направляются в топку.

Обычно количество газа измеряется не по весу, а по объему, кубическими метрами. Один кубический метр газа, выделяющийся при сухой перегонке дерева, весит около 1,5 кг.¹ Таким образом надо считать, что 100 кг древесины дадут $(20 - 25) : 1,5 = 13,3 - 16,6$ — в среднем около 15 куб. м газа.

¹ В числе газов не указан водород, так как общее количество его незначительно.

¹ Точнее — 1,479 кг.

Таблица 9

Количество тепла, выделяемое различными видами топлива, не одинаково. Дрова дают меньше тепла, чем каменный уголь, а каменный уголь — меньше, чем нефть. Количество тепла, выделяемого топливом при горении, измеряется калориями. Калорией называется количество тепла, необходимое для того, чтобы нагреть 1 кг воды на 1 градус. Один кубический метр древесного газа может дать около 865 калорий, а 15 куб. м дадут 12 965 калорий. Сравнивая эту величину с калорийностью дерева, равного приблизительно 3 600 калориям, находим, что этот газ может заменить $12\,965 : 3\,600 = 3,3$ кг дров. Если при сухой перегонке применять наряду с дровами и древесный газ, то это даст экономию в топливе примерно в 7 — 8%.

Вопросы и упражнения

1. Возьмите 2 — 3 угля, взвесьте их отдельно друг от друга и положите в банку с водой на несколько дней. Затем выньте из банки, дайте стечь воде и взвесьте снова. Подсчитайте, на сколько процентов увеличится вес угля.
2. Возьмите кусок свежесрубленного дерева и положите его сушиться на печь в течение недели. По истечении этого срока взвесьте и определите количество испарившейся влаги в процентах.
3. Что такое активный углерод и почему он нужен металлургу?
4. Уголь, выжженный при 500° содержит 80,2% углерода. Целиком ли это активный углерод?
5. Чем объясняется гигроскопичность угля?
6. На аппарате с отъемом продуктов переработано 4 500 м буковой древесины. Сколько должно получиться уксусной кислоты и сколько древесного спирта?
7. При сухой перегонке на 1 куб. м куреных дров тратится в качестве топлива $\frac{3}{4}$ куб. м подтопки. Последняя частично заменяется газами. Подсчитать, какая экономия получится в топливе, если завод перерабатывает в год 20 000 куб. м.

4 ГЛАВА

Дрова для углежжения.

Влажность дров

Свежесрубленное дерево всегда содержит значительное количество влаги. В зависимости от породы дерева, почвы, времени рубки и т. д. количество влаги в свежесрубленном дереве колеблется в пределах от 40 до 50%. В сухом дереве содержится всего 15 — 20% влаги. В первом случае в каждой тонне дров находится 400 — 500 кг воды, а во втором — 150 — 200 кг. В первом случае потребуется для удаления этой воды приблизительно вдвое больше топлива, чем во втором.

Прежде чем пустить дерево в переработку, его просушивают. Обычно сушка дерева ведется на открытом воздухе. Содержащаяся в дереве влага выделяется из него постепенно, как видно из приложенной ниже таблицы. Здесь в процентах показано количество влаги, остающейся в древесине при сушке на воздухе в различные периоды времени.

| Порода дерева | Время в месяцах после рубки | | | |
|------------------|-----------------------------|-------|-------|-------|
| | 6 | 12 | 18 | 24 |
| Бук | 23,24 | 19,14 | 17,40 | 17,74 |
| Береза | 23,28 | 18,10 | 15,98 | 17,17 |
| Ольха | 24,08 | 20,18 | 18,77 | 19,94 |
| Пихта | 28,56 | 16,65 | 14,79 | 17,22 |
| Ель | 29,31 | 28,54 | 15,81 | 17,76 |
| Осина | 31,00 | 21,55 | 15,87 | 17,17 |
| Сосна | 29,31 | 18,54 | 15,81 | 17,96 |

Из этой таблицы видно, что при сушке на воздухе наименьшая влажность древесины бывает после полуторалетнего лежания. К этому времени, в условиях нашего климата, содержание влаги в древесине падает до 15 — 18%. В Америке, при полуторалетнем лежании дерева на воздухе, его влажность падает до 12 — 15%, так как климат там более сухой, чем у нас. После 18-месячной сушки влажность дерева начинает увеличиваться. Дерево уже не отдает в окружающий воздух содержащуюся в нем влагу, а наоборот — поглощает ее из воздуха.

Объяснение этому нужно искать в следующем: дерево гигроскопично, т. е. оно способно поглощать влагу из воздуха. Пока в дереве больше влаги, чем в воздухе, оно выделяет из себя влагу. Это выделение продолжается до тех пор, пока влажность дерева не будет такой же, как и влажность воздуха, пока не наступит равновесие. Если дерево высушить в сухом комнатном воздухе, положим, до 1% влажности, а затем оставить его на открытом воздухе, то оно будет поглощать влагу из воздуха до тех пор, пока не наступит равновесие, пока влажность воздуха и дерева не будут одинаковы.

Если принять в соображение это обстоятельство, то казалось бы, что влажность дерева после полуторалетнего лежания не должна увеличиваться. А между тем таблица 9. показывает обратное. Причина этого заключается в том, что дерево обычно начинает загнивать. При высушивании дерево ссыхается, дает трещины. Через эти трещины внутрь дерева проникает влага, и там развивается гниение.

Особенно легко загниванию подвергается неошкуренное дерево. Такая древесина сохнет очень медленно. В хвойных породах неошкуренная древесина при долгом лежании на воздухе становится слабой и дряблой, а в лиственных породах, особенно в березовых дровах, просыхают только их концы, средняя же часть дерева не сохнет совершенно, так как береста очень плотна и не позволяет испаряться содержащейся в древесине влаге. Этим и объясняется, что неошкуренные поленья, пролежавши на воздухе несколько лет, представляют собою как бы трубу из коры, наполненную трухой. Внутри коры находится только около 15 — 20% этой древесной трухи, остальные же 80 — 85% представляют собой влагу.

Просыхание нерасколотого дерева идет главным образом через торцы. Это объясняется расположением в дереве сосудов, содержащих воду. Через торцы испаряется примерно в 10—15 раз больше влаги, чем через боковую поверхность.

При раскалывании дров увеличивается поверхность, через которую идет испарение влаги. Поэтому при заготовке дров для углежжения необходимо раскалывать кругляки толще 12 см, кругляки же тоньше 12 см раскалывать нет необходимости, их пролысывают. Пролысывание заключается в том, что с двух сторон кругляка снимается топором полоса коры. Находящаяся под корою древесина обнажается и через нее идет испарение влаги.

Дровяной склад

Заготовленные в лесу дрова доставляются на место, где происходит выжигание угля. Здесь они укладываются в поленицы на особой площадке. Правильное расположение площадки имеет очень важное значение, так как это позволяет вести правильный учет расхода и прихода дров.

Место для каждой поленицы должно быть постоянным. Это место должно быть ограничено столбами и на нем необходимо уложить постоянные лежки. Дрова укладываются на лежки. Таким образом, они не соприкасаются с землей, что предохраняет их от загнивания. Кроме того благодаря наличию лежек снизу в поленицу проникает воздух, что способствует просыханию дров. Между поленицами оставляются промежутки для осмотра дров, перекалывания их в случае если поленица завалится, а также проезда между ними. Эти же промежутки служат для свободного доступа воздуха между поленицами. По ним уносится влага, выделяющаяся из дров при их сушке. Удобнее всего давать поленицам направление с севера на юг: тогда одна поленица не затеняет другую. Это незначительное обстоятельство действует благоприятно на сушку дров.

На штабельных столбах укрепляются дощечки с последовательными номерами полениц. Эти номера значительно облегчают правильный отпуск дров в переработку.

Есть еще одно важное обстоятельство, на которое необходимо обращать очень серьезное внимание: оно заключается в правильной, плотной кладке дров. Для того, чтобы быть плотно уложенными, дрова прежде всего, еще при заготовке в лесу, должны быть очищены от сучьев. Сучья не позволяют положить одно полено вплотную к другому, и плотная кладка дров с сучьями не возможна.

Во время хранения в поленицах дрова просыхают. При этом отдельные поленья ссыхаются, сокращаются в объеме и вся поленица дает усадку. Усадка бывает тем больше, чем больше влаги было в дровах. Чтобы к тому моменту, когда дрова пускаются в расход, поленица имела надлежащий размер, дрова при кладке выкладываются «с напуском». Поленица кладется несколько выше, чем она делается в 5 см для сухих дров (см. ниже), 10 см, для полусухих дров и 15 см — для сырых. Когда дрова просохнут, — высота поленицы будет равна 2 м.

Качество дров

Понятие «сухие», «полусухие» и «сырые» дрова, принятые углежогами, определяют, сколько времени они пролежали после рубки и сколько влаги в них содержится.

Сухими дровами называются дрова, нарубленные в период с 1 апреля по 1 сентября и пролежавшие на воздухе два летних сезона, включая сюда и период рубки. В сухих дровах влаги должно быть не более 25%.

Полусухими дровами считаются дрова, заготовленные в период с 1 сентября по 1 августа и пролежавшие до обугливания один сезон, считая и период рубки. Содержание влаги в полусухих дровах должно быть от 25 — 35%.

Сырыми дровами называются заготовленные с 1 августа по 1 апреля и простоявшие до обугливания только одну осень и зиму. Содержание влаги в них превышает 35%.

Дрова поступают на склад в расколоте, пролысеном, а если возможно, то и в ошкуренном виде.

Размеры дров имеют очень важное значение, как при просушке, так и при их обугливании. Мелко расколотые дрова, как известно, скорее сохнут. Но сверх того такие дрова дают и лучший уголь. Уголь, полученный из толстых дров, мельче, имеет больше трещин, и поэтому слабее. Кроме того при переугливании крупных дров на самое переугливание идет больше дров в виде топлива. Практикой признано, что для углежжения наиболее желательной является расколка в 12 — 15 см для сухих и полусухих дров и не более 12 см для сырых.

Другим важным обстоятельством, как для сушки дров, так и для углежжения, является однородность дров. Однородными дрова должны быть не только по расколке и сухости, но и по породе.

На Урале существуют дрова, называемые «сметник». Под этим названием понимаются дрова смешанные, т. е. состоящие из дров различных пород. Но сколько дров каждой породы входит сюда, не определяется. В сметнике может быть одна пятая часть березы и четыре пятых ели и наоборот. Могут быть и дрова нескольких пород в различных отношениях, например половина ели, четверть березы и четверть сосны. Такое смешение пород очень вредно отражается на сушке дров и на их переугливании. Кроме того дрова различных древесных пород отличаются различной плотностью и крепостью. Вследствие этого дрова, будучи одновременно загружены в печь, обугливаются будут неравномерно: одни породы обуглятся быстрее, другие — медленнее. Одновременное переугливание неодинаковых дров не удастся и различный уголь, неодинаковый по своей прочности, размерам, количеству трещин и т. д., что конечно нежелательно. Во избежание этого дрова до переугливания должны быть подсортированы. Сортировку дров удобнее всего производить на складе, при заводе дров. Дрова должны быть прежде всего подсортированы по породам. Допускается смешивать и класть в одну поленицу: 1) ель, пихту, 2) сосну и сибирский кедр, 3) осину, лиственницу, ольху, 4) клен, ильм и дуб. Каждая из этих групп дров в свою очередь должна быть подразделена на сухие, полусухие и сырые. При сортировке должны

быть выбраны все гнилые дрова. Ситовые дрова допускаются для переугливания в количестве, не превышающем 5% общего количества дров.

В инструкциях по приемке дров говорится, что дрова должны быть уложены в поленницы «по возможности плотно». Это слово «по возможности» крайне неопределенно и часто вызывает толки и споры. Кладчики дров всегда доказывают, что они уложили дрова «плотно», а приемщики утверждают обратное.

Чтобы представить себе, что значит плотная кладка дров, необходимо принять во внимание следующее: дрова измеряются в кубических мерах. Различают плотные и складочные кубометры.

Если взять сплошной плотный кубометр древесины, выпиленный из дерева громадных размеров, расколоть его на поленья средней величины и дать ему среднюю укладку, то ясно, что количество древесины остается то же самое, но объем ее увеличится. А именно при указанных условиях 1 куб. м плотной массы превратится в 1,54 куб. м складочной массы. Следовательно, чтобы пересчитать плотную массу на складочную, нужно умножить объем плотной массы на 1,54. И наоборот: чтобы пересчитать складочную массу на плотную, нужно объем складочной массы разделить на 1,54 или, что то же самое, умножить на 0,6. Это показывает, что в 1 куб. м складочных дров содержится шестьдесят четыре сотых куб. м плотной массы. Такой кубометр дров является средним или нормальным складочным кубометром.

Разумеется дрова можно уложить и более плотно. Уральские углежогги считают, что дрова при печах должны укладываться с такой плотностью, чтобы в 1 куб. м было 0,71 куб. м плотной древесной массы.

Вопросы и упражнения

1. Углежигательная печь имеет в длину 10 м, в ширину — 250 см и в высоту 2 м. Определить, сколько плотной древесной массы входит в печь.
2. Взять 5 — 6 кругляков одинаковой длины и точно подсчитать их объем. Мелко расколоть и, уложив в правильную поленницу, измерить объем. Сравнить с показанными выше коэффициентами (0,64 и 0,71).
3. Сколько нужно заготовить дров, чтобы после полугодовой сушки в штабелях (поленницах) получилось 1 000 куб. м.
4. Почему нет расчета просушивать дрова долее полутора лет?

5 ГЛАВА

Кучное углежжение

Понятие о кучах

Кучи отличаются большим разнообразием и по своей величине и по своей форме. Устраивают маленькие кучи, в которые укладываются всего 20 — 30 куб. м дров; наряду с этим устраиваются кучи на 100 — 150 куб. м. По форме различают стоячие кучи (рис. 8) и лежащие (рис. 9). У нас наибольшим распространением пользуются

стоячие кучи, в которых переугливаемые дрова установлены в три ряда.

Но каковы бы ни были формы и внешний вид куч, сущность работы на них остается одна и та же. Представить себе ясно работу кучи можно лучше всего сравнив ее с работой печи.

Для того чтобы переуглнить дрова, необходимо их нагреть до определенной предела, необходимо сообщить им определенное количество тепла. Для получения этого тепла при печном углежжении топливо сжигается в особо устроенных топках. Получающиеся при этом горячие газы направляются в печь, где находятся дрова. Топочные газы отдают дровам свое тепло и заставляют их переуглиться, т. е. разложиться, превратиться в уголь, газообразные и парообразные вещества, выводимые из печи. Таким образом в печах происходит бескислородное обугливание древесины.

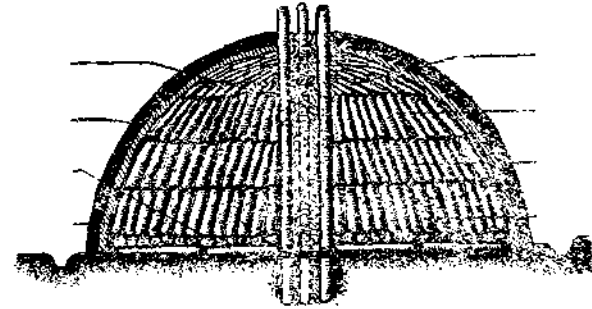


Рис. 8. Внутренний вид стоячей кучи.

В кучах углежжение происходит несколько иначе. В куче дрова сложены под покрывшкою из земли. Дрова зажигаются, и обугливание идет за счет того тепла, которое получается при горении дров. Горение же возможно лишь в том случае, если в кучу будет постоянно притекать наружный воздух.



Рис. 9. Наружный вид лежащей кучи.

Для этого в покрывшке кучи пробиваются входные отверстия, называемые «окнами». При горении дров образуются газы и дым. Для вывода их из-под покрывшки, в ней пробиваются другие отверстия. Таким образом в куче образуется тяга.

При кучном углежжении часть дров в куче сгорает. Для горения требуется воздух или вернее содержащийся в нем кислород, почему и углежжение в кучах будет кислородным.

Кучное углежжение по сравнению с печным имеет свои недостатки и свои преимущества.

Главное преимущество кучи заключается в простоте устройства. Углежогги сами складывают кучу, причем все необходимые материалы берут тут же, на месте. Другое крайне важное преимущество кучи заключается в легкости перемены места, где ведется углежжение. Разумеется переменить место для кучи гораздо легче, чем перенести сложенную из кирпича печь.

К кучному углежжению прибегают часто в тех случаях, когда

деланка, предназначенная для выжигания угля, незначительна по размерам. Для выжигания нескольких десятков и даже сот куб. м угля строить кирпичную печь не выгодно.

И наконец очень важное преимущество кучного углежжения перед существующим печным заключается в том, что при первом получается уголь более высокого качества. Кучной уголь крепче, тверже и содержит больше углерода, чем уголь, полученный в печах. Объясняется это тем, что в куче температура, при которой происходит разложение древесины, выше, чем в печах. Поэтому в кучном угле и содержится больше активного углерода.

Вследствие этих причин кучное углежжение сохранилось до сих пор не только в районах и в странах, где мало леса, как например в Центрально-черноземном районе СССР, в Германии и Чехо-Словакии, но и в странах, где еще много леса — в Финляндии, Швеции, Норвегии. В значительной степени здесь играет роль то обстоятельство, что при кучном углежжении используются те порубочные остатки и отходы, которые при печном углежжении обычно пропадают.

Наряду с этими положительными сторонами кучное углежжение имеет и свои отрицательные стороны.

Как указывалось, в куче углежжение происходит за счет того тепла, которое образуется при горении дров, находящихся под покрывной кучи. Другими словами, часть дров сгорает. Таким образом и выходы угля при кучном углежжении меньше, чем при печном. Эта разница в выходе угля определяется в 15%, а иногда и больше.

Другой недостаток — зависимость углежжения в кучах от погоды и времени года. Это — крайне важный недостаток, так как сильно сокращает время работы. И наконец третий недостаток заключается в самом характере работы, в руководстве выжигом: как мы уже говорили, опытные углежгоги для работы на кучах создают лишь многолетней практикой. В настоящее время (1931 г.) на Урале в кучах выжигается не более 5% всего угля. В других районах кучи сохранились и до сих пор.

На кучном углежжении необходимо остановиться более подробно. Ниже будет описана трехрядная, так называемая немецкая куча, наиболее распространенная.

Кладка кучи

Для кучи выбирается сухое место, защищенное от ветра. Грунт должен быть из беляка или мергеля с примесью песка и покрыт слоем перегноя. Ни в коем случае не допускается глинистая или торфяная почва. При жарке, который бывает в куче, глина — как говорят углежгоги — «скапает». Она сохнет, трескается и плакуются. Через образовавшиеся трещины проникает воздух, что нарушает правильную работу кучи. Куча «не плохнет» и уголь «не горит».

Выбранное место тщательно очищают от камней, корней и других посторонних тел. Это место называется *током*. Посредине тока вбивается кол. Это — центр будущей кучи. Вокруг тока при помощи серевки очерчивается круг. На ток привозится вязкая земля, кото-

рая и насыпается на круг так, чтобы в центре, возле кола, она была выше, чем у краев. Таким образом ток напоминает собою опрокинутую вверх очень плоскую воронку. Ток должен быть совершенно гладким, без выбоин, ям и западин. Для этого его утрамбовывают. Для стока воды вокруг тока вырывается неглубокая канава. Кладка коистра начинается с устройства зажигательного канала. Для этого в самой середине тока вбиваются четыре кола так, чтобы они приходились в углах квадрата (рис. 10), стороны которого равны примерно 35 см. Коля для большей устойчивости перевязываются вицами. К ним присоединяются сухие дрова, которые ставятся непосредственно на ток. Обычно их устанавливают в два ряда. Как будет показано ниже, эти дрова загораются прежде всего и от них уже горение и обугливание в куче распространяется во все стороны. Эти дрова должны быть непременно очень сухими.

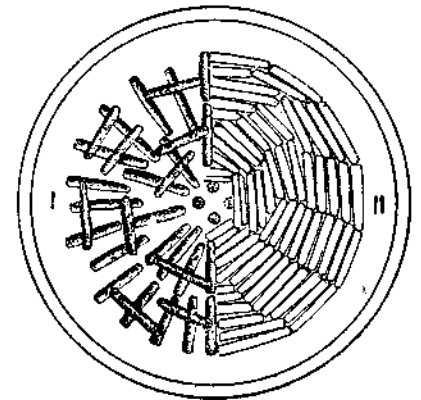


Рис. 10. Укладка подстилки.

Когда же дрова установлены, выкладывается подстилка или помост. Его кладут из двух рядов дров. Первый, нижний ряд (рис. 10. I) направлен от середины кучи (канала) к окружности. Верхний же ряд состоит из дров, положенных на первый ряд в поперечном направлении (рис. 10. II) Второй ряд представляет собою как бы пол, перекрывающий балки.

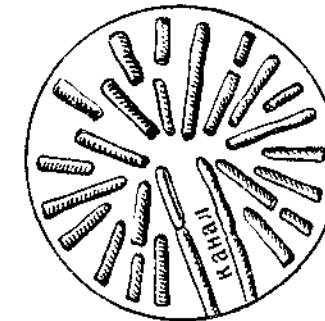


Рис. 11. Куча с горизонтальным каналом.

В некоторых районах кучи укладываются иногда не на помост, а непосредственно на землю. В других случаях в кучах не делается канала, ограниченного четырьмя колами, перевязанными вицами, а в центре будущей кучи вбивается кол. К нему прислоняют сухие мелко поколотые дрова. В этом случае канал устраивается в помосте. Его не сплошь выкладывают дровами, а оставляют свободное пространство (рис. 11). В том и другом случае канал служит для разжигания кучи.

Предназначенные для переугливания дрова устанавливаются в два или три ряда, почему и кучи называются двух- или трехрядными.

Первый ярус устанавливается прямо на помост, почти что в отвесном положении. Дрова должны быть уложены возможно плотнее, так, чтобы между ними не было пустот и промежутков. Чем меньше пустот, тем меньше воздуха находится в куче и тем лучше, ровнее идет переугливание. При плотной установке получается и большая

устойчивость кучи; это очень важно в начале работы, когда куча подвергается сильным сотрясениям от взрывов внутри.

То же самое необходимо сказать и относительно второго и третьего ярусов. И здесь нужна возможно более плотная укладка. Для этого сучья на поленьях должны быть обрублены, а в промежутках между толстыми поленьями уложены более тонкие. Дрова во втором ярусе ставятся более наклонно, чем в первом, а в третьем еще более наклонно, чем во втором. Этим куче придается куполообразная форма. Чтобы придать ей еще более округлость, поверх третьего яруса укладывается чепец (рис. 8). Он состоит из двух рядов мелко наколотых дров, уложенных почти-что в лежащем положении. Сложенная таким образом куча осушивается, или л е м е ш и т с я.

Лемешение заключается в том, что пустоты между отдельными поленьями и между рядами заполняются тонкими дровами. Последние при подвозке дров к месту выжигаются отбираться отдельно. После лемешения поверхность кучи должна быть возможно ровной и напоминать по форме меньшую долю апельсина, разрезанного близ середины. Поверх сучьев кладется нижняя крышка, состоящая из листьев, веток, покрытых хвоей, или листьев и мха. Эта работа, называемая «хвоением», производится затем, чтобы прикрыть дрова слоем, не позволяющим земле из верхней крышки осыпаться на дрова. На нижнюю крышку кладется верхняя. Ее делают различно: чуть не каждый углежог делает ее по-своему. На Урале чаще всего нарезается дерн, которым и покрывается куча. Трава дерна обращена внутрь кучи, к дровам, а землистая часть наружу. Поверх дерна производят о с ы п к у, т. е. покрывают слоем земли, смешанной с «патыей». Так называется угольная мелочь, оставшаяся на току от предыдущей кучи. Если к земле не подмешана патья, крышка пропускает внутрь кучи воздух. Часть дров, лежащая при этом непосредственно под крышкой, сгорает, и куча дает низкие выходы угля. Когда для углежжения выбирают новое место, то на новом току не оказывается патыи. Чтобы ее получить углежог пережигают в кучах древесную мелочь — ветви, хворост и полученный уголь смешивают с землей. Нужно заметить, что такой уголь не может заменить патью, и первая куча всегда дает пониженные выходы угля. Поэтому очень часто углежог привозит на новое место патью со старого тока. Крышка делается в верхней части кучи более толстой, чем с боков и снизу. На чепце она достигает 35 см, а с боков кучи равна 20 — 2 см.

Крышку укладывают, начиная с нижней части кучи, уплотняя ее ударами лопаты. Когда крышка поднята настолько высоко, что стоя на земле уже не представляется возможным класть ее выше, — к поверхности кучи прислоняют поленья. Их перекрывают слегами, на которые и поднимается углежог при дальнейшей работе. Эти сходы должны быть устроены прочно, так как по ним углежогу приходится постоянно подниматься во время работы на кучу. Устройство крышки — очень ответственная работа. Углежог стремится всегда закончить ее в течение одного дня. Для этой цели часто специально даже набирают рабочих, при этом количество их зависит от размеров кучи. На одного человека полагается 15 куб. м дров, т. е. для кучи в 90 куб. м требуется шесть человек.

Впуск воздуха

Куча может работать правильно лишь в том случае, если в ней будет выпускаться наружный воздух и вместе с тем будут выпускаться из кучи образующиеся в ней пары воды и газа. От того, как и когда выпускается воздух и выпускаются пары воды, зависят выходы угля и вся работа кучи. При неправильном выпуске воздуха дрова могут не обуглиться, а сгореть. Тогда углежог, открыв крышку кучи, найдет под ней не уголь, а золу.

Для выпуска паров и газов в крышке пробиваются отверстия, называемые окошками. Их пробивают в крышке там, где происходит обугливание. Пробивать выше этого места, где лежат еще не обуглившиеся дрова, или же ниже, где находится уже готовый уголь — нельзя: от этого может нарушиться вся работа кучи.

В правильном выпуске воздуха, т. е. в своевременном пробивании отверстий в надлежащем месте, а также в своевременном выпуске паров и газов и заключается управление кучей. Это — работа трудная, требующая большого навыка и длительного опыта. Немудрено поэтому, что опытные углежог, — в большинстве случаев уже молодые люди, выросшие у куч.

Время, необходимое для обугливания кучи, очень различно. Оно зависит прежде всего от размеров кучи. Чем больше куча, тем дольше продолжается ее обугливание. Кроме того есть еще целый ряд причин, влияющих на быстроту обугливания. Крупно расколотые дрова обугливаются медленнее, чем мелко расколотые; сырые дрова — дольше горят, чем сухие и т. д. Как среднее можно считать, что полный оборот кучи размерами в 100 куб. м происходит в течение 14 — 18 дней.

Зажигание и сушка кучи

Для зажигания кучи служит канал 8, оставленный во время кладки. В зависимости от того, как устроен зажигательный канал, ведется и зажигание кучи. При канале, расположенном по оси кучи, ко времени зажигания должны быть открыты подвалы — нижние впускные отверстия. Углежог по сходам поднимается на кучу и забрасывает в канал сухую мелочь: дрова, бересту и т. п. Поверх мелочи засыпается красный уголь. Канал открыт сверху. Он служит как бы дымовой трубой, через которую устремляется кверху наружный воздух, входящий в кучу через открытые подвалы. Образуется тяга, благодаря которой от красных углей разгораются дрова в каналах. От разгоревшихся дров из канала начинает выделяться густой черный дым. Углежог тщательно перемещает клюшкой горящие дрова и время от времени подбрасывает в канал сухих дров до тех пор, пока из канала не начинает выделяться более светлый серый дым. Это показывает, что загорелись дрова, находящиеся возле канала, в нижнем ярусе кучи. Прибавив в канал еще сухих дров, углежог закрывает отверстие зажигательного канала куском дерна, поверх которого насыпает слой земли.

Если канал для зажигания устроен между лежками, служащими подстилом, то зажигание ведется при помощи горячей бересты.

Предварительно при кладке канал наполняют сухим, легко воспламеняющимся материалом. Когда он разгорится от бересты, его шестом продвигают к з а т р а в к е — сухим дровам, прислоненным к центральному столбу. Здесь, как и в первом случае, подвалы оставляются открытыми.

Зажигание кучи производится до наступления рассвета. Вскоре после зажигания в куче происходят взрывы (костер «ухает» или «чухкается»), которые нарушают целостность наружного слоя кучи. Исправлять эти повреждения гораздо легче и удобнее днем.

Начало работы кучи заключается в просушке дров.

Теплота, образующаяся при горении дров внутри костра, распространяется во все стороны. Дрова прогреваются, и находящаяся в них влага превращается в пар. Пар стремится выбиться через крышку кучи наружу. Если крышка кучи достаточно прочна и плотна, пар не может пробиться наружу; он в виде капель росы оседает на крышке. Это называется п о т е н и е м кучи. При слабой крышке пар выбивается наружу и окутывает кучу клубами. В таких слабых местах угольжог подсыпает земли, делая этим крышку более плотной и потение кучи более равномерным. Во время сушки кучи через каждые 6—8 часов открывается отверстие зажигательного канала. Угольжог перемешивает клякшей горющие дрова и привлекает к ним еще сухой мелочи или же угля. Если в канале огонь разгорится очень сильно, необходимо уменьшить тягу. Для этого закрывают некоторые из подвалов. При слабом огне тяга должна быть увеличена. Сушка заканчивается обычно к тому времени, когда мелкие дрова, находящиеся в нижнем ярусе, выгорели. Она продолжается 1—3 дня в зависимости от того, из каких дров была сложена куча. Если куча сложена из сухарника и горельника, то первоначально работа ведется возможно медленнее, на слабом огне и при незначительной тяге. В противном случае могут происходить значительные взрывы.

При толстых и вдобавок еще сырых дровах сушка кучи может затянуться на трое и даже на четверо суток.

Обугливание кучи

Обугливание начинается после того, как дрова стали совершенно сухими. При просушке дрова садятся; объем их уменьшается, они становятся тоньше, короче. Между дровами и крышкой образуется пустота, вследствие чего крышка и садится. Она опускается на дрова, давая трещины и провалы, и пропуская в костер наружный воздух. Эти пустоты необходимо заполнить свежими дровами. Такое добавление свежих дров называется к о р м л е н и е м кучи. Для кормления кучи возле нее всегда должны быть коротко нарубленные (не более 500 см) и мелко наколотые дрова в количестве по крайней мере 2—3 куб. м. Тут же должны быть заготовлены куски дерна, земля, смешанная с патьей, и инструменты: лопата, грабли, колотушки, кайло.

При кормлении угольжог лопатой снимает крышку в том месте, где образовался провал, и наполняет образовавшуюся пустоту поленьями. Поверх поленьев насыпается слой угольной мелочи, затем

кладется ряд дров, снова слой мелочи и т. д., пока провал не будет заполнен. Поверх заполненного провала укладывается новый слой крышки.

Перед началом кормления кучи все подвалы закрываются, чтобы прекратить доступ наружного воздуха в нее, и открывают их вновь лишь через 1½—2 часа после того, как кормление закончено.

Взрывы происходят оттого, что образовавшиеся при обугливание дров газы смешиваются с воздухом и дают взрывчатую смесь. Перед взрывом внутри кучи слышится глухое рокотанье. Услышав его, угольжог закрывает подвалы и этим прекращает доступ наружного воздуха в кучу. Сверх того в чепце он пробивает несколько отверстий, через которые выпускаются скопившиеся взрывчатые газы.

Таким образом удается предотвратить взрыв. Взрывы иногда бывают очень сильные. От силы взрыва не только портится крышка костра, но и раскидываются в разные стороны дрова.

Обугливание дров начинается в средней части кучи, возле зажигательного канала. Когда дрова просохли и горение внутри кучи оказывается достаточно сильным, обугливание направляют к чепцу. Для этого зажигательное отверстие в канале закрывается дерном, а в крышке чепца пробиваются скна. До сих пор зажигательный канал служил как бы дымовой трубой, через которую из кучи вытягивались газы и воздух, поступивший в нее чрез подвалы. Теперь тяга идет через окна. При работе описываемой кучи пробивается два ряда окон — один выше другого. При этом наблюдается, чтобы величина окон была по возможности одинаковой и чтобы они находились на равной высоте от земли.

Первоначально из окон выделяется белый дым. Собственно это не дым, а пары влаги, оставшейся в дровах после просушки. Постепенно дым меняет свой цвет. Он становится серым, а затем и желтым. Из него постепенно исчезают пары воды, а вместо них появляются газы, пары спирта, кислоты и смола, которые выделяются при обугливание дерева. Этот дым имеет резкий, пригорелый запах. Желтый цвет дыма показывает, что обугливание дров, находящихся между двумя рядами пробитых окон, совершается полностью. Из желтого дым постепенно становится синеватым, а затем и прозрачным. Это показывает, что из древесины удалены летучие части и что она превратилась в черный уголь.

Когда начинает появляться прозрачный дым, верхний ряд окон плотно закрывают дерном, засыпают землей и ниже второго ряда пробивают новый, третий ряд. С ним повторяется то же самое, что было с предыдущими окнами. Сперва из него идет белый дым. Он постепенно становится серым, потом желтым и наконец синеватым и прозрачным. Тогда второй ряд окон закрывается, а ниже третьего ряда пробивается четвертый, еще ближе к подвалам. Так постепенно окна опускаются все ниже и ниже, пока не доходят почти до самых подвалов. Когда и из этого (нижнего) ряда начинает идти прозрачный дым, угольжогне считается законченным.

Время окончания выжигания угольжог определяет еще железным щупом. Просовывая его то там, то здесь внутрь кучи, он определяет наощупь, закончилось ли переугливание дров. Щуп представляет собою прут из круглого железа, длиной в 3,5 м и в диаметре в 15—20 мм.

Щип заострен на одном конце, другой же его конец загнут в виде рукоятки. Все отверстия в крышке кучи, равно как и подвалы, плотно закрывают дерном, засыпают землей и куче дают остыть. Оставание продолжается 1½—3 суток в зависимости от величины кучи.

Перед тем как оставить кучу остывать, углежог приступает к ее очистке. Для этого вся земля, покрывающая кучу, перелопачивается и распушивается. От порогов убирают все пласты, лежки и так называемый «хребтинник» (так называются не обуглившиеся в пороге и частью под крышкой поленья). Затем метлой счищают с кучи комья земли и хлам. Земля, покрывающая в это время кучу, походит на пенел. Чем лучше «уделана» земля, тем «тухлее» куча.

После очистки куче дают охладиться. При этом углежог постоянно должен наблюдать, чтобы где-нибудь на ее поверхности не появились «сопла» и «свищи». Иногда крышка оказывается расщеплена слишком сильно. Оставшийся слой земли слишком тонок и через него пробивается огонь. В этом случае свищи немедленно засыпаются землей. По наблюдениям углежогов, кучи больше всего «свищут» в сырую погоду.

Ломка кучи

Обычно через сутки после чистки начинают ломать кучу. К ломке приступают с чепца. Для этой цели углежог лопатой сгребает часть крышки и обнажает уголь. Бережно, стараясь не мять, углежог захватывает уголь ребром лопаты. Он просовывает лопату между отдельными рядами обуглившихся дров и выбрасывает их на поверхность кучи. Затем тотчас же насыпает землей обнаженную часть, чтобы не дать возможности углю воспламениться в куче. Так продолжается ломка чепца рядами. Выломав чепец, углежог переходит к верхнему ряду и ломает его рядами, обходя кругом. Затем переходит к среднему и наконец к нижнему ряду. Засыпая землей обнаженные места, он все ниже и ниже опускает землю, пока она не достигнет почвы. По мере того как углежог, выламывая пластами из кучи уголь, оставляет его на поверхности, подручные рабочие (эту работу часто выполняют и женщины) бережно отгребают уголь вниз. При работе лопатой уголь часто разбивается на куски. Поэтому шведские углежогги заменяют лопату киркою, согнутая железная часть которой раза в два длиннее обыкновенной кирки. Киркою очень удобно захватывать целые ряды угля и выбрасывать их на поверхность кучи. При этом уголь не ломается. Уголь располагается вокруг кучи тонкими «валками». Здесь он и охлаждается. Если обнаружится, что уголь где-либо тлеет, его заливают водой или же засыпают землей, взятой от крышки. Иногда куча при ломке дает очень мало тлеющего угля. Такую кучу углежогги называют «тухлой». Когда же огня много, и его постоянно приходится заливать водою, кучу называют «огнистою». Углю дают остыть приблизительно в течение дня, а затем, когда убедятся, что огня нет, уголь собирается в кучи — валы. Валы располагаются обычно вокруг кучи, но не сплошной стеной, а с двумя-тремя перерывами, чтобы к куче был свободный доступ. Чтобы валы не развалились и были возможно выше и круче, их укрепляют с трех сторон изгородью из жердей. Для предохранения

угля от дождя, валы накрываются кусками коры, расположенными наклонно. По ним легко стекает дождевая вода. Для уборки угля в валы служит инструмент, называемый «въемом» (рис. 12). Последний представляет собою род лопаты с заостренными зубьями.

При ломке кучи остается так называемый «хребтинник», т. е. не обуглившиеся поленья, и «копытник» (не обуглившиеся концы поленьев), лежки и часть настила. Хребтинник и копытник во время ломки кучи отбрасываются в сторону. По окончании ломки кучи из них складывают небольшую кучу, с о б а к у, устроенную так же, как и большая куча. Собака обугливается скоро, в сутки, самое большее — в полтора суток. Ее ломают так же, как и большую кучу, и уголь присоединяют к предыдущему.

По окончании уборки угля в валы, углежог должен еще два-три дня следить, чтобы где-нибудь не оказался огонь, и уголь не воспламенился. Одновременно с этим ток очищают, т. е. перелопачивают всю землю, удаляя при этом оставшиеся лежки и куски угля.

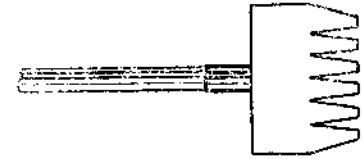


Рис. 12. Въем.

Ломка костра производится лишь в сухую погоду и при сухой земле. Во время дождя, равно как и после дождя, пока земля не успела просохнуть и стоит слякоть, разгружать кучу нельзя: грязь прилипает к углю, пачкает его, что крайне вредно отражается на чугуне при плавке в домне.

Работа на куче — трудное дело, требующее большой опытности и навыка. Если углежог не во-время откроет окно, упустив для этого необходимый момент, или же наоборот закроет его не во-время, часть угля может сгореть. Это отразится на выходе угля. Как среднее можно считать, что при опытном углежогге и при удовлетворительных дровах из кучи выходит количество угля, по объему равное половине объема взятых дров, т. е. из 1 куб. м дров получается около 0,5 куб. м угля.

Нормы выжиги и расход поденщины на 1 куб. м кучного угля видны из следующего:

Таблица 10

| Степень влажности дров | Еловый и сосновый уголь | | | | | |
|------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|---------------|----------------------------|-------------|--------------|
| | Расчетка площади подвозка и укладка | Хвоение, дерянные осипка кучи | Переугливание | Охлаждение кучи и разломка | Всего пещих | Всего жонных |
| Сухие | 0,19 | 0,08 | 0,16 | 0,09 | 0,52 | 0,09 |
| Полусухие | 0,22 | 0,09 | 0,18 | 0,10 | 0,59 | 0,10 |
| Березовый уголь | | | | | | |
| Сухие | 0,29 | 0,11 | 0,24 | 0,13 | 0,77 | 0,13 |
| Полусухие | 0,33 | 0,13 | 0,27 | 0,15 | 0,88 | 0,15 |
| Осиновый уголь | | | | | | |
| Сухие | 0,23 | 0,11 | 0,19 | 0,11 | 0,64 | 0,11 |
| Полусухие | 0,26 | 0,12 | 0,22 | 0,12 | 0,71 | 0,12 |

Как видно из этих цифр, березовый уголь требует наибольшей затраты рабочей силы.

Зная стоимость рабочей силы и дров, нетрудно подсчитать, во что обойдется 1 куб. м угля.

Неправильная работа кучи

При правильной работе кучи обугливание дров начинается в центре кучи, возле зажигательного канала. Открывая окно в чепце, углежог направляет тягу к верхней части кучи, где и начинается обугливание дров. Постепенно окна опускаются ниже и ниже, и вместе с тем опускается обугливание дров. Оно идет от чепца к третьему, второму, а затем и первому ряду. Внутренний вид обугливаемого костра показан на рис. 13.

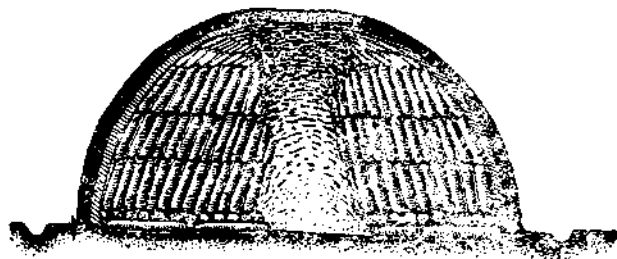


Рис. 13. Внутренний вид обугливаемой кучи.

Но так ровно и правильно обугливание происходит крайне редко. Для этого необходимы не только очень большая опытность углежoga, но и совершенно тихая погода. Ветер является одним из наиболее злых врагов углежoga, препятствующих и затрудняющих его работу.

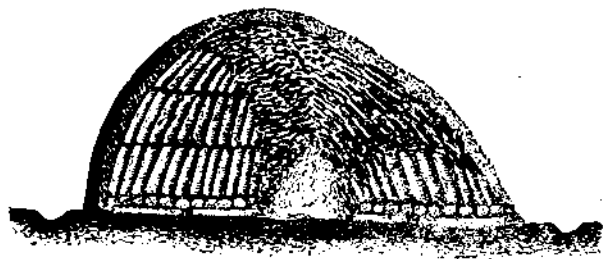


Рис. 14. Неправильное обугливание кучи.

Врываясь внутрь кучи через окна, ветер нарушает тягу и вызывает неправильное обугливание дров. Вместо того чтобы равномерно распространяться сверху вниз, обугливание усиливается в одной стороне кучи и ослабляется в другой; куча (рис. 14) получает неправильную форму; с подветренной стороны происходит усиленное обугливание, вследствие чего покрывка в этом месте оседает. Чтобы направить правильно ход обугливания кучи, с подветренной стороны закрыва-

ются окна, и тяга направляется в противоположную сторону до тех пор, пока обугливание во всех частях кучи не выровняется. Подобная неправильная работа кучи очень вредно отражается на выходах угля. Часть дров не обугливается, а сгорает. И если углежогом своевременно не приняты меры к исправлению хода кучи, что требует с его стороны большой опытности, — значительная часть дров может сгореть.

Вопросы и упражнения

1. От чего зависит цвет дыма, выделяющегося через окна кучи?
2. На кучу для обугливания взято $7\frac{1}{4}$ куб. м плотной древесной массы. Рассчитать, сколько угля получится, если выход его равен 56%.
3. Составить калькуляцию на выжиг угля из 25 куб. м плотной древесной массы.
4. Подсчитать стоимость продукции из кучи в 100 куб. м полусухих березовых дров; стоимость дров — 77 коп. и рабочей силы — 1 р. 50 к. и кошной — 3 р. 25 к. в день.

6

ГЛАВА

Печное углежжение

Углежжение в кучах (костровое), как указывалось, имеет много недостатков. Это обстоятельство заставило в районах с развитым углежжением перейти от куч к печам.

В печах топки обычно устраиваются отдельно. В них сжигаются дрова, а получающиеся при этом газы и продукты горения по особым каналам отводятся в печь. Газы очень горячи. Проходя через дрова, они прогревают их. От нагревания дрова в свою очередь подвергаются разложению. Образовавшиеся при этом газы выводятся наружу через особые трубы. В печах трубы играют роль окон в куче.

Работа печи

Прежде чем пустить печь в ход, необходимо проверить, нет ли в своде печи и в ее стенках щелей, и если щели окажутся, замазать их глиняным раствором. Под печи должен быть гладким, ровным и чистым, и вместе с тем иметь уклон от середины к углам. На нем не должно быть углублений и выбоин. Точно также на поду не должно оставаться грязи и мусора от предыдущей операции. Выбоины должны быть заделаны, грязь выметена метлой во избежание задержки на поду подомольной воды и влаги.

Загрузка печи производится обязательно днем, под непосредственным наблюдением мастера. Как и при кладке кучи дрова укладываются в печи на настил, на лежки. Поверх этих лежек укладывается сплошной настил из колотых, ровных дров. Дрова кладутся в поперечном направлении возможно плотнее одно к другому. Над точечным отверстием выкладывается четырехугольная клетка в виде трубы. Иногда случается, что через отверстие из топки выбивается пламя. При наличии клетки пламя коснется только ее и не тронет переугливаемых дров.

Уложенные на подпечки лежки, так же, как и настил, не обугливаются сразу. Они выдерживают несколько операций и заменяются новыми лишь после обугливания.

На настил, начиная от клетки, устанавливаются в отвесном положении дрова. Их ставят как можно плотнее одно к другому, причем обязательно соблюдают, чтобы более толстая комлевая часть находилась сверху. Почему это так — понятно: ведь на коду печи температура наиболее низкая, поэтому и обугливание в этой части происходит медленнее. Если бы на настил были поставлены дрова комлями книзу, обугливание их значительно затянулось бы. Гнилые и ситовые дрова для углежжения не допускаются и при кладке откидываются. Они идут на подтопку.

Поверх поставленных отвесно дров укладывается забойка. Это — положенные плашмя дрова, заполняющие пространство до свода печи. Забойка всегда кладется из более тонких дров, чем те, которые поставлены отвесно.

Когда печь загружена, двери плотно закрываются и в топке разводится огонь. Во избежание взрывов, которые часто бывают при пуске печи в ход, топка не должна быть загружена доверху сухим, легко дающим газы материалом: подовым нагаром, березовой корой, головнями и т. д. При подобном топливе в топке быстро образуется большое количество газов, которые через выводное отверстие попадают в печь и здесь, смешиваясь с воздухом, образуют взрывчатую смесь, которая легко воспламеняется от искры, попавшей в печь из топки. Когда просушка дров закончена, на что уходит в зависимости от размеров печи $1\frac{1}{2}$ — 2 суток, пазы в дверях промазывают глиной.

Обугливание дров в шварцевской печи производится теми продуктами горения, которые образовались в топке при сжигании дров. Продукты горения выносятся из топки через выводное отверстие и распространяются по печи. Так как горячие, только-что вышедшие из топки газы легче, чем холодный воздух, находящийся в печи, то они поднимаются кверху, к своду печи, вытесняя воздух. От соприкосновения с дровами и холодным сводом печи они охлаждаются и в свою очередь вытесняются новыми горячими газами, притекающими из топки. Таким образом в печи постоянно существует смена газов. Более холодные газы вытесняются более горячими. Эта смена газов представляется возможною благодаря дымовым трубам, расположенным в углах печи.

Трубы создают тягу; через них из печи уходят отработанные газы. Проходя через дрова топочные газы первоначально высушивают их. Из дров в виде паров выделяется влага, поэтому и дым, выходящий из дымовых труб, первоначально имеет белый цвет. Дрова просыхают, прогреваются и начинают разлагаться и выделять пары уксусной кислоты, спирт и смолы, газы и сажу. От этого и дым, выходящий из труб, принимает желтый цвет. Чем дальше идет обугливание, тем меньше становится паров спирта и уксусной кислоты. Выделяющийся дым становится более прозрачным, светлеет и приобретает синеватый оттенок. Это показывает, что обугливание дров в печи закончилось. Есть еще и другие признаки, по которым можно определить окончание обугливания дров. Так железный лист, закрывающий двери печи, бывает раскален до самого низа.

Если брызнуть на железо водою, то она закипает. Можно определить окончание гонки и по смоле в боровках, которые соединяют печь с дымовыми трубами. В этих боровках осаждается смола, выделяющаяся из дров при разложении древесины. Смола сгущается, теряет свою липкость и становится сухой. Она легко скатывается в шарик, не прилиная к пальцам.

Из сказанного ясно, что во время обугливания температура в печи не одинакова. Наивысшая температура бывает в верхней части печи. Чем ближе к поду печи, тем температура бывает ниже. Ниже всего на самом поду температура бывает на столько низкой, что древесина не обугливается, а остается в виде головень, или, как их обычно называют — копытника. Копытник обычно идет в печь для переугливания при зарядке следующей печи, а иногда сжигается в топках. В верхней части печи при углежжении температура достигает 350° , самое больше 400° . В более низких горизонтах она ниже, а на поду падает до 200° и далее до 150° .

Обугливание дров в шварцевской печи производится продуктами горения, образующимися от сжигания топлива в топке. Первоначальное сжигание топлива производится медленно. Этим достигается равномерный прогрев дров и выделение из них влаги. Когда дрова достаточно просохли, жар в топке увеличивают. Топка непосредственно сообщается с печью, почему в печь легко может попасть наружный воздух. Коснувшись раскаленных дров в печи, он заставит их воспламениться, благодаря чему дрова не обуглятся, а сгорят, и выход угля из печи получится меньший. Печь уподобится куче. Так обычно это и бывает, если шуровку ведет неопытный рабочий, не приспособившийся к топке. Опытный же рабочий ведет шуровку так, что воздух в печь не попадает.

Воздух в главной своей массе состоит из кислорода и азота. Для горения какого бы то ни было тела нужен кислород, который во время горения и отнимается от воздуха. Проходя через слой дров, воздух отдает им необходимый для горения кислород; соединяясь с углеродом древесины, кислород дает углекислоту. Вместе с азотом воздуха и другими продуктами горения углекислота поступает из топки в печь. Ни углекислота, ни азот, ни другие продукты горения не могут вызвать горения дров, переугливаемых в печи. Очевидно, горение дров будет идти нормально в том случае, если в топку будет поступать лишь столько воздуха, сколько нужно для горения. Если воздуха будет поступать мало, горение в топке окажется недостаточным: в топке будет получаться мало газов, горение дров будет давать недостаточное тепло для обугливания дров, загруженных в печь. При обилии воздуха только часть его кислорода уйдет на горение дров, другая же часть проникнет в печь и воспламенит дрова. Поэтому нельзя допускать, чтобы в топке было мало дров. Нельзя давать дровам прогореть и производить шуровку на раскаленные угли. Опытом установлено, что во время обугливания дров в печи топка должна быть наполнена топливом на две трети своего объема. Тогда будет необходимое соответствие между количеством воздуха и дров. В топке будет полное горение; жар для обугливания будет достаточный, и вместе с тем в печи не будет избытка вредного кислорода.

Опытность углежого именно в том и заключается, чтобы вести таким образом шуровку печи.

Когда окажется, что дрова в печи переуглились, печь к у т а ю т, т. е. закрывают ее таким образом, чтобы в нее не засасывался наружный воздух.

Перед кутаньем очищают от воды и скопившейся смолы все боровки печи. Если боровков было четыре (при четырех трубах), то два из них закрываются, а два пока оставляются открытыми. Их закрывают лишь после того, когда будет закрыто топочное отверстие и низ его засыпан землею. Таким образом прекращается доступ наружного воздуха в печь и ей дают охладиться. При емкости печи в 40—50 куб. м охлаждение продолжается $2\frac{1}{2}$ —3 суток, при 50—70 куб. м 3—4 суток и при 70—120 куб. м — до $4\frac{1}{2}$ суток.

На достаточное охлаждение печи указывают двери, которые наощупь должны быть совершенно холодными.

Когда печь остынет, приступают к выгрузке угля.

Прежде чем к ней приступить, открывают одну из боковых дверей. При этом наблюдают: не выделяются ли из печи газы, свидетельствующие о горении угля. Если этого нет, то раскрывают дверь и держат открытыми обе двери не менее получаса, прежде чем начнут разгрузку. Эта предосторожность необходима, так как из печи должны быть удалены вредные газы, от которых при разгрузке рабочие могут угореть.

При открывании дверей возле печи должна находиться вода на случай заливки огня, а кроме того и глина для замазки дверей. Только в том случае, если в печи огня не будет обнаружено, приступают к выгрузке угля из печи. Когда при вскрытии печи в ней обнаружится огонь, его заливают водою через отверстие в своде печи. Заливать удобнее не прямо из ведра, а через железную воронку, снабженную кривым объемным коленом. При такой воронке пар равномерно распределяется по печи и гасит уголь, а не вырывается наружу через отверстие. В случае если залить огонь водою не удастся, дверь и открытое в своде отверстие закрываются, замазываются глиною и печь дают охладиться еще несколько времени.

При разгрузке угля его не складывают тотчас же в сарай, а выдерживают разбросанным на току зимою два, а летом три дня. Этим предупреждается возможность самовозгорания угля в кучах. Вместо разбрасывания на току уголь, до поступления в сарай часто держат в корбушках. Последние представляют собою корзины на вид емкостью около 0,5 куб. м.

Необуглившиеся головки, «копытники», длиной свыше 18 см, тщательно обиваются от обугленной части и идут в печь при следующей зарядке. При обугливании в шварцевской печи головшей обычно получается до 10%.

Печь Шварца

Существует очень много печей различных конструкций. Ниже будет рассмотрена печь Шварца, имеющая в настоящее время на Урале наибольшее распространение. В сущности эта уральская шварцевская печь имеет очень мало общего с тем, что впервые было

предложено ее конструктором. Печь Шварца в своем первоначальном виде была приспособлена как печь для смолокурения. Первоначально в ней получалась смола. С течением времени приспособления для улавливания смолы отпали, печь претерпела ряд видоизменений и превратилась в нынешнюю уральскую печь, сохранившую название своего конструктора.

Печь Шварца (рис. 15) в плане представляет собою прямоугольник. Над прямоугольником выведены кирпичные стены, перекрытые сводом. Для возможной быстроты охлаждения стенки печи выкладываются в полтора кирпича, а свод — в полкирпича.

Емкость печи очень различна. Существуют маленькие печи емкостью в 30—35 куб. м, а наряду с этим и большие, вмещающие 120 куб. м дров. Среднюю, наиболее распространенную, нужно считать печь в 60 куб. м. Она имеет в длину 10 м, в ширину 250 см и в высоту 2 м. Топка (а) устроена ниже пода печи. Она представляет собою канал, доходящий до середины печи. В середине пода имеется четырехугольное отверстие (б), сообщаемое с топкой отверстием дымоходом. Таким образом топочные газы, получающиеся от сжигания дров в топке, проходят через это отверстие в печь.

Возле топки устраивается подтопок. Он должен быть достаточно просторным и иметь в длину не менее 250 см и в ширину не менее 150 см, иначе работать возле топки будет очень тесно. Для спуска к топкам устраиваются ступени. Верх и бока подтопка должны быть закрыты стенами и крышей для предохранения от снега и дождя.

В углах печи имеются отверстия (в), которые ведут в боровки, а боровки соединены с дымовыми трубами. Дымовые трубы делаются из четырех плотно сбитых деревянных досок. В землю вдоль стен печи вкапываются столбы, на которых укрепляется легкая деревянная крыша. Железные крыши у шварцевских печей устраиваются сравнительно редко. Стоят они дорожке разбирать во время пожаров, которые в углевыжигательных печах случаются сравнительно часто.

Для загрузки и выгрузки печи устраиваются двери. Обычно они прорезываются в коротких стенках печи. Когда печь загружена, двери печи закрывают железным листом, который тщательно промазывается глиною. В своде печи устраиваются отверстия. Во время работы они бываю закрыты. Их раскрывают перед разгрузкой печи. Этим достигается более скорое охлаждение печи. Сверх того, при открытых дверях и верхнем отверстии в печи создается сквозняк ветер. Таким образом из печи удаляются газы, оставшиеся в ней после разложения древесины. В своде некоторых печей устраиваются три отверстия: среднее, расположенное над топкой, и два боковых, находящихся между топкой и боковыми стенками печи.

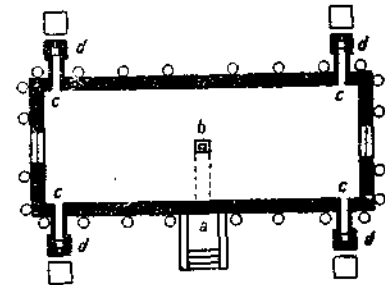


Рис. 15. Печь Шварца.

Устройство обыкновенной шварцевской печи таково, что в ее топке для переугливания дров сгорает слишком много горючего материала. Нужно считать, что при переугливании в топке сжигается от 8 до 10% загруженного в печь количества дров. Происходит это в значительной мере оттого, что топка обыкновенной шварцевской печи устроена слишком просто. Ведь дрова загружаются непосредственно на под печи. Благодаря этому воздух, необходимый для горения дров попадает в топку и касается лишь дров, лежащих сверху. Дрова в топке оказываются использованными не в достаточной мере. В значительной степени этот недостаток устраняется в том случае, если топка устроена с колосниковой решеткой. Подобная топка разделена колосниками на две части. Верхняя часть служит для загрузки дров; через нижнюю часть, называемую поддувалом, в топку поступает воздух. Обе части снабжены дверцами.

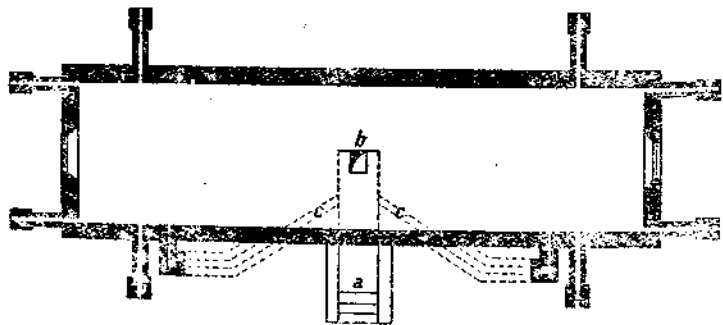


Рис. 16. План шварцевской печи с утилизацией газов.

Дверцы верхней части открываются лишь в то время, когда в топку загружаются дрова. Дверцы нижней части открыты постоянно. Через них в поддувало проникает воздух. Пробираясь через зазоры между колосниками, воздух проходит чрез слой дров по всей его толщине и отдает им необходимый для горения кислород. Открывая больше или меньше дверцы поддувала, всегда можно установить количество воздуха, необходимого для полного сгорания дров.

Продукты горения, как уже говорилось, проходят из топки в печь, обогревают, высушивают, а затем и обугливают загруженные в печь дрова и уходят в дымовую трубу. Вместе с ними уносятся в дымовую трубу и продукты разложения дров. Некоторые из этих продуктов не могут гореть, другие же еще способны к горению и стало быть к тому, чтобы создавать теплоту. В обычных шварцевских печах эти газы не используются. Они пропадают даром, улетая в воздух, и таким образом часть тепла теряется напрасно. Чтобы использовать теплоту, получающуюся при горении этих газов, в шварцевских печах стали устраивать особые приспособления. Эти приспособления состоят из отдушин, находящихся в стенах печи и закрываемых по мере надобности задвижками. Отдушины ведут в канал, проделанный в стене печи и далее идущий снизу к топке (рис. 16).

В начале работы печи происходит обогревание и просушивание дров. В это время из дров выделяются пары воды, ослабляющие горение. Поэтому их направляют в дымовую трубу, выпускают наружу, для чего держат закрытыми задвижки в отдушниках. Когда выделение паров воды закончится, что можно узнать по цвету дыма из трубы, отдушники открываются.

Газы попадают в каналы, а оттуда в топку, где и сгорают. Такое сжигание газов дает экономию в топливе на 5 — 10%.

Выходы угля из печи зависят от целого ряда причин. Среди них одно из главных является порода переугливаемых дров. Как правило нужно считать, что хвойные дрова дают больше выходов угля по объему, чем лиственные. Первые дают до 80% объема дров, взятых для углежжения, вторые же всего до 60%. В среднем по Уралу выход угля из шварцевских печей считается равным 76%. Это значит, что 1 куб. м переугливаемых дров дает 0,76 куб. м угля, а один куб. м угля получается из 1,3 куб. м дров.

Увеличение выхода угля при печном углежжении и было главной причиной того, почему Урал отказался от куч в пользу печей.

Говоря о шварцевских печах необходимо отметить, что в настоящее время предложено несколько приспособлений, позволяющих улавливать жидкие продукты перегонки. Разумеется, рассчитывать на то, чтобы получить эти продукты в таком количестве, как при сухоперегонных аппаратах трудно. Но если бы удалось собрать только половину жидких продуктов, — это было бы большим достижением. Говорить пока об этих приспособлениях не представляется возможным, так как работа находится еще в стадии опыта.

Ульеобразные печи

Ульеобразные печи — «кильны» — появились прежде всего в Америке. В своем первоначальном виде кильны являлись теми же кострами с той только разницей, что покрывка сделанная из кирпича, носила не временный, а постоянный характер. Кирпичная кладка, выведенная обычно в два кирпича и стянутая для прочности обручами из полосового железа, по своей форме напоминала пчелиный улей. Внутренний слой примерно до половины высоты печи выкладывался из огнеупорного кирпича. С течением времени к этим печам были добавлены приспособления, позволяющие собирать продукты перегонки.

По своей работе кильны напоминают кучу; обугливание дров происходит в них, как и в кучах, за счет того тепла, которое развивается внутри печи при сгорании дров. Как и в кучах, у них нет особой топки, а дрова зажигаются внутри печи. Для притока воздуха и поддержания тяги в нижней части печи имеются отверстия, соответствующие подвалам в кучах.

Для загрузки печи служит верхнее отверстие (в) (рис. 17), расположенное в боковой стенке печи. Ниже этого отверстия устроено другое отверстие (с), служащее для выгрузки уже готового угля. В нижней части печи устроен канал, имеющий отверстие (е) и шибер (f). Канал этот предназначен для отвода продуктов разложения

древесины — паров спирта и уксусной кислоты, направляемых в особый сборный канал (h).

Когда печь наполнена дровами, в канале открывается отверстие (e). Зажигание производится через верхний лаз печи (a), который оставляется открытым. Таким образом в печи устанавливается тяга. Часть дров разгорается и подсушивает лежащие поблизости. Через несколько времени к парам воды, выделяющимся через лаз (a), начинают присоединяться продукты разложения древесины — пары уксусной кислоты. Определить их присутствие можно, как и в куче, и в шварцевской печи по цвету паров. Тогда лаз (a) и отверстие в канале (e) закрываются, открывается шибер (f), — пары устремляются в канал, а оттуда в аппараты, где и охлаждаются. Для того чтобы тяга в печи не нарушалась, в нижней части печи, как указывалось, устроены отдушины (d — d). Открывая и закрывая их по мере надобности

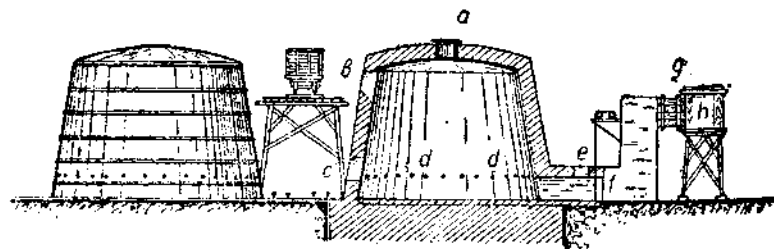


Рис. 17. Ульсообразная печь (кильня).

кирпичными пробками, удастся правильно вести обугливание печи. Когда обугливание закончилось, отверстия (d — d), равно как и шибер (f), закрываются, печи дают охладиться, а затем приступают к ее разгрузке. Весь процесс работы печи, вмещающей 3 0 куб. м дров, продолжается 17 — 20 дней.

При работе на кильнях, как указывалось, переугливание древесины идет за счет того тепла, которое получается при горении дров внутри печи. При этом сгорает не только часть дров, но часть продуктов перегонки. Их выходы, как и выходы угля, не высоки. Так, выход угля в кильнях не превышает в стода угля в кучах, а выход метилового шитра и уксусной кислоты не превышает половины выхода из аппаратов для сухой перегонки дерева.

Американские стандартные реторты

За последнее время в Северной Америке получили распространение так называемые стандартные реторты. Завод, оборудованный подобными ретортами, строится в настоящее время и у нас, на Южном Урале, воле Аша-Балаша. Стандартные реторты должны не только давать хороший, приемлемый для металлургии уголь, но и побочные продукты, получающиеся при сухой перегонке дерева — уксусную кислоту, спирт, смолу.

До последнего времени для углежжения применялись главным образом кирпичные аппараты (печи). Металлургия требует угля с высоким содержанием углерода. Такой уголь получается при вы-

сокой температуре выжига. Поэтому железные аппараты в таких случаях не приемлемы. Железные аппараты применялись до последнего времени в том случае, когда нагревание древесины велось в целях получения уксусной кислоты и древесного спирта, уголь же являлся побочным продуктом производства. Еще недавно такой, так называемый ретортный уголь не находил себе сбыта. На заводах сухой перегонки его обычно сжигали в топках паровых котлов. Когда процесс ведется с целью получить спирт и уксусную кислоту, то в особо высокой температуре нагревания древесины нет надобности. В этом случае железные реторты являются аппаратами, вполне отвечающими своему назначению. При углежжении же применялись, как сказано выше, кирпичные печи.

У кирпичных печей есть много недостатков. Из них прежде всего необходимо отметить медленное нагревание и медленное остывание кирпичной печи. Таким образом кирпичные печи являются очень неэкономными в смысле затраты топлива. Это и было основной причиной, заставившей перейти от кирпичных аппаратов к железным. Но экономить топливо стало возможным, когда были получены сорта железа, выдерживающие высокую температуру.

Американские стандартные реторты делаются из ковanej стали толщиной в 10 мм.

Аппараты для углежжения с американскими ретортами состоят из трех главных частей: 1) из сушилки, где происходит предварительное просушивание дров; 2) из реторт, где происходит переугливание древесины и 3) из тушильной камеры, где происходит охлаждение угля.

Подлежащие переугливанию дрова, предварительно расколотые, укладываются на вагонетки. Боковые стенки вагонеток делаются подъемными, что упрощает загрузку дров и выгрузку угля. Загруженные дровами вагонетки поступают в кирпичную камеру, где они подвергаются искусственной сушке. Для искусственной сушки изменяются дымовые газы. Так как они очень горячи (400 — 450°), то их предварительно смешивают с холодным воздухом в особом аппарате; этим самым температура их понижается до 180 — 200°. При смешении производится очистка газов от сажи и частиц, не успевших сгореть. Газы поступают в реторту через отверстия, находящиеся в потолке и опускаются вниз, охлаждаясь и отдавая свою теплоту дровам.

Высушенные в сушилке дрова на вагонетках переводятся в реторту, где происходит их обугливание. Искусственная сушка имеет очень большое значение при работе на американских ретортах, так как значительно сокращает время естественной сушки дров. На Аша-балашевском заводе сушилка сделана таких размеров, что в нее одновременно входит 8 вагонеток, емкостью около 3 куб. м каждая. Дрова оказываются совершенно просушенными в течение двух суток. Таким образом устраняется необходимость полуторагодовой естественной сушки дров.

Реторты (рис. 18), предназначенные для переугливания дров, имеют в ширину 1 900 мм и в высоту 2 500 мм. Длина их делается различной в зависимости от того, какой емкости должна быть реторта. Длина Аша-балашевских реторт равна 18 м. Реторта снабжена

дверями, прочно связанными железными клиньями. Так как двери являются единственной частью реторты, которая не подвержена прямому действию нагревания, то делаются они двойными. Этим устраняется возможность охлаждения обугливаемой древесины через поверхность дверей. Реторты не вмазываются непосредственно в кирпичную кладку, а подвешиваются к ней при помощи крюков, расположенных в верхней части боковых сторон. Делается это вот зачем: как известно при нагревании все тела расширяются. Но одни расширяются больше, другие же меньше. Если взять например кирпич и рядом с ним железную плитку совершенно таких же размеров и нагреть их, то окажется, что железо увеличилось в объеме больше, чем кирпич. Если бы кирпич был пустотелый и внутри в нем находилась бы железная коробка, то при нагревании их железная коробка

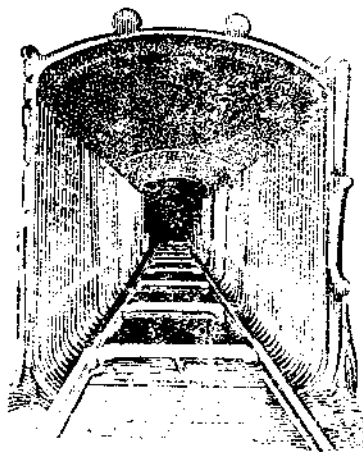


Рис. 18. Внутренность американской реторты.

расширилась бы значительно, чем кирпич. Расширяясь, коробка или разрушила бы кирпич, или сама покоребилась бы. Во избежание подобного явления коробка должна быть по размерам несколько меньше, чем пустота в кирпиче. То же самое должно произойти с ретортой, вмазанной в кирпичную кладку. Поэтому кирпичная стенка неплотно прилегает к реторте. Между ними оставляется небольшой зазор. Чтобы придать реторте прочность и устойчивость, ее подвешивают на крюках.

Печи нагреваются при помощи огневых топок. Если длина реторты незначительная, то устраивается только одна топка с одного конца печи. В других случаях устраиваются две топки.

Как только дрова вместе с вагонеткою введены в реторту, двери последней плотно закрываются, и начинается нагревание реторты.

В самом начале нагревания выделяется одна чистая вода. Но уже через четверть часа жидкость слегка окрашивается в бурый цвет; это показывает, что началось разложение древесины. К жидкости присоединяются кислоты, количество которых все увеличивается. Приблизительно через 8—10 часов после начала нагревания начинает появляться смола. Полное обугливание дров наступает после 22-часового нагревания. К этому времени температура в реторте достигает 450—500°, т. е. уголь содержит приблизительно до 85% углерода.

По истечении указанного времени реторту прекращают нагревать и охлаждают ее в течение двух часов, после чего из нее выводят вагонетку с обуглившимися дровами. Затем в реторту вновь вводят вагонетку со свежими дровами. Таким образом работа реторты заканчивается в течение одних суток. Правда, это время колеблется в зависимости от ряда условий. Здесь играет роль и влажность дров,

и устройство дымоходов и, наконец, желание мастера, который может ускорить выжиг угля и, наоборот, удлинить этот процесс. Но как среднее для полного оборота следует принять 24 часа. Надо впрочем отметить, что вообще избегают слишком быстрого нагревания и слишком высокой температуры в то время, когда выделяются ценные жидкие продукты — уксусная кислота и древесный спирт. Поэтому первоначально в ретортах нагоняется высокая температура, которая затем уменьшается и увеличивается лишь перед самым окончанием процесса, чтобы прокалить уже готовый уголь.

Для вывода из реторты газов и паров пользуются выходными отверстиями. Они расположены в верхней части реторты по бокам, поблизости от свода. Отверстия снабжены трубами, которые проходят через кирпичную кладку. Далее они соединяются с аппаратами, служащими для охлаждения и разделения продуктов, получившихся при разложении древесины.

Газы, отделенные от жидкостей, выпускаются в топку реторт, где и сжигаются. Этим уменьшается количество необходимого топлива. Точно также в топках сжигается и угольная мелочь, получающаяся всегда на углевыжигательных установках, и смола. Последняя до настоящего времени не имела особого спроса на рынке и служила балластом для заводов.

Для охлаждения угля служат два тушальника, в которые последовательно переводится вагонетка с углем. В каждом из тушальников вагонетка остается по 24 часа. Из второго тушальника она выходит настолько охлажденной, что уголь от соприкосновения с воздухом уже не загорается. Тем не менее его выдерживают неравнуженным в вагонетках еще одни сутки, и только уже после этого направляют в склады.

Количество получаемого угля работе на стандартных американских ретортах из 1 куб. м березовых дров видно из таблицы 11.

Таблица 11

| Название продуктов | В ы х о д ы | | |
|----------------------------|------------------|--------------------------|--|
| | Из 1 куб. м в кг | Из расчета 30% влажности | В процентах на абсолютно сухую древесину |
| Уголь | 115,0 | 24,75 | 35,37 |
| Смола | 15,2 | 3,27 | 4,67 |
| Уксусная кислота | 14,8 | 3,19 | 4,55 |
| Смазочные масла | 8,4 | 1,81 | 2,58 |
| Метилловый спирт | 6,5 | 1,4 | 2,0 |
| Газы | 87,2 | 18,77 | 26,83 |
| Вода | 217,5 | 46,81 | 66,86 |
| Всего | 464,6 | 100,0 | 100,0 |

Эти реторты имеют ряд преимуществ по сравнению с другими углевыжигательными аппаратами, а именно: 1) сравнительно небольшой расход топлива, 2) возможность получать побочные продукты производства (уксусную кислоту, спирт), 3) возможность механизировать загрузку дров и выгрузку угля и 4) значительную производительность.

Аша-балашовский завод рассчитан на ежегодную переработку 200 0 0 куб. м березовых дров, что даст около 22 0 0 т угля и около 2 900 т уксусной кислоты.

Печи периодического действия и непрерывнодействующие

Все печи, описанные выше, работают с перерывами. Это особенно ясно видно на работе шварцевской печи. Ее работа в общем складывается из следующих отдельных моментов: 1) загрузка печи дровами; 2) обугливание дров, заключающееся в предварительной сушке дров и последующем разложении древесины; 3) охлаждение печи и 4) разгрузка готового угля.

Разгрузить печь и загрузить ее вновь дровами до тех пор, пока она еще не остыла, совершенно невозможно. Во-первых, к моменту окончания переугливания уголь настолько горяч, что от соприкосновения с воздухом он может воспламениться. Необходимо ожидать пока он охладится, и опасность воспламенения минует. Необходимо охладить печь, на что требуется 2—3 суток. Во-вторых, сама работа по разгрузке печи является небезопасной для рабочих. В печи остаются вредные ядовитые газы, которые могут отравить рабочих. Поэтому перед загрузкой печь необходимо проветрить. Но этого мало. При остывании и проветривании печи непроизводительно теряется и та теплота, до которой была нагрета печь. Эта теплота горячей печи могла бы идти на нагрев новой порции дров; между тем при охлаждении эта теплота уходит в окружающий воздух. Понятно, что для работы подобной печи потребуется больше топлива, чем потребовалось бы в том случае, если бы работа шла непрерывно, т. е. если бы печь не подвергалась остыванию, а загрузка новой порции дров совершалась бы немедленно вслед за тем, как предыдущая порция дров превратилась в уголь.

Таким образом печи, работающие с перерывами, или, как их зовут, печи периодического действия, требуют излишнего топлива и излишней рабочей силы. Они не экономны и не выгодны.

Эти недостатки периодически действующих печей устранены в печах так называемого непрерывного действия.

Работа непрерывно действующих печей, как впрочем и периодически действующих, состоит из следующих основных моментов: 1) высушивания дров, 2) их обугливания и 3) охлаждения угля. Согласно этому и печь разделяется на три отделения или камеры — сушильную камеру, камеру жжения и камеру охлаждения. Эти камеры последовательно соединены друг с другом. Дрова загружаются в вагонетки и последовательно проходят через три камеры. В первую камеру они поступают в виде дров и выходят из последней уже в виде готового угля.

Для сравнения работы периодически действующей печи и печи

непрерывного действия очень характерно следующее. Вообразим, что первая из этих печей находится в работе. Будем наблюдать, как в зависимости от времени и изменения нагрева в печи изменяется древесина. Высокая температура, необходимая для обугливания древесины в печи, достигается не сразу. Температура поднимается постепенно, и по мере того как она поднимается, изменяется древесина. Дерево постепенно теряет влагу и превращается в уголь. Сперва это будет бурый уголь. Затем он становится все темнее, крепче и наконец превращается в такой уголь, какой требуется металлургии. В каждый момент в печи состояние древесины другое, чем оно было перед этим моментом и будет после этого момента.

Совершенно другое имеется в печах непрерывного действия.

Работа печей непрерывного действия заключается в том, что дрова, загруженные в вагонетки, постоянно передвигаются в одном направлении. Горячие газы, высушивающие и обугливающие дрова, движутся им навстречу, в прямо противоположном направлении. На рис. 19 схематически показано направление дров и горячих газов в печи. В печь, в А, поступают холодные дрова, а в Б поступают горячие газы. Дрова передвигаются от А по направлению к Б. По мере их продвижения они все больше и больше согреваются. Сперва они теряют влагу, затем начинают обугливаться и наконец превращаются в уголь. В Б они представляют собою уже готовый уголь. Нагревание дров и превращение их в уголь совершается за счет теплоты газов. Двигаясь по направлению от Б к А, газы отдают дровам свое тепло. Газы охлаждаются и холодными выводятся из печи.

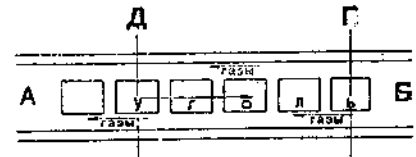


Рис. 19. Схема действия непрерывно действующей печи.

Если бы мы брали древесину в каком-либо определенном месте печи, например в точке Д или Г положим через каждый час, то всегда в этом месте состояние древесины было бы одно и то же. В одном месте был бы бурый уголь, в другом — черный, с содержанием углерода на 60%, в третьем — черный, с содержанием углерода на 80% и т. п. Все зависело от того, насколько в данном месте печи успели охладиться газы или, что то же самое, насколько в данном месте печи успела нагреться древесина.

Печь Грюндаля

Одной из первых непрерывно действующих печей была печь Грюндаля. Около 20 лет тому назад печи Грюндаля были построены в Швеции. Шведы называли их американскими печами с вагонетками.

Печь Грюндаля (рис. 20) представляет собой длинный коридор, состоящий из ряда камер, отделенных друг от друга поднимающимися железными дверьми. Двери поднимаются сверху при помощи особого подъемного механизма. Они плотно закрываются, чтобы продукты разложения древесины и газы не могли проникнуть из одной камеры в другую. Вдоль всей печи проложен рель-

совый путь, по которому передвигаются вагонетки. Последние загружаются дровами вне печи, что представляет большое удобство. Загрузка дров для обугливания производится заранее на чистом воздухе, т. е. рабочим не приходится работать в горячей атмосфере остывающей печи.

Средняя камера, где происходит переугливание древесины, сложена из кирпича. Снаружи кирпич обтянут листовым железом. Остальные камеры сделаны из железа. Потолки камер железные. Поверх потолка насыпан слой песка, чем предупреждается охлаждение печи наружным воздухом. Нагревание камеры обугливания производится газами, которые получают в топке от сжигания топлива. Топка расположена внизу, ниже уровня пола печи. Образовавшиеся в топке газы направляются по трубе вверх в тепловые элементы (калориферы). Последние представляют собою реб-

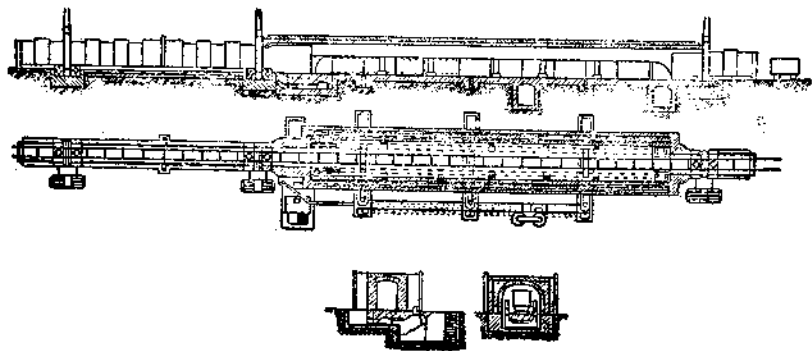


Рис. 20. Разрез и план печи Грюндаля.

ристые трубы, подобные тем, какие устраиваются в домах с паровым отоплением. Тепловые элементы расположены вдоль стен камеры обугливания. Одним концом тепловые элементы сообщаются с топкою, другой же конец сообщается через боров с дымовой трубой. Таким образом в тепловых элементах существует постоянная тяга. Газы, попавшие из топки в тепловые элементы, выносятся наружу через дымовую трубу. На своем пути они обогревают калориферы и через их стенки передают свое тепло дровам, находящимся в камере обугливания.

Вагонетки представляют собой ящик из каркаса. Ящик вмещает около 5 куб. м мелко расколотых дров. По мере загрузки вагонетка поступает в первую камеру, где дрова просушиваются. Размеры сушильной камеры таковы, что в нее помещаются одновременно пять вагонеток, поставленных одна за другой. Продвижение вагонеток по печи совершается при помощи особого передаточного механизма.

В камере обугливания помещаются одновременно 14 вагонеток. В эту камеру подается вагонетка из сушильной камеры. Для этого дверь, разделяющая обе камеры, поднимается, и вагонетка переводится в камеру обугливания. Дрова, загруженные в эту вагонетку, только просохли, но разложение древесины еще не начиналось. Это разложение происходит в камере обугливания, причем обугливание

происходит тем сильнее, чем дальше в печи продвигается вагонетка. Первоначально дрова выделяют оставшуюся в них влагу. Затем из них выделяются газы, пары уксусной кислоты, спирта и смолы.

Смола стекает непосредственно на под печи, который имеет уклон к середине, и далее по особым трубам отводится в яму для смолы. Остальные продукты разложения древесины — газы, пары спирта и кислот — по трубам отводятся в особые аппараты. Здесь продукты разложения древесины разделяются на две части. Одна часть благодаря охлаждению сгущается и превращается в жидкость. Эта часть, состоящая главным образом из древесного спирта и уксусной кислоты, является побочным продуктом производства. Она поступает в аппарат, где происходит отделение от нее смолы и далее выделение спирта и уксусной кислоты. Другая часть, не способная сгущаться в жидкость, но способная гореть, по особым трубам направляется в особый резервуар, который сообщается при помощи трубы с топкою. Труба снабжена краном. Снаружи, на боковой стене камеры обугливания, имеется термометр, указывающий температуру внутри камеры обугливания. Дежурный рабочий обязан каждые полчаса отмечать температуру в журнале. Если температура падает ниже 350°, он говорит об этом кочегару. Тот открывает кран газопроводной трубы и пускает в топку газы. Они быстро сгорают и поднимают в камере обугливания температуру до необходимых пределов. Сжигание газов в топке не только дает экономии в топливе, но и позволяет регулировать температуру, необходимую для переугливания дров.

Вторая камера отделяется от третьей, где происходит тушение угля, железною дверью. Когда выжиг угля закончился, дверь открывается, и последняя вагонетка проталкивается в камеру тушения. Вместе с нею подвигаются дальше остальные вагонетки, и в противоположном конце камеры обугливания освобождается место. На это место вводится вагон из первой камеры. В тушильной камере одновременно находится 5 вагонеток. Из тушильной камеры вагонетки поступают во вторую тушильную камеру, камеру охлаждения, откуда выходит уже готовый уголь. Как сказано, в сушильной камере помещается 5 вагонеток, в камере обугливания — 14 вагонеток и в тушильной — 5 вагонеток, т. е. всего — 24 вагонетки. Каждый час в течение круглых суток в сушилку вводится одна вагонетка и из тушильной камеры выводится тоже одна вагонетка. Каждый час каждая вагонетка продвигается вперед на длину одной вагонетки, т. е. каждая вагонетка в течение одних суток проходит через все отделения печи, и печь выпускает в течение суток 24 вагонетки. При вместимости вагонетки в 5 куб. м дров печь Грюндаля ежесуточно переугливает $5 \text{ куб. м} \times 24 = 120 \text{ куб. м}$ древесины.

Печи Грюндаля давали выход угля около 70% по объему, т. е. в течение суток одна печь давала около 84 куб. м угля. Этот выход по сравнению с печами Шварца нужно считать невысоким и объясняется он тем сырьем, которое применялось для обугливания на печах Грюндаля.

Угljenje на печах Шварца ведется на дровах, специально заготовленных для этой цели. Дрова заготавливаются в лесу и доставляются к печам. Здесь дрова представляют собой либо сравнительно

тонкие кругляши, либо же мелко расколотые поленья. Форма дров такая, что их вполне возможно уложить плотно в печь. Печи Грюндаля работали не на дровах, а на отбросах лесопильного производства. Для переугливания применялись горбыли, рейки и другие отходы производства, не имеющие сбыта и захламляющие завод. Эти отходы раскалываются на мелкие куски, которыми и загружается вагонетка. Загрузка вагонетки производится недостаточно плотно. Если бы пересчитать древесину, загруженную в вагонетку на плотную древесную массу, то из 1 куб. м складочной массы получилось бы не 0,64 плотной, а значительно меньше. Этим объясняется и низкий объемный выход угля.

Печи Грюндаля требуют около 10% топлива, считая от объема загруженных дров.

Подобно другим печам печь Грюндаля имеет свои недостатки. Разумеется по сравнению с периодически действующими печами она оказывается гораздо более экономной, в особенности в смысле времени, затрачиваемого на переугливание дров. Но в ней расход топлива все же очень значителен (до 10%), и сверх того она дает продукты разложения древесины в незначительном количестве. Вследствие этого обстоятельство построенные в Швеции печи Грюндаля работали очень недолго, всего несколько лет. Их сменили более совершенные печи Аминова. Нужно отметить, что в настоящее время в Швеции углежжение существует только двух родов: кучное и в печах Аминова. При этом в кучах получается около 90% всего угля, а в печах Аминова получается только около 10%. Другие печи—шведские, шахтные, печь Карбо и т. д. — прекратили свое существование.

Печь Аминова

Печь Аминова (рис. 21) представляет собою длинное здание, состоящее из ряда отдельных камер. Камеры отделены одна от другой железными дверями, поднимающимися вверх. Дрова в печи Аминова, как и в печи Грюндаля, укладываются на вагонетку, каждая вместимостью в 9 куб. м. Первоначально вагонетки поступают в первую изоляционную камеру, затем в камеру, где происходит обугливание древесины. Отсюда они последовательно переходят во вторую изоляционную камеру, затем в камеру охлаждения и наконец в последнюю, третью изоляционную камеру.

Первые три камеры устроены из кирпича; вторые камеры склепаны из железа.

Как видно из чертежа, первые две камеры имеют наклонное положение. Вагонетки, введенные в эти камеры, поднимаются по рельсам все выше и выше.

Загруженная дровами вагонетка вводится в камеру через боковую дверь. Когда вагонетка введена в камеру, ее поворачивают на поворотном круге так, чтобы она стала в затылок тем вагонеткам, которые уже находятся в печи. Дверь, ведущая наружу, плотно закрывается, а дверь, ведущая в камеру обугливания, поднимается. Вагонетка проталкивается в камеру, где и происходит постепенное обугливание дров. Проталкивание вагонетки вперед производится

при помощи особого стального стержня, приводимого в действие электромотором. Чтобы вагонетка не скатывалась вниз по наклонной плоскости, имеется особый тормоз, укрепленный в камере для обугливания между рельсами.

Длина камеры обугливания такова, что в нее помещается одновременно 16 вагонеток. Стены, под и обе двери в камере обугливания обтянуты листами меди, предохраняющими от разъедающего действия паров уксусной кислоты. В нижней и средней частях пола камеры проложены обложные медью желоба. В них собирается смола, которая вытекает из печи наружу.

Обугливание дров производится при помощи газов, образующихся в особых печах (регенераторах). Газы с температурой в 500° вводятся через особую трубу в камеру обугливания, в наивысшей точке ее свода. Постав в камеру обугливания, газы направляются вниз, к

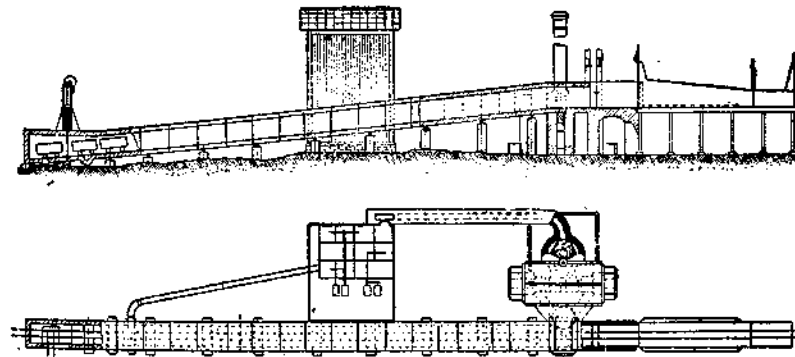


Рис. 21. Печь Аминова.

тому месту, куда вводятся вагонетки со свежими дровами. По пути газы отдают дереву свою теплоту и к тому времени, когда достигнут только что введенной в камеру обугливания вагонетки, охлаждаются до 90°. При этом газы нагревают встречающиеся на пути дрова и заставляют их обугливаться.

Из печи в камеру обугливания поступают газы, неспособные сгущаться в жидкость и давать ценные продукты — древесный спирт и уксусную кислоту. Отдавая свою теплоту дереву, они заставляют его обуглиться и разложиться. Древесина выделяет газы, среди которых имеются пары уксусной кислоты, спирта и пары смолы. Газы насыщаются ими, и опускаясь ниже, в начале камеры обугливания, охлаждаются. Прежде всего охлаждаются и превращаются в жидкость пары смолы. Как уже сказано, они стекают на пол печи, падают в желоба и выводятся наружу на печи. Остальные же газы и пары поступают в трубу, соединенную с холодильником. Здесь происходит сгущение части продуктов, а именно более легких смол, скипидара, уксусной кислоты. Часть же продуктов, неспособных сгущаться, выходит из холодильника и направляется в регенераторы, где и сжигается. Для того, чтобы заставить газы, поступившие в камеру обугливания, опуститься по камере дониза и затем

выйти из холодильника, устроены особые вентиляторы. Они и заставляют газы двигаться.

Из камеры обугливания, где вагонетка находится 25 часов, она поступает во вторую изоляционную камеру. Под этой камеры горизонтальный. Здесь помещается всего одна вагонетка. Из этой камеры вагонетка с углем переводится в камеру тушения, где уголь обдается мелко распыленной водой, смешанной с горячими газами. Уголь тушится. После этого вагонетку переводят в третью изоляционную камеру, где выдерживают некоторое время. Это делается для того, чтобы лучше охладить уголь и предупредить возможность возгорания его при соприкосновении с воздухом.

Вагонетка с остывшим углем выкатывается из камеры на открытую площадку и разгружается.

Для получения газов, необходимых для обугливания дров в аминовской печи, служат, с одной стороны, газы неспособные стучаться в холодильниках, с другой же стороны — всевозможные отбросы лесопильного производства, угольная мелочь и т. п. В общем нужно считать, что на аминовской печи потребляется 4 — 5% топлива от веса переугливаемого дерева. Вся работа печи, начиная от введения вагонетки в первую изоляционную камеру и кончая охлаждением угля, продолжается полтора суток.

Одна из аминовских печей, работающих в Швеции,¹ перерабатала в течение года 35 000 куб. м дров. Из них получено:

| | |
|--|---------|
| угля древесного 30 400 куб. м, т. е. | 5 070 т |
| смолы | 460 „ |
| уксусно-кальциевой соли | 450 „ |
| древесного спирта | 72 „ |
| скипидера и разных масел | 57 „ |

Несмотря на свое сравнительно сложное устройство, аминовская печь отличается простотой ухода и требует очень незначительного количества рабочей силы. Это обстоятельство в связи с хорошими выходами и высокими качествами угля, а также в связи с возможностью отбирать жидкие продукты перегонки, заставляет считать печь Аминова лучшею из существующих в настоящее время.

Эта печь была начата постройкой на Урале в 1914/15 г., но благодаря целому ряду обстоятельств не оправдала возлагавшихся на нее надежд. Печь была заброшена на много лет, потом переделана инженером Клячиным. В переделанном виде под именем Аминов-Клячинской печи она и в настоящее время работает на Южном Урале (Аша-Балашовский завод). Между тем печи, построенные и пущенные в ход Аминовым в Швеции, работают вполне хорошо. Особая комиссия, едущая из СССР в Швецию для ознакомления с ее работой, дала о ней вполне благоприятный отзыв. Такую печь, наряду со стандартными американскими ретортами, предполагается построить на Урале.

¹ Данные взяты из книги К. Ногина: «Сухая перегонка древесных пород». Ленинград, 1925 г.

Реторта Стаффорда

Печи Грюндяля и Аминова, работающие в Швеции, переугливают отбросы лесопильного производства — горбыли, рейки и т. д. Для той же цели была построена в Америке реторта Стаффорда, перерабатывающая отбросы при производстве автомобилей на заводе Форда. Реторта Стаффорда интересна тем, что при ней полностью используется теплота экзотермической реакции (см. стр. 000). При этом совершенно не требуется подогревания древесины извне.

Отбросы с лесопильного завода поступают на ленточный транспортер, которым передаются на рубильную машину. Здесь они превращаются в однообразные куски, имеющие размеры не более 200 × 50 × 20 мм. Нарубленные куски дерева передаются на склады, находящиеся в отделении, где происходит переугливание древесины. Отсюда они поступают в сушилку. Сушка древесины в сушилке продолжается три часа. Из сушилки древесина выходит нагретой до 150°; при этом влажность ее не превышает полупроцента, т. е. древесина почти абсолютно сухая. Из сушилки при помощи наклонного транспортера древесина поступает в верхний этаж ретортного отделения, а оттуда в реторту. Реторта представляет собою отвесно поставленный цилиндр (рис. 22), имеющий высоту 12 м и в диаметре — 3 м. Реторта обложена снаружи обкладкою. Последняя состоит из огнеупорного кирпича, трепела и изоляционного кирпича. Загрузка реторты производится через отверстие, расположенное сверху реторты. Разгрузка угля производится через нижнее отверстие. Оба отверстия снабжены затворами, не пропускающими воздух (герметическими). Для вывода из реторты газов и паров, образовавшихся при сухой перегонке древесины, в верхней части реторты имеется выводная труба.

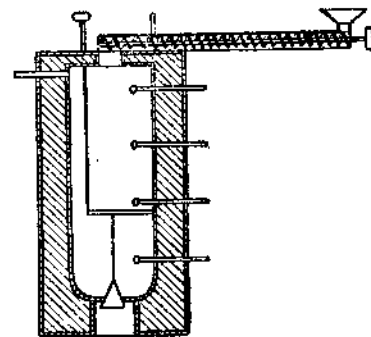


Рис. 22. Реторта Стаффорда.

Работа стаффордской реторты идет непрерывно. Для нагревания древесины, необходимого для ее сухой перегонки, пользуются тем теплом, которое получается вследствие экзотермической реакции. Экзотермическая реакция развивается в той части загруженной в реторту древесины, которая находится в середине реторты. Это тепло передается свежей древесине, поступающей в реторту через верхнее отверстие. Это обстоятельство позволяет при работе на стаффордской реторте не давать нагревания снаружи, как это существует во всех аппаратах, работавших до настоящего времени.

Непрерывность работы реторты Стаффорда продолжается две недели. За это время в реторте успевает скопиться на стенках смола, которую необходимо удалить. Смола, получившаяся при разложении древесины, не выделилась из реторты вместе с другими продуктами разложения, а сгустилась и осела на стенках реторты. Удаление смолы производится выжиганием.

При работе реторт выделяются горючие газы. После очистки эти газы направляются по трубам в реторту и зажигаются здесь. Выжигание смолы продолжается около суток, после чего реторта снова вводится в работу. На заводе Форда имеются три подобные реторты. Две реторты находятся в работе, третья же очищается.

Уголь, образовавшийся при работе реторты, выпускается наружу через решетку, расположенную в дне реторты. Уголь выпускается во вращающийся холодильник, омывающийся для охлаждения водою.

Одна тонна сухой древесины при перегонке на стаффордской реторте дает:

| | |
|---|---------------|
| угля | 272,16 кг |
| газов | 141,58 куб. м |
| спирта (в переводе на 100%) | 22,72 л |
| уксусной кислоты (в переводе на 100%) | 45,81 кг |
| отстойной смолы | 59,0 л |

Для ухода за ретортой совершенно не требуется рабочей силы. Как загрузка, так и выгрузка совершаются механически, без участия рабочих. Точно также не требуется рабочих и для подогревания древесины. Последнее происходит исключительно за счет экзотермической реакции.

На реторте Стаффорда перерабатываются исключительно мелкие куски дерева, остающиеся от производства автомобилей. Для переугливания опилок реторта Стаффорда не пригодна. Нужно отметить, что вообще вопрос о переугливании опилок до сих пор не решен в положительном смысле и остается открытым, несмотря на многочисленные опыты в этом направлении. Переугливать опилки в таких же аппаратах, в каких переугливаются дрова, не представляется возможным. При переугливании опилки очень быстро образуют вокруг стенок этих аппаратов углистую корку. Тепло очень плохо проникает через этот изолирующий угольный слой, и нагревание внутренних слоев, лежащих в глубине аппарата, делается невозможным. Устранить этот недостаток пытались перемешивая опилки при помощи расположенного в аппарате бесконечного винта, но аппараты подобного рода не получили распространения. Другой способ переугливания опилок заключается в том, что опилки предварительно прессуются и превращаются в брикеты, а уже затем их подвергают сухой перегонке. Но и этот способ не нашел применения, так как уголь получается крайне слабый и быстро распадается в порошок. Кроме того, опилки дают низкий выход жидких продуктов. В особенности это относится к основным опилкам, которые дают крайне незначительное количество скипидара, так как при распиловке древесины смоляные ходы оказываются вскрытыми, и из них очень легко улетучивается скипидар.

Последние три установки — печи Амниова и Грюндаля и реторта Стаффорда — перерабатывают отбросы лесопиления. Утилизация этих отбросов крайне важна, так как в виде отбросов постоянно пропадает напрасно очень значительное количество ценной древесины. На сколько велики эти потери, можно судить по тому, что на лесопильных заводах СССР остается около 40 млн. куб. м неиспользованной

древесины. Некоторые заводы вывозят эту древесину с территории завода и сжигают ее. Как вывозка, так и сжигание древесины обходятся дорого, так как заставляют заводы держать для этой цели чуть не специальный конный обоз и особых рабочих. При этом теряются и оказываются не использованными те ценные продукты (уголь, спирт, уксусная кислота), в которых СССР испытывает острую нужду. Установка углевыжигательных печей при лесопильных заводах является одной из насущных задач сегодняшнего дня.

Вопросы и упражнения

1. Отметить сходство между кучей и ульеобразною печью.
2. Чем отличается кислородное углежжение от бескислородного?
3. Из газов, поступающих из топки в печь, какие газы полезны и какие вредны?
4. В топку газовой печи поступают газы, образовавшиеся в печи при разложении древесины. Какие из этих газов вредны, какие — полезны или нейтральны?
5. Отчего в печи может получиться взрыв?
6. Сколько процентов углерода содержит уголь, полученный в шварцевской печи?
7. Подсчитать, сколько килограммов углерода получится в год из шварцевской печи емкостью в 70 куб. м, если она делает в месяц три оборота и работает на березовых дровах. Вес 1 куб. м угля равен 175 кг.
8. Чем отличаются непрерывно действующие печи от печей периодического действия?
9. Чем отличаются печи Грюндаля от печей Амниова?
10. Зачем стены камеры обугливания в печах Амниова обтянуты медными листами?
11. Почему камера обугливания в печи Грюндаля сложена из кирпича?
12. В каком состоянии находится в печи Амниова древесина в том месте, где температура равна 350°?
13. Подсчитать, сколько килограммов углерода дала в течение года описанная выше печь Амниова?
14. Каков состав газов, поступающих в печь Амниова (в камеру обугливания) и чем он отличается от состава газов, выходящих из печи?
15. Какова разность температур между дровами, поступающими в камеру обугливания, и газами, выходящими из этой камеры?
16. Какова разность температур между дровами, пред поступлением их в камеру охлаждения и газами, поступающими в печь из регенераторов?

7 ГЛАВА

Уголь в производстве

Мера угля

Обычно уголь сдается и продается по объему. Это практикуется и при крупных сдачах угля на заводы и при мелких продажах и покупках. Уголь продается кулями, мерами. На Урале, где существует

массовое потребление угля на металлургических заводах, мерою угля служит к о р о б. Куль — сложенная вдвое и сшитая по краям рогожа, вмещающая около 32 кг свежевыжженного березового угля. Короб — корзина, сплетенная из виц, имеющая близкую к усеченной пирамиде форму. Она имеет четырехугольное дно и снизу уже, чем сверху. Длина короба сверху равна $2\frac{1}{2}$ м, а снизу — 2 м. Высота короба равна 1 м, а ширина: сверху — 1 м, снизу — 55 см. Такой короб вмещает около 2 куб. м угля. Указать вполне точно, сколько угля вмещает короб, невозможно. Это зависит от того, насколько плотно уложен уголь. Плотность же укладки зависит от целого ряда причин. Разумеется это относится к укладке угля как в коробах, так и в кучах.

При продолжительном хранении в кучах уголь садится, причем усадка зависит от породы дерева, из которого был выжжен уголь. При хранении в кучах угля, выжженного из плотных древесных пород, усадка обычно не превышает 1%; при мягких породах усадка доходит до 3%. Очень большая усадка угля получается при перевозке его по железным дорогам, частью при погрузке и выгрузке угля, частью же благодаря сострясению угля в вагоне. Во время движения вагона уголь уминается. При перевозке угля на несколько сот километров усадка достигает 10 — 15%.

Плотность укладки угля зависит также от того, насколько велики куски угля. Чем мельче куски угля, тем менее плотно они укладываются в короб. Что это так, можно доказать следующим образом: нужно взять кусок угля с гладко срезанными краями, имеющий длину 45 мм, в ширину — 30 мм и высоту — 15 мм. Размеры такого куска угля будут вполне соответствовать размерам спичечной коробки. Объем такого плотного куска угля равен 20 250 куб. мм. Если растолочь этот уголь в ступке и наполнить мелочью спичечную коробку, то окажется, что одной спичечной коробки мало. Уголь уложится положим в полторы спичечных коробки. Можно растереть уголь еще мельче и достигнуть того, что им окажутся заполнены две спичечных коробки. Во всех трех случаях масса угля осталась одна и та же. Но в зависимости от того, насколько мелко растерт в ступке уголь, эта масса угля занимает разные объемы. Чем мельче уголь, тем больший объем он занимает. Это является одной из причин, которые заставляют сортировать уголь. При сортировке откидываются мелкие куски угля, причем мелкими считаются такие, которые проходят чрез прохот с отверстиями в 12×12 мм.

Вместе с мелкими кусками в отход идет и угольная мелочь. Угольная мелочь — очень вредная часть угля, являющаяся причиной многочисленных пожаров.

На практике встречаются очень часто случаи, когда уголь загорается. Причина самовозгорания угля находится в зависимости от температуры, при которой был выжжен уголь, от качества древесины, и наконец от вида угля, т. е. от того, будет ли уголь в кусках или он намельчен в порошок.

Лежа в кучах, уголь прогревается. При этом особенно сильно идет прогревание мелкого, порошкообразного угля, выжженного из мягкой древесины. Уголь в кучах загорается тем быстрее, чем больше в нем угольной мелочи.

Сказанное приводит к следующему: уголь должен быть выжжен из крепкой, здоровой древесины и отделен от мелочи. Загнившая древесина не должна применяться при углежжении не только потому, что при этом получается слабый, непригодный для металлургии уголь, но и потому, что уголь очень легко загорается в кучах.

Несмотря на то, что измерение угля по объему крайне не точно, этот способ приемки и сдачи угля пользуется наибольшим распространением. Главная причина неточности, как уже указывалось, заключается в гигроскопичности угля, т. е. в его способности поглощать влагу.

Определение количества влаги в угле производится в лабораториях. Это нетрудная, но кропотливая работа, требующая точности и точных приборов. Определение влажности невозможно в повседневной заводской жизни. Нельзя делать определение влажности в каждом коробе угля, доставляемом на завод. Невозможно также и определение влажности на взгляд. Ведь ошибиться всего на 5%, сказать, что в угле 10, а не 15% влажности, очень легко. Между тем в работе завода эти 5% вырастут в очень внушительную цифру. Пусть металлургический завод потребляет в год 15 000 т угля. При влажности угля в 10% завод приобретает 1 500 т совершенно ненужной, вредной для производства, влаги. При 15% влажности это количество вредной примеси увеличивается до 2 250 т.

Тем не менее можно приблизительно установить вес 1 куб. м угля. Вес колеблется в зависимости от породы дерева, из которого выжжен уголь.

Как, среднее можно принять для 1 куб. м печного угля следующий средний вес:

| | |
|------------------------|--------|
| еловый и лиственничный | 120 кг |
| сосновый | 185 „ |
| осиновый | 140 „ |
| березовый | 175 „ |

Эта цифра относится к весу 1 куб. м свежего, только-что вышедшего из печи угля, имеющего плотную укладку. Разумеется, если уголь пролежит несколько времени под открытым небом и попадет под дождь, вес одного кубического метра увеличивается. В угле не должно содержаться коньтиника и головень, так как они тоже изменяют вес.

Этот таблицу следует руководствоваться при пересчете угля, данного в тоннах, на кубометры и обратно. Разумеется для точного расчета необходимо знать, из какой породы выжжен уголь. В том же случае, когда тонны угля пересчитываются в кубометры, необходимо знать еще и влажность угля. При пересчете угля, выжженного на среднем Урале в шварцевских печах, можно считать в среднем, что в 1 т угля содержится 7,15 куб. м.

Оценка угля

На основании всего, что говорилось выше, можно дать ответ на вопрос: какой же именно уголь нужен для металлургии, являющейся главным потребителем угля.

Этот ответ нужно расчлениить на несколько частей.

Для выплавки чугуна из железной руды нужен углерод. Поэтому для металлургии является наиболее ценным тот уголь, в котором наиболее содержится углерода. Содержание же углерода в угле зависит от температуры, при которой он был выжжен. Таким образом уголь, выжженный при 350° и содержащий 76% углерода для металлургии будет менее ценным, чем уголь, выжженный при 700° и содержащий 95% углерода.

Но одного этого мало. Для доменной плавки не пригоден слабый, пористый и мелкий уголь. Такой уголь может быть одинаково и богат углеродом и, наоборот, беден им; каково же ни было содержание углерода в таком угле, он для доменного производства не годится. Уголь обязательно должен быть плотным и вместе с тем содержать в себе наибольший процент углерода.

Сказанное можно ясно представить себе из следующего: выше говорилось, как изменяется объем угля в зависимости от его измельчения.

При этом масса угля и его вес остаются теми же. Понятно, что чем больше будет объем при одной и той же массе, тем меньше будет плотность. Превращенный в пылеобразное состояние уголь будет иметь меньшую плотность, чем уголь, состоящий из крупинки, величиною в зерно ржи.

Вообразим теперь, что вырезанный нами кирпичик угля содержит 80% углерода и весит 10 г. Стало быть в нем содержится 8 г чистого углерода.

Когда мы размельчили в ступке уголь и поместили его сперва в полторы, а затем в две спичечных коробки, то понятно, что процентное содержание углерода в угле не уменьшилось. Количественное содержание углерода во всем угле тоже не изменилось. Но в спичечной коробке его стало меньше. Когда объем угля был равен объему одной спичечной коробки, то в этом объеме содержалось 8 г углерода. Когда объем увеличился в полтора раза, т. е. размельченный уголь был рассыпан в полторы спичечных коробки, то в каждой коробке количество углерода оказалось равным $8 : 1\frac{1}{2} = 5\frac{1}{3}$ г. При двух коробках количество углерода сократилось вдвое против первоначального и стало равным $8 : 2 = 4$ г.

Определить точно количество углерода, содержащегося в единице объема угля, можно, умножив процентное содержание углерода в угле на его плотность.

Пусть плотность первоначального куска угля равнялась 0,302 при содержании углерода 80,2%. Содержание углерода в единице объема равно $80,2 \times 0,302 = 2,4$. Предположим, что плотность мелко растертого угля уменьшилась вдвое и стала равна 0,151. Очевидно, и содержание углерода упало вдвое и стало равно 1,2.

Температура печи, в которой идет выжиг угля, обычно известна. Отсюда можно определить довольно точно и процентное содержание углерода в угле. Взвешивая короб угля, можно на основании приведенных выше соображений определить и содержание углерода в единице объема угля.

В настоящей книжке неоднократно указывалось, что уголь применяется в наибольшем количестве в металлургии. Для того что-

бы удовлетворить требования металлургии на уголь, в СССР ежегодно вырубается тысячи гектаров леса. Лес — народное богатство, которым необходимо дорожить. Поэтому должен встать вопрос: нельзя ли в металлургии заменить уголь каким-либо материалом, ценность которого ниже, чем ценность угля. К сожалению состояние металлургической техники в настоящее время таково, что восстановление железа из руды без углерода не возможно. Уголь же является наиболее чистым, наиболее концентрированным и вместе с тем наиболее дешевым углеродом. Нужно заметить, что в металлургии применяется не только древесный уголь, но и каменноугольный кокс. Но применение последнего не всегда возможно.

В каменном угле содержится сера. Последняя очень легко вступает в соединение с железом, образуя сернистое железо, а это железо не прочно и не пригодно для целого ряда ответственных работ. Хорошее, высокосортное железо не должно содержать серы. Именно такое железо и получается при выплавке руды на древесном угле. Ведь в дереве не содержится серы, поэтому и образование сернистого железа не возможно.

До тех пор, пока техника не найдет нового способа выплавки чугуна без угля, потребность в древесном угле для металлургических целей будет существовать. Для получения высокосортного железа углежжение в настоящее время ведется в таких мало лесистых странах, как Франция, Германия и т. д. Но раз углежжение должно существовать, то необходимо, чтобы оно существовало в наиболее совершенной форме. Необходимо, чтобы переугливание подвергалась не крепкая, не строевая древесина, а отбросы леса. При этом от древесины должен быть взят не только один уголь, как это делается сейчас, но и другие ценные продукты, получающиеся при разложении древесины без доступа воздуха. Примером подобного использования отбросов древесины являются описанные печи Грюндаля и Аминова, работающие при лесопильных заводах.

Наряду с подобными установками должны быть устроены и другие в тех районах, где много древесины и где она не имеет ценности. Эти установки не должны ставить своей исключительной задачей получение только угля, а наряду с ним и получение побочных продуктов. Получение побочных продуктов при углежжении принесет двойную пользу. Во-первых, оно поможет покрыть тот дефицит, который существует у нас на эти продукты, а во-вторых, снизит себестоимость угля, а следовательно и чугуна. Дешевая цена на уголь дает возможность перебрасывать его на более далекие расстояния. В устройстве таких установок и заключается рациональное углежжение, к которому необходимо перейти от того углежжения, которое существует у нас сейчас. И только в очень глухих местах, где сырьевая база не достаточна для устройства крупного завода, может быть применено кучное углежжение.

Вопросы и упражнения

1. Сколько кг углерода получается из шварцевской печи емкостью в 80 куб. м, идущей на пихтовых дровах?
2. На металлургический завод привезено 100 коробов березового угля, выжженного в аминовской печи. В лаборатории определена влажность угля в 9%. Сколько чистого углерода поступило на завод?

3. Подсчитать, сколько углерода содержится в угле при плотности его 0,28 и при процентном содержании в 80,3%.

4. Отметить положительные и отрицательные стороны приемки угля по объему.

5. Один уголь при плотности 0,302 содержит 76,4% углерода, второй — при плотности 0,190 содержит 83, 17 % углерода. Какой из двух углей лучше?

8 глава

Кустарный спирто-порошковый завод

Дрова для сухой перегонки

Описанные выше аппараты применяются главным образом для получения угля. Подсмольная вода и вырабатываемые из нее продукты являются вторичными, побочными продуктами. Ниже будут описаны аппараты, при которых уголь является побочным продуктом, основным же продуктом является подсмольная вода.

Исходным материалом для получения подсмольной воды являются березовые дрова. О заготовке дров вообще уже говорилось

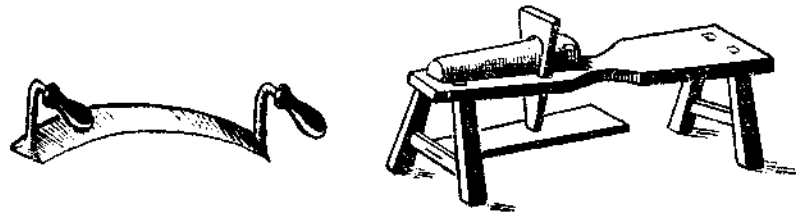


Рис. 23 и 24. Струг для ошкуривания дров.

раньше. Дрова заготавливаются в общем одинаковые как для углежжения, так и для сухой перегонки. Разница заключается лишь в отдельных деталях.

Для сухой перегонки применяются березовые дрова, взятые с деревьев в возрасте 25 — 40 лет. Как более молодые, так и более старые дрова, хотя и пригодны, но дают при переработке худшие результаты.

Береза, применяемая для сухой перегонки, обязательно ошкуривается. Береста, снятая с березовых дров, обязательно должна быть переработана на деготь. Ошкуривание дров следует производить либо на корню, либо с дров. Первое производится с березового леса, подлежащего рубке осенью или зимой текущего года.

Наилучшим временем для ошкуривания является период приблизительно с начала июня до половины июля, во время цветения дерева. В это время береста сходит очень легко, «падает», как говорят дегтекуры. Чтобы снять бересту, проводят топором надрез вдоль ствола дерева. Если надрез был сделан своевременно, береста падает без всякого труда.

Для снятия коры со срубленных деревьев или же с дров служат струг (рис. 23) и станок (рис. 24). Последний состоит из скамьи, в доске (д) которой сделан жолоб. В доске прорезано

два отверстия. Через них проходят ребра рамы (р). Рама соединена с нижней доской (к), прикрепленной к перекладине между стойками скамьи. Полено помещается в жолоб и прижимается обоймой рамы к доске, для чего рабочий доскою нажимает нижнюю доску. Сидя верхом на скамье, рабочий стругом снимает кору с полена.

Нужно отметить, что деготь, полученный из березовой коры, снятой с мертвой древесины стругом, по своему качеству ниже, чем полученный из бересты, снятой с живого дерева. Ведь при снятии бересты стругом вместе с ней сходит и часть заболони. Для получения дегтя береста подвергается сухой перегонке. При этом происходит разложение бересты и остатков древесины. Последняя выделяет смолу, которая, подмешиваясь к дегтю, портит его. Для просушки же дров снятие бересты стругом дает лучшие результаты. При состругивании заболони открываются водоподающие сосуды, из которых испаряется влага.

На некоторых заводах дрова до ошкуривания подвергаются операции в а н и ю. После такой операции кора сходит с дров очень легко.

Организация производства

Получение подсмольной воды происходит и на мелких установках и на более крупных заводах.

До последнего времени установки были расположены почти исключительно в районе р. Ветлуги (Нижегородский край). Они состоят из четырехказанных заводов, перерабатывающих около 1200 куб. м березовых дров в год. Из подсмольной воды, полученной при сухой перегонке, выделяется кустарный спирт сырец и порошок (укусно-кальциевая соль). Эти продукты являются полуфабрикатами и сдаются для переработки либо на кооперативные, либо на государственные заводы.

Отдельные заводики принадлежали в прежнее время кустарям-единоличникам. С течением временем отдельные кустари объединились в артели, которые вошли в соответствующие союзы, а через них и в общую систему промышленной кооперации.

Работа на четырехказанном заводе представлялась достаточно выгодной и рентабельной. Но эта выгодность была только кажущаяся, так как кустарь не учитывал совершенно того времени и того труда, которые ему приходилось отдавать производству. Во время работы и члены его семьи не выходили с завода в подлинном смысле этого слова. Это объясняется в значительной степени тем, что завод кустаря устроен крайне примитивно. Отдельные операции производства, например загрузка и выгрузка казанов, накачивание воды в баки и т. п. совершенно не механизированы, почему и требуют очень много времени. К этому нужно прибавить, что технически слабые установки дают и продукты более низкого качества, чем хорошие заводские установки.

Отсюда, как будто напрашивается вывод, требующий уничтожения кустарной промышленности. Такой вывод разумеется не правилен. Кустарная или вернее мелкая промышленность должна некоторое время д о п о л н я т ь крупную промышленность. Крупный завод,

перерабатывающий сотни тысяч кубометров древесины в год, может существовать лишь вблизи крупного лесного массива, обеспечивающего его сырьем. При доставке древесины из мелких, отдаленных лесных массивов, работа может оказаться невыгодной. Единица товара вследствие отдаленного транспорта окажется слишком дорогой. Эти мелкие отдаленные массивы и должны быть использованы устройством в них мелких заводов. А так как кустарный завод дает слишком дорогую продукцию и требует слишком много времени, то подобные заводы должны быть укрупнены. На этот путь и вступила промышленная кооперация в связи с всеобщей коллективизацией. Старые, мелкие заводы доживают свой век и не будут возобновляться в таком же виде. Вместо них строятся новые, по своим размерам вдвое и втрое больше старых, т. е. на 8,12 и даже 16 казанов, что позволяет значительно сократить количество потребной рабочей силы. В настоящее время у промкооперации имеется 1 800 казанов с пропускной способностью в 300 куб. м березовых дров каждый.

Работа промкооперации идет главным образом в некоторых определенных районах. По развитию сухой перегонки березовых дров исконным районом является Нижегородский край. Теперь к этому району присоединятся еще и другие как-то Северный край, Западная область, Сибирь, Урал. Но разумеется одними своими средствами охватить все районы, где имеются неэксплуатируемые березовые насаждения, промкооперация не может. В этом отношении важную роль должны сыграть леспрохозы. Обладая лесными массивами и имея в своем распоряжении рабочую силу, они имеют полную возможность развить у себя мелкие производства и этим вовлечь в эксплуатацию те лесные массивы, которые в настоящее время остаются неиспользованными.

Государственных сухоперегонных заводов — шесть, с годовой переработкой 80 тысяч куб. м березовых дров¹. По сравнению с кустарными заводами эти заводы оборудованы хорошо, что прежде всего отражается на качестве получаемых на них продуктов.

По своим размерам эти заводы все же очень незначительны. Так их общая годовая выработка в половину меньше годовой выработки строящегося нынче Аша-балашовского завода.

Эти заводы в главной своей массе подобно кустарным заводам вырабатывают полуфабрикат для переделочных заводов.

Таким образом общее количество березовой древесины, перерабатываемое ежегодно, не превышает 700 тысяч куб. м.

Говоря о наших сухоперегонных заводах, нужно отметить, что и по своему оборудованию, и по технике производства они являются отсталыми. Современная техника дает более совершенные методы работы.

Кустарный перегонный аппарат

Перегонным аппаратом на кустарном заводе является **казан**, склепанный из котельного железа. Казаны делаются либо прямо-

угольной формы (рис. 25), либо же цилиндрические. Цилиндрическая форма удобнее. Такие казаны прогорают медленнее, чем прямоугольные, у которых особенно страдают углы. Размеры казанов довольно различны. Чаще всего их делают емкостью либо в 1,9, либо в 2,0 куб. м. При емкости в 2,0 куб. м казан цилиндрической формы имеет 2 450 мм длины и 1 600 мм в диаметре. При клепке казанов применяется 4-миллиметровое или 5-миллиметровое листовое железо. Для вывода из казана продуктов разложения древесины в задней стенке вырезается отверстие диаметром в 180 мм, к которому приклепывается труба из 2-миллиметрового железа. Отверстие в стенке казана прорезается таким образом, чтобы ось приклепанной отводной трубы находилась на расстоянии 430 мм от оси казана. К переднему краю казана приклепано угловое железо, снабженное 6—8 болтами. Соответственно отверстию в казане вырезается из листового железа крышка, в которой пробито 6—8 отверстий. Этими отверстиями

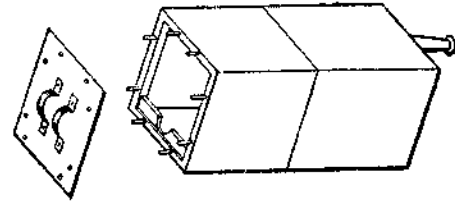


Рис. 25. Прямоугольный казан.

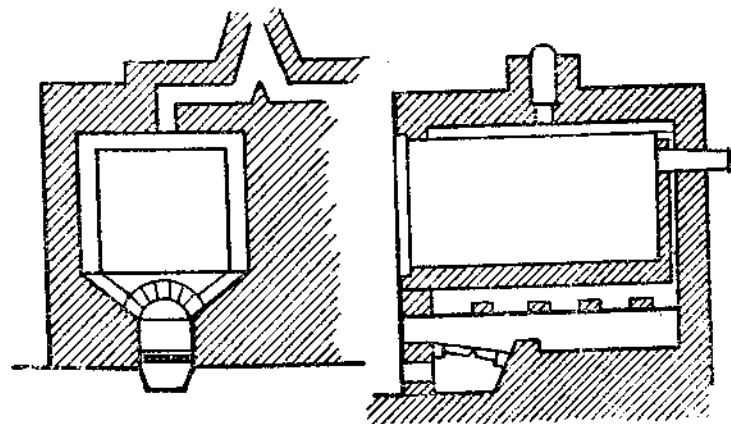


Рис. 26. Казан, вмазанный в кирпичную кладку.

крышка надевается на болты и приворачивается гайками. Крышка снабжена ручками. На устройство одного казана вместе с крышками идет 4 листа железа (1,25 × 2,5 мм × 4 мм) общим весом 300 кг. Отводная труба, сурно, как зовут ее кустари, прикрепляется к казану на фланцах и имеет длину 540 мм.

Казаны вмазываются в кирпичную кладку (см. рис. 26), причем каждый казан снабжен отдельной топкой. Два казана составляют пару с общим боромом и общей дымовой трубой. Топка выводится со сводом, на который насыпается слой песка, поверх которого ложком укладывается один ряд кирпичей. На кирпичи насыпается

¹ В эту сумму не входит группа мелких, полукустарных кинешемских заводов с годовой выработкой до 40 тысяч куб. м березы.

еще слой песку и уже на него устанавливается казан. На расстоянии 160 см от стенки казана выводятся стенки толщиной в один кирпич, которые тоже перекрываются сводом. Задняя стенка казана, в котором находится отводная труба — сурно — прилетает к кирпичной кладке вплотную. Такое расположение задней стенки необходимо для предотвращения чрезмерного перегрева задней части казана. Объяснить это нужно следующим образом: когда казан начинают топить и находящиеся в нем дрова начинают прогреваться, то разложение их и выделение паров спирта, уксусной кислоты и смолы начинается возле стенок казана. Образовавшиеся горячие продукты разложения, как более легкие, поднимаются вверх. Они стремятся выйти наружу и проходят в сурно. Часть своего тепла они отдают находящимся на их пути дровам, вследствие чего дрова разлагаются. Здесь происходит то же самое, что и в печи Шварца.

Разложение в казане дров, которые не соприкасаются непосредственно с раскаленными стенками казана, начинается всегда от задней части казана сверху. Это разложение подвигается постепенно книзу и вперед. Отсюда понятно, что главный нагрев, необходимо сосредоточить в передней части казана. Задняя стенка казана должна быть предохранена от избыточного нагрева, что достигается непосредственным соприкосновением задней стенки к кирпичной кладке. Для этой же цели в задней части топки не устраиваются прогары (см. ниже).

Топка казана расположена во всю длину кирпичной кладки и перекрыта сводом. Ширина топки делается в 675 мм и наибольшая высота в 650 мм. В своде топки имеются отверстия, прогары в передней части топки таким образом, что задняя треть прогаров не имеет. По прогарам топочные газы выходят из топки и поступают в дымоходы, окружающие казан и прогревают загруженные в казан дрова. Для выхода топочных газов в своде над казаном имеется отверстие, через которое газы поступают в бороз, а оттуда и в дымовую трубу. Для регулирования тяги в борозке устроена задвижка, которая открывается и закрывается по мере надобности.

Казан вмазан в кирпичную кладку таким образом, что между его передней стенкой и лицевой стенкой кладки имеется пустое пространство. В кладке проделано отверстие, соответствующее размерам казана. Когда казан загружен дровами, это отверстие закрывается железной крышкой.

Для придания кладке большей прочности, ее стягивают деревянными сжимами. Для этого возле углов кирпичной кладки в землю врываются стойки размерами 13 × 14 см со сквозными ушками. Через ушки проходят тросы, затягиваемые клиньями. Возле казанов устроены тушильники для угля.

Как указывалось нормальным заводом считается завод на 4 казана. Укрупненные заводы строятся на 8, 12 и т. д. казанов. Таким образом расчет стоимости сооружения кустарного завода следует вести на четыре казана, а в случае надобности умножить полученные цифры на 2, 3, 4. и т. д. —

Холодильники

Для вывода парообразных продуктов из казана устраивается отводная труба, сурно. Оно соединено с холодильниками. Дороговизна меди и трудность дать медным трубам правильное водяное охлаждение заставляют кустарей прибегать к воздушному охлаждению. Последнее осуществляется при помощи деревянных труб. Они приготовляются из осиновых бревен. Для этого с бревна ерезается горбыль и бревно выдалбливается. Горбыль прикрепляется к бревну при помощи железных обручей. Швы законопачиваются и замазываются глиной. Бревна, составляющие холодильники, располагаются в двух направлениях:



Рис. 27.

1) более толстые, колоды (а), числом три лежат в направлении поперечном к казанам (рис. 27); 2) более тонкие, цевки (б), соединяют между собою колоды и лежат вдоль казанов.

В первую колоду, имеющую длину в 6½ — 7 м и толщину в 60 — 65 см входит сурно казанов. С противоположной стороны в колоде проделаны отверстия, в которые вставлены цевки, соединяющие первую колоду со второй. Вторая колода располагается на 25 — 30 см ниже первой. Благодаря этому жидкость, успевшая стечь в цевках, легко стекает в среднюю колоду. При посредстве второго ряда цевок вторая колода соединена с третьей. Второй ряд цевок по отношению к первому расположен в шахматном порядке, т. е. концы вторых цевок находятся в промежутках между отверстиями первого ряда. Противоположными концами цевки входят в третью колоду, расположенную на одном уровне с первой. Из третьей колоды выходит ряд цевок с глухими концами. Эти концы подняты над третьей колодой приблизительно на 10 — 105 см. Чтобы последний ряд цевок не опустился книзу и не испортил третьей колоды, под него подводится бревно, утвердившее на подставках. Цевки делаются длиной в 3½ — 5 м. Концы первой и третьей колоды вделаны в деревянные трубы, которым дан наклон к середине холодильника.

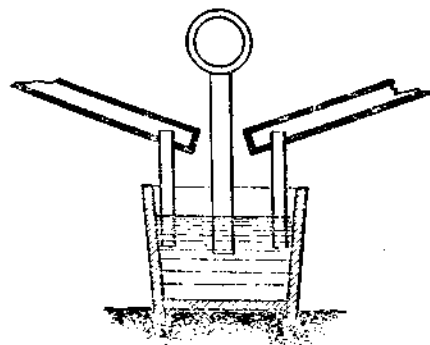


Рис. 28. Сток жидкости из цевок.

Свободные концы этих деревянных труб приходятся над сборным чаном, врытым в землю возле средней колоды. С нижней стороны в среднюю колоду точно так же, как в концы наклонных труб, вделаны деревянные трубки диаметром в 6 — 10 см. Свободные концы этих трубок не доходят до дна сборного чана (рис. 28), но всегда должны быть прикрыты жидкостью.

Подобные холодильники отличаются дешевизною. Но охлажде-

ние паров жижки происходит далеко не полно, что и отъезается на выходах продуктов у кустарей. Низкие выходы усиливаются еще тем обстоятельством, что все трубы долбленные. Горбылды притягиваются к колодам обручами, швы же проконопачиваются. Как бы плотно ни были проконопачены швы, в них всегда где-нибудь да остаются щели, через которые происходит испарение паров жижки. Общая длина этих швов достигает 200 м. Во избежание этого испарения в настоящее время начинают применять сверленные колоды.

Работа холодильника состоит в следующем: пары жижки, выйдя из казана, попадают через сурно в первую колоду, а из него расходятся по первому ряду цевок. Часть паров, главным образом смоляных, сгущается здесь в жидкость, которая стекает во вторую колоду, а отсюда и в сборный чан. Остальные пары проникают во вторую колоду, отсюда проходят во второй ряд цевок, где опять-таки происходит частично сгущение паров. Пары стекают обратно и попадают в свободный чан. Наконец еще не успевшие сгуститься пары попадают в третий ряд цевок, здесь сгущаются в жидкость, стекают обратно и попадают в сборный чан.

Вышедшие из казана пары жижки не могут выйти наружу из деревянных труб. Этому мешает гидравлический затвор, образовавшийся благодаря тому, что концы выводных труб погружены в жидкость, наполняющую сборный чан.

В сборном чане происходит первоначальное отстаивание подсмольной воды от смолы. Часть содержащейся в подсмольной воде смолы оседает на дне чана. Это так называемая осадочная смола. Поверх ее собирается подсмольная вода, которая при помощи особого жолоба спускается в находящийся рядом стекальный чан. Здесь происходит дальнейшее отстаивание подсмольной воды.

Этим заканчивается первая часть производства. Дальнейшее производство заключается в том, что из подсмольной воды выделяются древесный спирт и порошок.

Перегонный куб

По мере накопления подсмольной воды в стекальном чане ее спускают в затравочный чан. Эта работа производится чаще всего при помощи насоса, подобного тем, какими в нефтяных лавках перекачивают из бочек керосин. Иногда же подсмольная вода не перекачивается, а счерпывается. При перекачивании стараются не захватить смолы, осевшей на дно чана.

В затравочном чане к подсмольной воде прибавляется известь, после чего натравленную жижку переносят в перегонный куб для отгонки спирта.

Перегонные кубы (рис. 29) делаются из котельного железа толщиной в 4 — 5 мм. Он имеет диаметр и высоту в 140 см. В дне куба прикреплена труба диаметром в 50 мм, по которой жижка выпускается из куба после отгонки спирта. Куб замурован в кирпичную кладку. Пламя, разведенное в топке, касается дна куба, подогревает находящуюся в нем жидкость и уходит в отверстие, устроен-

ное с противоположной стороны топки. Таким образом дым не выводится из заводского здания, а распространяется в нем.

Крышка куба делается железной. В ней помещается лаз — отверстие, имеющее в диаметре 60 см, плотно закрывающееся крышкой и служащее как для заливания жижки, так и для чистки куба.

В середине крышки куба имеется отверстие, в которое вставлена невысокая труба, входящая в невысокий же шлем. Иногда шлем делается цилиндрическим, высотой около 40 см и диаметром около 25 см, иногда же овальным. Назначение шлема, или сухонарника, состоит в том, чтобы задерживать частицы, увлекаемые из куба парами. В центре сухонарника проделано отверстие, в

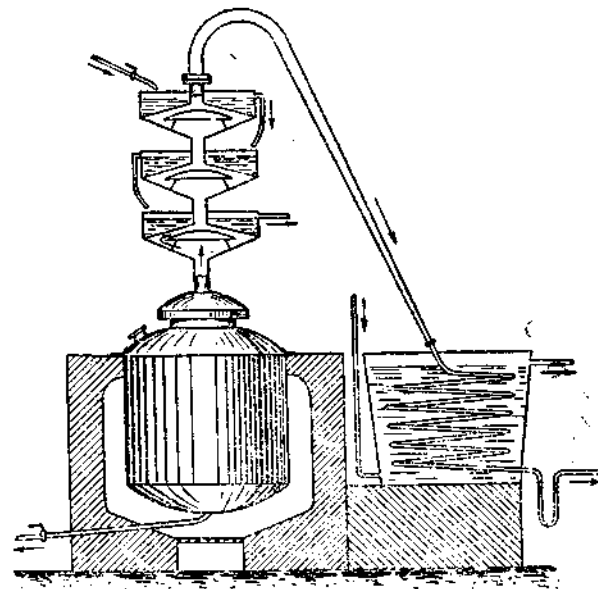


Рис. 29. Перегонный (спиртовой) куб.

которое вставлена медная трубка длиной около 8 см, служащая для вывода из куба паров. Трубка соединена с так называемыми тарелками Писторнуса (см. рис. 29). Их делается две или три. Каждая из них состоит из двух медных тарелок с несколько оттянутыми краями. Края сложены вместе и стянуты болтами. Снизу каждой тарелки имеется входное отверстие, а сверху — выходное. Внутри каждой тарелки имеется разбойный щиток — опрокинутая тарелка, укрепленная на подставках. Пары, выходящие из котла, поступают в тарелку Писторнуса, ударяются о разбойный щиток и благодаря этому отклоняются к наружным стенкам. Для охлаждения паров, вокруг тарелок устраивается невысокий бортик. Пространство между тарелкой и бортиком наполнено водою. По таким трубкам вода из верхнего резервуара стекает во второй резервуар, а оттуда в нижний. От трубки в верхней тарелке идет перекидная тру-

ба длиной в 420 см и диаметром в 5 — 6 см, соединяющаяся с медной трубой, согнутой в виде змеевика. Змеевик делает 5 — 7 оборотов и имеет в длину 10 м. Змеевая труба постепенно суживается и в конце имеет диаметр не более 30 — 35 мм. Он помещен в деревянный чан, наполненный водой. Для сбора перегнанного спирта у конца змеевика располагается небольшой чанок, врытый в землю.

Когда спирт от натравленной жижки отогнан, остатки спускаются из перегонного котла в железные коробки, склепанные из листов толщиной в 3 мм. Коробок делается две, причем емкость их такова, что в них помещаются остатки из котла после одной отгонки спирта. Коробки замурованы в кирпичную кладку таким образом, что под ними находится тонка, т. е. дно коробки непосредственно нагревается голым огнем. Выпущенная из котла после отгонки спирта жижка подвергается выпариванию в этих коробках, после чего порошок переносят для окончания просушки с сушильный шкаф.

Сушильный шкаф устраивается между двумя казанами. В шкафу устроены три полки: верхняя, самая высокая — до 55 см, средняя — до 40 см и нижняя — до 35 см высотой. Ширина всех полок 5 см, а длина — 2,5 м. Таким образом в шкаф сразу помещается порошок, полученный от одной перегонки. Согревание шкафа происходит за счет теплоты стенок казанов.

Казаны с сушильными шкафами, перегонный куб, выпарные коробки, а также натравный и спиртовой чаны помещены в заводском здании. Последнее представляет собою деревянную двухскатную крышу, утврежденную на шести столбах. Стен обычно нет. Они заменяются жердями, длиной около 2 м, прилощенными к крыше. Остальные части завода — деревянные холодильники, бак со змеевиком, сборные и отстойные чаны — расположены вне здания, под открытым небом.

Такое устройство простейшего спирто-порошкового завода. В настоящее время в целях улучшения производства артели начинают ставить более сложно оборудованные заводы. Как уже указывалось, деревянные колоды заменяются сверленными трубами, а в некоторых, пока, правда, исключительных случаях, и медными холодильниками. Подробнее такой холодильник будет описан ниже, здесь же отметим только что холодильники устраиваются коленчатыми, собранными из медных труб.

Чтобы лучше и полнее отделить порошок, устраивают смолотделители и т. п. Все эти приспособления заимствованы из заводского производства, при котором и будут описаны.

Стоимость устройства подобного завода, несколько более усовершенствованного по сравнению с обычным кустарным, видна из следующей сметы:

| | |
|---|----------------|
| 1. Склепать 4 казана из 4 мм железа, замазать их в кирпичную кладку и установить железные трубы | 1 480 р. 11 к. |
| 2. Склепать спиртовой куб, сложить очаг и замазать куб в кирпичную кладку | 572 р. 39 к. |
| 3. Склепать 2 шт. выпарных коробок, сложить под ними очаги и установить на них коробки | 369 р. 79 к. |

| | |
|---|----------------|
| 4. Изготовить и установить на место с присоединением к смолотделителям 4 медных холодильника | 2 193 р. 88 к. |
| 5. Склепать и установить на спиртовой куб колонку | 41 р. 93 к. |
| 6. Изготовить и установить в деревянный чан медный дефлегматор (тарелки Писториуса) | 355 р. 27 к. |
| 7. Изготовить деревянные чаны: 1) 4 пыльника — смолуловителя, 2) 7 затравочных и отстойных чанов, 3) 1 чан к дефлегматору, 4) чан к спиртовому холодильнику | 1 324 р. 23 к. |
| 8. 4 тушильника для угля | 77 р. 80 к. |
| Всего | 6 415 р. 40 к. |

Прибавив сюда 10% на мелкие расходы, — около 7 тысяч руб., а вместе со зданием и подсобными постройками получим около 15 тысяч руб.

Нужно отметить, что эта стоимость относится к усовершенствованному кустарному заводу с медными холодильниками, колонкой, более благоустроенным заводским зданием и т. п. Обычно же стоимость кустарного завода определяется около 1 500 руб. на каждый казан.

Вопросы и упражнения

1. Какое количество железа потребуется для устройства завода на четыре казана?
2. Что произойдет, если тарелки Писториуса не охлаждать водой?
3. Почему между казаном и кирпичной кладкой не оставляется свободного прохода для продуктов горения?
4. Почему казан не делается из чугуна?
5. Подсчитать, сколько кирпича требуется для обмуровки одного казана?

9

ГЛАВА

Работа на кустарном заводе

Загрузка казана

Загрузка казана приспособляется обычно к утру. Дрова для загрузки подносятся к казану заранее. Разложение древесины происходит раньше всего и полнее всего в верхней части казана. Поэтому здесь укладываются наиболее толстые дрова, разложение которых затруднительнее. На дно же казана укладывается более тонкие дрова.

Дрова для курения идут прямые, без изгибов и без сучьев. Правда, сучковатые дрова дают более прочный уголь, но сучковатость, точно так же, как и изгибы, препятствует плотной укладке. При плотной же укладке оказывается лучше использована емкость казана и сверху того лучше и правильнее идет процесс перегонки. Поэтому до начала загрузки казана дрова должны быть подсортированы. При подсортировке откидываются не только кривые дрова, но и подгнившие, и ситовые.

Все, что не пригодно для курения, идет в качестве подтопки в казаны. Если дрова укладываются в казан не достаточно плотно

и между ними имеются пустые промежутки, их заполняют тонкими дровами.

Зарядив казан, его закрывают заслонкой, швы тщательно промазывают хорошо размятой глиною и, прислонив к выходному отверстию в кирпичной кладке наружную крышку, разводят в токе огонь. Глиняный шов на внутренней крышке быстро просыхает и дает трещины. Поэтому через несколько времени после начала работы наружная крышка открывается, и шов вторично промазывается глиною. После этого к стенкам кирпичной кладки примазывается глиной наружная крышка, и в топке усиливается огонь.

Сильный огонь в топке держится до тех пор, пока из холодильников не начнет выделяться жидкость. Это показывает, что разложение древесины идет достаточно полно. Тогда огонь в топке уменьшают или даже совсем выгребают из него горящие головни. Если не уменьшить в топке огня, выделение продуктов разложения древесины происходит очень бурно. Пары и газы вырываются из казана с большой скоростью. Они не успевают сгуститься в холодильнике и в виде струй паров, а не в виде жидкости, выделяются наружу.

Разложение древесины

Выше подробно говорилось об условиях, при которых происходит разложение древесины. Здесь отметим только, как оно происходит в казане. Прежде всего нагрев происходит возле стенок казана и в верхней его части, как так газы, получившиеся при разложении древесины, имеют высокую температуру. Вместе с тем они и более легкие, почему и поднимаются вверх, вытесняя более холодные газы и пары. Первоначально из древесины выделяются пары воды, к которым присоединяются пары спирта, уксусной кислоты и смолы. Все эти вещества вместе в выделяющимися газами образуют так называемую парогазовую струю.

Парогазовая струя через сурно попадает в первую колоду. Здесь струя разбивается на ряд мелких струек, которые попадают в цевки, а оттуда во вторую колоду. В первой колоде, в цевках и во второй колоде происходит частичное сгущение парогазовой струи. То, что успело сгуститься, оседает на деревянных стенках и стекает в чан. Не сгустившаяся часть уходит по цевкам в третью колоду и в последний ряд цевок. Не имея выхода из последнего ряда цевок, пары возвращаются обратно, по дороге охлаждаются и уже в жидком виде стекают в чан.

Если перегонку вести быстро, т. е. в топке поддерживать сильный огонь, разложение древесины идет бурно. Тогда парогазовая струя не успеет охладиться в холодильниках. Поэтому то и необходимо вести гонку возможно медленнее. Для казанов, указанных размеров, нормальной гонкою нужно считать такую, которая заканчивается в течение суток.

Прекращение топки казана имеет еще и другое основание. В определенный момент нагревания начинается экзотермическая реакция. Разложение древесины идет за счет выделяемого ею тепла, почему и нагревание пазне является излишним.

К окончанию перегонки в топке снова увеличивается огонь, чтобы закончить выделение продуктов перегонки. Когда из холодильника перестает выделяться жидкость, топку прекращают. Этот момент при сухой перегонке отличается от соответствующего момента при углежжении. При углежжении нагревание ведется еще несколько времени, чтобы прокалить уголь и этим увеличить в угле процентное содержание углерода. При сухой перегонке дальнейшее нагревание является излишним: ведь целью производства является получение продуктов перегонки, уголь же является побочным продуктом. Поэтому и производство заканчивается с окончанием выхода жидких продуктов.

Охлаждающее действие холодильников состоит в том, что горячие пары, выйдя из печи и попав в трубы, охлаждаются от соприкосновения с холодной средой. Если горячие пары идут по трубе, находящейся прямо на открытом воздухе, они охладятся гораздо меньше, чем в том случае, когда труба погружена в воду. При нахождении на воздухе трубы нужно устраивать во много раз длиннее, чем при водяном охлаждении. При этом, чем тоньше стенки, тем лучше идет охлаждение. Понятно, деревянные трубы не могут так хорошо охлаждать пары, как медные; их приходится делать гораздо длиннее. Кроме длины и материала, из которого сделаны трубы, для охлаждения имеет значение еще форма труб. Труба может быть совершенно прямой и может иметь ряд поворотов. Охлаждение паров во вторых трубах происходит быстрее и полнее. На поворотах мельчайшие частицы паров ударяются о стенки труб и подобно мячику, ударившемуся о стенку, отскакивают назад и сталкиваются с другими частицами. От ударов о стенки холодильника и друг о друга частицы охлаждаются. Таким образом охлаждение в изогнутых холодильниках происходит гораздо лучше, чем в прямых трубах.

При разложении древесины вместе с парами воды, спирта и уксусной кислоты выделяются и пары смолы. Смола охлаждается и превращается в жидкость гораздо легче, чем пары других составных частей жижки. Часть смолы оседает на стенах холодильных труб и загрязняет их. Поэтому время от времени приходится производить чистку труб. Обычно кустари прочищают первую колоду и первый ряд цевок по меньшей мере раз в месяц. Для этой цели цевки вынимаются из колод и протираются тряпкою, надетою на палку. Пары продуктов перегонки, сгустившиеся в жидкость, поступают в чан, где происходит отстаивание смолы. Смола оседает на дно. Это так называемая отстаиваемая смола. Над ней плавают слой жидкости.

На кустарных заводах из чана жижка направляется по жолобу в находящийся рядом второй чан, смола же вычерпывается из чана. Но здесь смолы скапливается очень немного, не более 80 — 100 кг за весь зимний сезон.

Жижка, полученная из второго чана, представляет собою жидкость буро-красного цвета с пригорелым запахом и жгучим вкусом. Ее цвет зависит от растворенной в ней смолы. От этой смолы очистить жижку очень трудно. Жгучий вкус придают ей растворенные в ней кислоты, среди которых главное место занимает уксусная кислота.

Разгрузка казана

Отделением осадочной смолы от жижки заканчивается первая часть работы на заводе. Жижка поступает в дальнейшую переработку, а казан разгружается.

Разгрузку и зарядку казана продельвают утром. К этому времени казан успевает «выйти»; разложение древесины закончилось, и в казане остается готовый уголь. Об окончании перегонки судят по прекращению струи жидкости, вытекающей из холодильника, а также по цвету крышки казана.

В начале перегонки крышка казана бывает черного цвета. К концу перегонки черный цвет переходит постепенно в синеватый. Это посинение начинается с верхнего края крышки, опускается все ниже и ниже и наконец доходит до низа. Такое изменение цвета может быть объяснено следующим образом: разложение древесины в казане начинается сверху, так как в верхней части казана прежде всего скапливаются горячие газы. Разложение идет сверху вниз; когда наверху оно закончилось и там находится раскаленный уголь, в нижней части еще находятся головни. При нагревании жижки продукты выделяются из древесины; касаясь крышки казана, они охлаждают ее, придавая ей синий цвет. Это выделение жидких погонов опускается в казан все ниже и ниже. Перегонку нужно считать законченной, когда выделение погонов происходит в нижнем слое дров.

Возле каждого казана в земле вырыта яма, служащая для тушения угля. Яма закрывается крышкой, которая плотно засыпается землей. Этим устраняется доступ воздуха в яму, где раскаленный уголь гаснет.

Для выгрузки казана между тушильником и устьем казана устанавливается кобыла. Это — помост из листового железа, укрепленный на деревянных ножках. Ножки, находящиеся близ казана, устроены несколько выше; поэтому помост имеет наклонное положение, облегчающее выгребание угля в тушильник.

Крышки казана открываются, в него вылескивается 2—3 ведра воды, после чего уголь выгребается на кобылу железными граблями и проталкивается в тушильник. В тушильнике уголь заливают еще 2—3 ведрами воды. Тушильник закрывается крышкой и засыпается землей.

Здесь уголь оставляется до следующего утра, после чего его выгребают лопатами и упаковывают в кули. Такой уголь является законченным продуктом и имеет в настоящее время своего специального потребителя в лице военного ведомства.

После выгрузки угля в казане остается много угольной мелочи и угольной пыли. Перед новой загрузкой казан тщательно очищается помелом от этого мусора. Тщательная очистка казана является необходимой ввиду возможности взрыва. Подобные взрывы (иногда даже с человеческими жертвами) случались, правда редко, на кустарных заводах Ветлужского района.

Причина взрыва заключается в следующем: в начале перегонки в казане находится воздух, который не успел вытеснить образующиеся при разложении древесные пары и газы. При усиленной

шуровке, как это бывает в начале перегонки, образование газов идет довольно сильно. Газы не успевают уйти в выводное отверстие, казана. Часть газов смешивается с воздухом и образует смесь, легко воспламеняющуюся от искры. Искра же может образоваться очень легко от угольной мелочи и пыли, попавших на раскаленные докрасна стенки казана.

Разгрузка угля продолжается всего 15—20 минут. Со следующей загрузкой спешат, чтобы не дать охладиться казану и сохранить тепло.

Направление жижки

Выше уже указывалось, что жижка состоит из воды, в которой растворены смолистые вещества, древесный спирт и уксусная кислота. Из нее необходимо выделить спирт и кислоту, которые и составляют цель производства. Смола и вода не нужны и представляют собой отбросы производства.

Как только что указывалось, смолы будет в жижке тем меньше, чем лучше жижка отстаивается; воды же будет тем меньше, чем суше были дрова. При перегонке вся влага из древесины перешла в жижку. Поэтому жижка будет более крепкой в том случае, если дрова были сухими. Вот почему приходится тщательно высушивать дрова, прежде чем их пустить в работу.

Чтобы ясно представить себе, как происходит переработка жижки, следует произвести такой опыт. В обыкновенной кастрюльке, наполненной водой, растворить небольшое количество обыкновенной кухонной (поваренной) соли. Кастрюльку следует поставить на горячую плиту. Жидкость в кастрюльке закипит, и вода начнет испаряться. Через несколько времени на дне кастрюльки останется поваренная соль, а вся вода выкипит.

Из этого опыта следует сделать такой вывод. Вода, превращаясь в пар, испаряется, соль же не может испаряться. Этот опыт можно несколько изменить. Раствор соли нужно налить не в кастрюлю, а в круглую бутыл (колбу), имеющую в горле отводную трубку (рис. 30). Колба плотно закрыта пробкой. Если начать ее подогревать, пары воды устремятся в отводную трубку. Отводная трубка, как видно из рисунка, соединена со стеклянным холодильником, охлаждаемым водой. Пары воды, проходя через холодильник, охлаждаются и превращаются в жидкость. Жидкость соберется в колбу, подставленную у холодильника. В ней соберется столько воды, сколько пошло на растворение соли. В первой колбе останется целиком вся соль.

Совершенно то же произойдет и при переработке жижки. Если в жижку прибавить определенное количество извести или же каустической соды, они свяжут находящуюся в жижке уксусную кислоту. Химия называет вещества, получающиеся от воздействия щелочи на кислоту, солями. ¹ Так как в образовании соли принимали участие уксусная кислота и известь, то получающаяся при этом соль называется уксусно-кислой известью.

¹ О солях можно найти в любом учебнике химии. Описанное соединение уксусной кислоты с известью в химии выражается так: $2\text{CH}_3\text{COOH}$ (уксусная кислота) + $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (известь) = $\text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ (порошок) + $2\text{H}_2\text{O}$ (вода).

укусно-кальциевой солью. На заводах обычно эту соль называют порошком.

Прибавление к жижке извести зовется *натравкою* и производится в особых *натравных чанах*.

В *натравный чан*, где находится жижка, насыпают негашеную известь и дают ей пролежать на дне чана часа два. Затем перемешивают слегка деревянным веслом в течение 1—2 минут. При этом из жижки выделяется смола, которая всплывает на поверхность чана. Ее счерпывают особою лопатою, после чего жидкость тщательно перемешивают. Конец *натравки* узнается по тому, что при взбрызгивании образуется пена. Если пены нет, извести было прибавлено недостаточно. При избытке извести в чан приходится добавлять све-

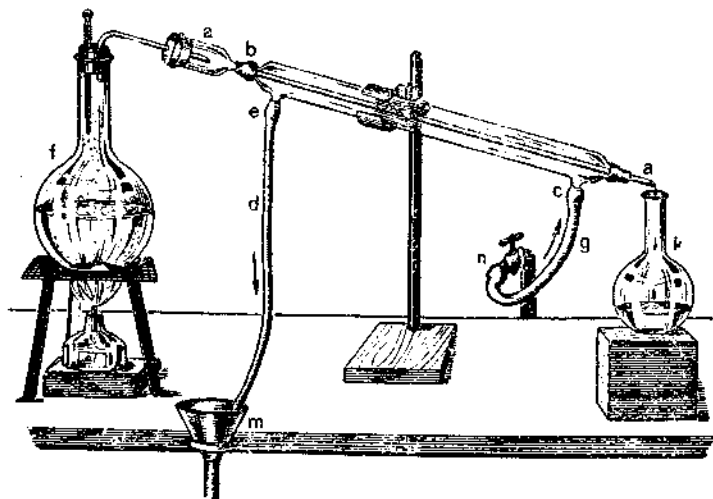


Рис. 80. Лабораторный аппарат для перегонки.

жей жижки и осторожно производить *дотравку*. Избыток извести узнается по тому, что исчезает смола, появившаяся первоначально на поверхности жидкости. Кустари определяют «на-глазок», достаточно или нет *натравлена* жижка. Гораздо лучше это делается при помощи вещества, называемого *фенол-фталеном*. Незначительное количество этого вещества растворяется в древесном или винном спирте и разбавляется водою до тех пор, пока не появится легкая муть. Если налить этот раствор в стакан и прибавить к нему жижки, в которой находится хотя бы самый незначительный и *збыток* извести, раствор принимает красный цвет.

Натравленной жижке дают отстояться, после чего переливают ее в *перегонный куб* и подвергают *перегонке*.

Отгонка спирта

Перегонный куб для отгонки спирта не загружают до верха. Примерно около одной четверти куба и даже больше, около одной трети его, оставляют незаполненной. Когда *натравленная* жижка

загружена в *куб*, *лаз* плотно закрывают и все щели промазывают глиной; в топке под *кубом* разводится огонь. Жижка согревается, а в *кубе* происходит то же самое, что и в *колбе* описанного выше аппарата, а именно: вода и спирт закипают и принимают *парообразное* состояние. Пары воды и спирта уходят из *куба* по *отводной трубке*, а в *кубе* остается порошок (соль, которая не перегоняется).

Известно, что всякая жидкость имеет свою точку кипения. Если в *колбу* (рис. 30) налить воды и подогреть до кипения, она начнет *перегоняться*. Вставленный в *пробку* *колбы* *термометр* будет показывать все время 100°. При замене воды *винным спиртом* *термометр* будет показывать 78°, *укусной кислоты* — 118° и т. п.

Несколько другая картина получится, если взять не чистую жидкость, а смесь двух жидкостей, например воды и спирта, воды и *укусной кислоты* и т. п.

Пусть в *колбе* находится смесь воды и *укусной кислоты*. Когда жидкость в *колбе* нагреется до 100°, вода закипит, превратится в *парообразное* состояние и начнет *перегоняться*. *Термометр* будет показывать 100°. Если в это время взять *пробу* из *приемной колбы*, то в ней окажется чистая вода. Через несколько времени *столбик* *ртути* в *термометре* повысится. Взятая из *приемной колбы* *проба* обнаружит в ней *укусную кислоту*. Частицы *водяного пара* начнут увлечь с собой частицы *укусной кислоты*. Они уйдут вместе в *холодильник*, а оттуда в *приемную колбу*. Вода окажется *подкисленной* *укусной кислотой*.

Ртуть в *термометре* все будет повышаться, количество *выделяющейся* *кислоты* будет все больше и больше. Наконец *ртуть* в *термометре* остановится на 118°. Если заменить *прежний приемник* новым и сделать *анализ* собранной в нем жидкости, то окажется, что она представляет собою чистую *укусную кислоту*. Таким образом жидкость, налитую первоначально в *колбу* и состоящую из смеси воды и *укусной кислоты*, можно разделить на три части или три *погона*: 1) чистую воду, 2) смесь воды и *кислоты*, 3) чистую *кислоту*. Второй *погон* можно пропустить вторично и снова разделить его на те же три части. *Средний погон*, полученный при второй *перегонке*, снова *перегнать* и снова разделить на три части и т. д. Поступая таким образом можно разделить всю первоначальную смесь на две части: на воду и *укусную кислоту*.

Разницей *точек кипения* воды и *древесного спирта* пользуются при *отделении* их друг от друга. Прежде чем из *куба* начнет отгоняться *древесный спирт*, в *тарелки* *Писторнуса* наливается вода. Ее наливают к *верхней тарелке*. По *отводным трубкам* ска *переливается* к *средней*, а затем и к *нижней тарелке*. *Точка кипения* *чистого* *древесного спирта* 64°. Поэтому он и *начинает выделяться* из *перегонного куба*, когда *подъемольная вода* нагреется до этой температуры. Первоначально из *холодильника* выделяется почти чистый спирт. Постепенно он *начинает увлекать* с собой частицы воды и *смолы*. Далее спирт становится слабее и слабее, и если бы пришлось довести до конца, из *холодильника* стала бы выделяться чистая вода.

Чтобы не *разбавлять* первого *крепкого погона* спирта *дальнейшими*, более слабыми *погонами*, его собирают отдельно.

Выйдя по *отводной трубке* из *перегонного куба*, пары жидкости

встречают по дороге тарелки Писториуса. Они оказывают на пары двойное действие: во-первых, очищают их и, во-вторых, делают более крепкими, с большим содержанием спирта.

Войдя в тарелку, пары ударяются о разбойный щиток, огибают его и соприкасаются с холодной поверхностью тарелки, омываемой снаружи водою. При этом часть паров, главным образом смолистые вещества и вода, сгущается в жидкость и стекает обратно в куб. Во вторую тарелку переходят более легкие кипящие части пара. Во второй тарелке происходит то же, что и в первой, т. е. из нее переходят в третью тарелку только более легко кипящие части, труднее же кипящие части стекают обратно в куб. В змеевой холодильник, соединенный трубою с тарелками Писториуса, поступает уже сравнительно чистый спирт.

Обычно кустари поступают таким образом: они собирают отдельно погон древесного спирта крепостью в 35—40°, сливают его в боченок и пускают в продажу. Остальной же погон, более слабый, подвергают вторичной перегонке, получая из него спирт примерно той же крепости, но в меньшем количестве. При вторичной перегонке второго погона спирта в котел добавляется немного известки.

Нужно считать, что в среднем из 90 ведер жлжки получается около 20 ведер спирта первого погона.

Чтобы получить более чистый и вместе с тем более крепкий спирт, многие кустари не удовлетворяются одними тарелками Писториуса. Между ними и змеевиком они ставят ловушку для смолы и еще одну колонку с тарелками, в количестве 5—6 штук.

Ловушка устраивается различно. Иногда ловушкой служит небольшой деревянный боченок, имеющий в диаметре около 30—35 см и снабженный внутри 5—7 продырявленными перегородками. Отверстия в перегородках (рис. 31) устроены таким образом, что иницие не приходится пад верхними. В ловушке имеются входное и выходное отверстия. Через первое, находящееся в нижней части ловушки, входят пары, вышедшие из первых тарелок Писториуса. Ударяясь о первую перегородку, они проходят через отверстие, расположенное между первой перегородкой и второй; здесь ударяются о вторую, через отверстие в ней попадают в следующее отделение и т. д. При каждом ударе о перегородки они теряют частицы смолы и таким образом более чистыми уходят в отводную трубу, находящуюся в верхней части ловушки. Для удаления из ловушки ступившейся смолы в нижней части ловушки имеется труба, конец которой входит в бак со смолой (гидравлический затвор). Иногда ловушка устраивается кирпичная с перегородками, расположенными отвесно. Здесь происходит то же самое, что и в деревянной ловушке с дырчатыми перегородками. Частицы смолы оседают в ловушке и спирт из нее выходит более чистым. За ловушкой устанавли-

ваются вторые тарелки Писториуса, из которых пары спирта и воды направляются в змеевой холодильник, где и подвергаются охлаждению.

Получение порошка

Отгонка спирта из куба ведется до тех пор, пока из него не начнет итти чистая вода. Это показывает, что в кубе не осталось больше спирта. Остаток состоит из растворенного в воде порошка. Остаток по выводной трубе спускается в выпарные коробки. Здесь происходит упаривание порошка в течение 6—8 часов. Остатки воды испаряются, и раствор становится все более и более густым. Упаривание порошка ведется до тех пор, пока на поверхности жидкости не появится корка. Тогда жар из-под коробки убирают и доваривают порошок на слабом огне до тех пор, пока весь он не превратится в густую кашу. Возле коробок расположен наклонный стол, на который выкладывается из коробок эта каша. Маточный раствор стекает по наклонной столешнице. Его снова помещают в коробки и выпаривают, а порошок помещают на полки сушильных шкафов. Чтобы порошок не подгорал во время сушки в шкафу, его время от времени переворачивают.

Полки шкафа устраиваются таких размеров, чтобы на них мог сразу поместиться весь порошок от одной перегонки. Сушка порошка продолжается 18—20 часов. Конец сушки узнается по внешнему виду порошка, который к концу процесса становится более серым. В пересушенном порошке всегда много мелочи и пыли. Для уменьшения их количества к подсыхающему в шкафах порошку время от времени прибавляется сырой порошок.

Просушенный порошок направляется в решето, поставленное над ящиком и имеющее отверстие около 1 кв. см. Мелочь проваливается через отверстия в ящик, а более крупные частицы остаются на решете. Их разбивают особой колотушкой, заставляя порошок пройти в ящик.

Просеянный порошок укладывается в мешки из грубого холста. Порошок, вырабатываемый кустарями, имеет темный землистый цвет. Это зависит от присутствия в нем смолистых веществ, от которых не удалось избавиться ни при помощи отстойных чанов, ни ловушками, ни тарелками Писториуса. Такой порошок называется черным. В нем обычно содержится не более 60% чистого порошка. Остальные 40% приходится на смолу, влагу и известковые остатки.

Спирт, полученный из перегонного куба, называется спиртом-сырцом. Он состоит из 45—50% чистого спирта, растворенного в воде, и смолистых веществ. Такой спирт непосредственного применения не имеет. Чтобы превратить его в рыночный товар, его необходимо очистить и укрепить, т. е. увеличить в нем процентное содержание чистого спирта.

Смола большого спроса не имеет, так как не обладает проемаливающими свойствами. В среднем можно считать, что 1 куб. м березовых дров при сухой перегонке в кустарном казане требует для своей переработки такое же количество шуровочных дров. При этом получается:

| | | | |
|-------------------------------|---------|---------------------------|-------|
| порошка черного 59% | 24,0 кг | смолы | 12 кг |
| спирта-сырца | 5,8 ,, | угля ретортного | 72 ,, |

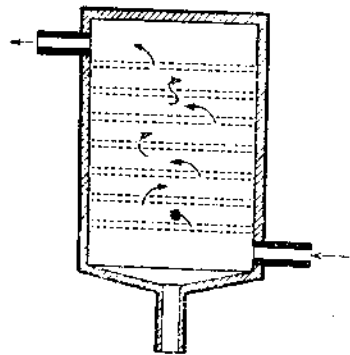


Рис. 31. Смолоуловитель.

Калькуляция производства

Себестоимость продуктов сухой перегонки в значительной степени зависит от оборудования завода. Ниже будет приведена калькуляция производства на типовом кустарном заводе с четырьмя казанами. Охлаждение на заводе — воздушное, в деревянных холодильниках. Спиртовой куб имеет только три тарелки Писториуса. Емкость каждого казана 1,9 куб. м, продолжительность сезона работы 7 месяцев. Завод работает сутки, т. е. в месяц производится 24 гонки. Количество перекуриваемых дров в одном казане за сезон равно 320 куб. м, а на заводе — 1 280 куб. м. Себестоимость складывается из следующих статей.

| Статьи расхода | Наименование материала | Количество материала | Затрата рабочего времени или денег | Цена в руб. и коп. | Сумма в руб. и коп. |
|---|--------------------------------|----------------------|------------------------------------|--------------------|---------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| СЫРЬЕ | | | | | |
| 1) Заготовка и разделка | Курные дрова | 1 280 куб. м | 448 дней | 1—70 | 761—60 |
| 2) Вывозка | „ | 1 280 | 256 „ | 2—90 | 742—40 |
| 3) Соцстрахование | „ | куб. м | 1 504 дня | 5% | 75—20 |
| | | | | | 1 579—20 |
| ТОПЛИВО | | | | | |
| 1) Заготовка и разделка | Смешанные дрова | 1 280 куб. м | 332 дня | 1—70 | 564—40 |
| 2) Вывозка | „ | 1 280 | 256 дней | 2—90 | 742—40 |
| 3) Соцстрахование | „ | куб. м | 1 306—80 | 5% | 65—34 |
| | | | | | 1 372—14 |
| Подобные материалы | | | | | |
| | Известь по 10 кг на куб. м | 12,8 м | | 60—00 | 768—00 |
| РАБОЦА | | | | | |
| 1) Старший рабочий | Мастер | 1 | 7 мес. | 70—00 | 490—00 |
| 2) Рабочий | Рабочие | 5 | 7 „ | 60—00 | 2 100—00 |
| 3) Соцстрахование | С зарплаты | | 2 500 руб. | 7% | 181—30 |
| 4) Отчисление в фонд отпуска | „ | | 1/8 мес. | 370—00 | 185—00 |
| 5) Культобслуживание по статьям: сырье, топливо и рабсила | „ | | | 1% | 59—08 |
| | | | | | 3 615—38 |
| Спец одежда (ботинки, рукавицы, костюм, мыло) | | | | | |
| | | | | | 84—70 |
| ЗАВОДСКИЕ РАСХОДЫ | | | | | |
| 1) Страхование сырья и топлива | | | 2 951—34 | 0,7 | 206—50 |
| 2) Освещение | | | | | 3—00 |
| 3) Текущий и мелкий ремонт | | | 1 100 руб. | | 275—00 |
| 4) Амортизация | 25% от амортиз. суммы на 8 лет | | 9 800 руб. | | 1 100—00 |

| Статья расхода | Наименование материала | Количество материала | Затрата рабочего времени или денег | Цена | Сумма |
|--|------------------------|----------------------|------------------------------------|---------------|-----------------|
| | | | | в руб. и коп. | в руб. и коп. |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 5) Страхование имущества | Со стоимости установки | | 0,7 | | 61—60 |
| 6) Процент по ссуде на займы, капитал на постройку | | 6% | | | 528—00 |
| ОБЩИЕ РАСХОДЫ | | | | | 2 174—19 |
| 1) Процент на оборотный капитал и мелкие расходы | | | 8 924—53 | 5% | 446—73 |
| 2) Складские расходы и страхование товаров | | | 8 924—53 | 1% | 89—35 |
| | | | | | 586—08 |
| Итого производственная стоимость | | | | | 9 529—60 |

Если перевести на каждый из получаемых продуктов, то они на заводе стоят:

спирт - сырец . . . 7,68 т—1 435 р. 93 к., т. е. по 186 р. 96 к. за тонну
 порошок 30,72 т—5 336 р. 87 к., т. е. по 173 р. 72 к. за тонну
 смола 12,8 т— 522 р. 16 к., т. е. по 40 р. 70 к. за тонну
 уголь 102,4 т—2 175 р. 65 к., т. е. по 21 р. 24 к. за тонну

При установке из 8 казанов с медными холодильниками, пылинками, колонкой и т. п. на единицу вырабатываемых товаров падает меньше рабочей силы. Вместе с тем увеличиваются и выходы продуктов. В этом случае выходы продуктов из 1 куб. м березовых дров будут:

спирта-сырца 50° 6,4 кг угля ретортного 80 кг
 порошка черного 60% 25,0 „ смолы 10 „

а производственная себестоимость:

спирт 172 р. 20 к. смола 40 р. 38 к.
 порошок 165 р. 37 к. уголь 20 р. 82 к.

Вопросы и упражнения

1. Какая разница между смолой, получаемой при сухой перегонке сосны и березы?
2. Составьте схему разложения древесины при сухой перегонке.
3. Какую роль играют при отгонке спирта тарелки Писториуса?
4. Подсчитайте, сколько продуктов дает завод из восьми казанов при шестимесячной работе при указанной выше емкости казана.
5. Как избежать взрывов при работе?
6. Растворите 5 г поваренной соли в стакане воды. Выпарьте воду и известьте, сколько останется соли.

Крупное производство

Отличительная черта кустарных установок — их простота. Дорого стоящая медь заменена всюду, где только возможно, более дешевыми деревом и железом. На кустарных заводах совершенно нет механизации. Все работы производится от руки, без машин. Единственная машина, доступная кустарю — насос. Эти обстоятельства крайне вредно отражаются на работе и на качестве получаемых товаров. Несовершенные холодильники не позволяют полностью собирать продукты перегонки. При отсутствии меди, как будет показано ниже, получаются продукты более низкого качества. Отсутствие механических приспособлений влияет на быстроту работы и требует больше рабочих рук. Таким образом продукты кустарных заводов получаются более дорогими и худшего качества. Отсутствие механизации не позволяет поставить аппараты большой емкости, что тоже отражается на работе. Ясно, что для работы на аппаратах различной емкости затрачивается и различное время для их загрузки, перегонки, охлаждения и выгрузки. Общее количество времени, требующееся для полного оборота аппарата, видно из следующего:

| | |
|---|-------------|
| для казана емкостью в $1\frac{1}{2}$ куб. м | 12—16 часов |
| „ стоячей реторты емкостью в 4 куб. м | 12—16 „ |
| „ лежащей „ „ 30 „ „ | 20 „ |
| „ стоячей „ „ 30 „ „ | 38 „ |

Отсюда можно вычислить, сколько древесины перерабатывается в сутки в каждой из реторт. Оказывается, что:

| | |
|---|-----------------|
| в казанах емкостью в $1\frac{1}{2}$ куб. м в 24 часа перерабатывается . | 2,5 куб. м дров |
| в стоячей реторте в 4 „ „ в 24 „ „ | 6,8 „ „ |
| в лежащей „ в 30 „ „ в 24 „ „ | 30,0 „ „ |
| в стоячей „ в 30 „ „ в 24 „ „ | 19,0 „ „ |

Эти цифры показывают, что наиболее выгодными являются аппараты средней величины, вместимостью около 30 куб. м. В них в единицу времени перерабатывается наибольшее количество дров. Это объясняется тем, что выгрузка угля из аппаратов возможна лишь после охлаждения аппаратов. При несоблюдении этого условия уголь легко воспламенится. Если подсчитать время охлаждения в небольшом кустарном аппарате и в аппарате емкостью например в 30 куб. м, то окажется, что первый аппарат для охлаждения требует значительно больше времени, чем второй.

На крупных сухоперегонных заводах применяются реторты значительных размеров с правильно устроенной топкой. Реторты делаются из котельного железа толщиной от 3 до 12 мм. Чаще всего им придается лежащее (горизонтальное) положение. Очень часто, в особенности на заграничных заводах, реторты не вмазываются в кирпичную кладку, а устанавливаются на железных кронштейнах. Топочные газы попадают в камеру, в которой на кронштейнах

лежит реторта, и омывают ее со всех сторон. Газы равномерно прогревают реторту, и отдав ей свое тепло уходят в дымоходы, а оттуда и в дымовую трубу. Одна из таких реторт показана на рис 32.

В только что описанных ретортах, как и в казанах кустарей, существует одно очень большое неудобство, затрудняющее их работу, а именно, необходимость охладить печь. Во время охлаждения рабочие руки не заняты. Кроме того, и это очень важно, непосредственно теряется много тепла. Если бы печь, еще горячая после предыдущей перегонки, тотчас была разгружена и загружена снова, это сократило бы тепло печи и дало бы экономии в топливе и времени. Это обстоятельство и заставило, как мы уже видели, перейти при углежжении от аппаратов периодического действия к непрерывно действующим печам.

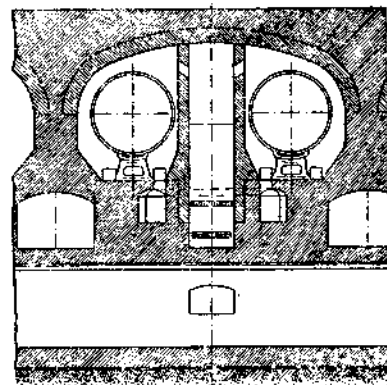


Рис. 32. Реторта на кронштейнах.

Печи с выдвигающимися ретортами

Необходимость сократить время работы, рабочие руки и топливо заставила многие заводы перейти к таким аппаратам, где время охлаждения печи крайне незначительно и измеряется несколькими минутами. При сухой перегонке дерева получили распространение аппараты с выдвигающимися ретортами.

Это название не совсем правильно. Вернее, оно относится лишь к одному роду реторт, как это станет ясно из дальнейшего описания.

К печам с выдвигающимися ретортами относятся также, в которых реторта не подвижно вмазана в кирпичную кладку. При работе в нее вводится особая корзина, сделанная из железных прутьев, или же вагонетка, напоминающая по виду клетку. Корзина имеет такую же форму, как и реторта, по объем ее несколько меньше. Таким образом она свободно входит в реторту. В простейшем виде это приспособление применяется вятскими кустарями при смолокурении. Корзина, называемая кустарями в а т е р о м, наполняется древесиной в то время, когда печь находится еще в ходу. По мере того, как печь вышла, реторта открывается и при помощи простого подъемника пазе вытаскивается уголь. Вместо этой корзины в реторту вводится новая, наполненная свежей древесиной. Подобные реторты бывают как лежащие (горизонтальные), так и стоячие. Разумеется на благоустроенных заводах кустарный подъемник заменен подъемником, который приводится в действие от механического двигателя.

Подобные корзины из карнаса применяются при описанных выше ретортах. Корзина представляет собой цилиндр, укладываемый на вагонетку. Вагонетка движется по рельсам, расположенным у реторт, и останавливается возле той реторты, которая вышла.

Реторта разгружается от угля, для чего корзина с готовым углем вытаскивается и опрокидывается в тушилник, а в реторту вдвигается новая корзина со свежими дровами. Разгрузка реторты происходит настолько быстро, что горячий уголь от соприкосновения с воздухом не успевает вспыхнуть. При быстрой замене одной корзины другую печь не успевает охладиться и дрова, попав в горячую печь, сразу же начинают разлагаться. Быстрая разгрузка и зарядка печи сокращают и время, и топливо.

Наряду с выдвигающимися корзинами существуют печи, в которых выдвигается вся реторта целиком. Подобное сооружение показано на рис. 33.

Выдвижные реторты бывают различной емкости, начиная от 2 и до 5 куб. м. Нужно считать, что реторта емкостью в 2 куб. м совер-

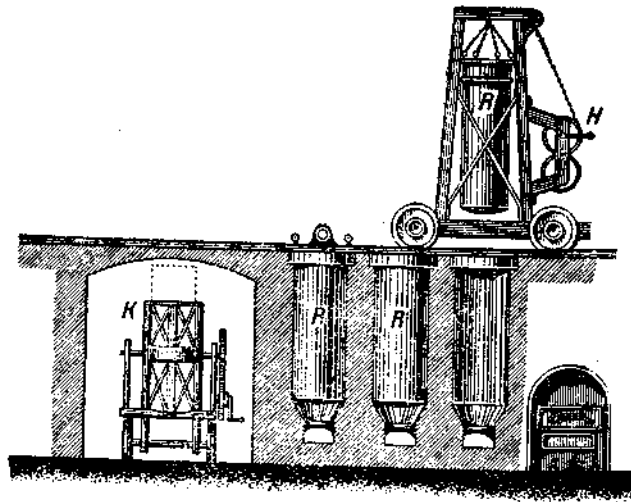


Рис. 33. Выдвижные реторты.

шает свой полный оборот в 8 часов, причем на загрузку и выгрузку уходит всего 2—3 минуты. При ретортах большой емкости продолжительность перегонки конечно увеличивается. Каждая из реторт, наполняющихся дровами, имеет в крышке медную трубу для отвода продуктов разложения. Когда реторта при помощи подъемника опущена в печь, эта труба соединяется с другою, ведущею в холодильник. Когда перегонка закончится, трубы разведируются, и реторта вынимается из печи.

Как видно из этого описания, работа на заводе с вынимающимися ретортами значительно упрощается. Загрузка и выгрузка совершаются очень быстро, причем печь не охлаждается. Таким образом выдвижные реторты оказываются гораздо более экономными в смысле затраты времени, труда и топлива. Но они имеют и свои недостатки. Во-первых, они стоят сравнительно дорого: помимо двойного количества реторт нужно иметь еще целый ряд побочных приспособлений: подъемный кран, вагонетки для подачи реторт к печам, рель-

совый путь и т. п. Во-вторых, выходы продуктов при выдвигающихся ретортах получаются меньшими, чем при вмазанных в печи.

Происходит это вот почему: большие выходы жидких продуктов перегонки получаются при длительной и постепенной перегонке. При этом получается меньшее количество газов. И наоборот, при быстрой перегонке получается больше газов и меньше жидких ценных продуктов, так как разложение древесины происходит значительно быстрее. За счет увеличения количества газов уменьшается количество выделяющихся жидких продуктов.

Холодильники и отстойники

Мы уже видели, что кустарные заводы вырабатывают искусно-кальциевую соль низкого качества, так называемый **черный порошок**. Цвет порошка зависит от примеси к порошку смолистых веществ. Смола у кустарей не успевает отстояться в достаточной мере в отстойном чане. Она далеко неполно выделяется и при натравке жижки, всплывая на ее поверхность. Часть ее оседает и остается в порошке после того, как от натравленной жижки отогнан спирт. Вот почему в порошке, полученном на кустарном заводе, содержится всего 50—60% чистой искусно-кальциевой соли. Остальное приходится на смолу, влагу и известь. Между тем на хорошо оборудованных заводах получается искусно-кальциевая соль серого цвета с значительно меньшей примесью посторонних веществ. Такая соль называется **серым порошком**. Она содержит 80—82% искусно-кальциевой соли.

Сравнение черного и серого порошка видно из утвержденного стандарта.¹

| Физико-химические свойства | Сорт порошка | |
|--|--------------|--------|
| | белый | черный |
| 1) Содержание безводного искусно-кислого кальция | 80% | 59% |
| 2) Содержание влаги не более | 6% | 10% |
| 3) Цвет | светло-серый | бурый |

Дальнейшая переработка серого порошка менее затруднительна, чем черного.

Причина загрязнения порошка зависит от той аппаратуры, которая применяется на кустарных заводах. При тех холодильниках и отстойниках, какие применяются кустарями, получение высококачественного товара не возможно.

Кустарные холодильники представляют собой выдолбленные бревна. Разумеется в таких аппаратах не может получиться достаточного охлаждения.

¹ Ост — общесоюзный стандарт 455.

Гораздо лучшее охлаждение достигается в холодильниках, состоящих из погруженных в ящик с водой медных труб. Такие трубы и применяются на хорошо оборудованных заводах. Но прежде чем попасть в холодильник, пары жижки должны пройти через смолоотделитель, находящийся между ретортою и холодильником.

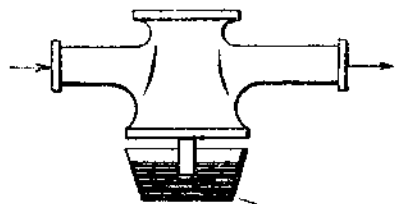


Рис. 34. Простейший смолоотделитель.

На заводах очень распространен простейший смолоотделитель, состоящий из медной коробки, в дне которой имеется отводная трубка (рис. 34). Эта трубка погружена нижним концом в наполненный смолой бачок так, что почти доходит до его дна. В боковые стенки медной коробки вставлены трубки, из которых одна соединена непосредственно с ретортою, а другая с холодильником. При прохождении жижки через смолоотделитель часть содержащейся в ней смолы охлаждается и стекает по трубке в бачок. Пары жижки не могут выбиться наружу, так как конец трубки находится в смоле, образуя гидравлический затвор. Они проходят в холодильник.

Устраиваются на заводах и более сложные смолоотделители, состоящие подобно описанным выше ловушкам из камеры с несколькими перегородками. Ударяясь об эти перегородки, пары смолы охлаждаются и вытекают из смолоотделителя, делая жижку более чистой.

Простейший холодильник, применяемый на заводах, состоит из нескольких медных труб, помещенных в ящик с водой. Концы труб выходят из ящика наружу и при помощи укрепленных болтами флянцев скрепляются согнутыми дугою трубами (рис. 35). Такое устройство допускает легкую чистку холодильника. Нужно только отвинтить болты и оттянуть дуги, — и холодильник окажется разобранным.

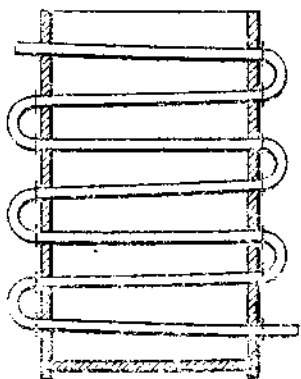


Рис. 35. Коленчатый холодильник.

Крайне важно, чтобы медным трубам дано было правильное охлаждение водою. Для этого необходимо, чтобы течение холодной воды шло навстречу движущимся по холодильнику парам жижки. Для этого в чан, где находится холодильник, вводится труба, нижний конец которой не доходит до дна чана на 5—10 см. Холодная вода пускается на дно чана и вытесняет находящуюся над ней воду. Последняя успевает согреться от действия теплых паров жижки. В верхней части чана имеется отверстие, снабженное отводной трубой (рис. 36), откуда вытекает теплая вода. Другое обстоятельство, от которого зависит полное охлаждение паров жижки, проходящих по холодильнику, заключается в том, чтобы правильно была выбрана длина холодильника. Обычно холодильники устраиваются таким образом,

что в начале их трубы имеют большой диаметр. Постепенно диаметр труб уменьшается. Если в начале он равен 200 мм, то при выходе труб из чана с водою — 70 мм. Длина холодильника зависит от емкости реторты. Чем больше объем реторты, тем больше в ней при перегонке образуется паров, и тем больше охлаждения им нужно дать, т. е. тем длиннее должен быть путь, по которому должны пройти пары. Для казанов указанных выше размеров холодильники берутся длиной около 15 м.

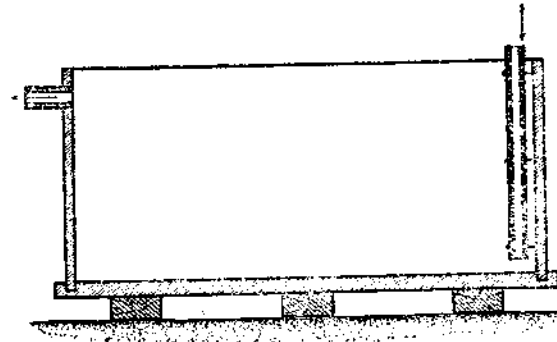


Рис. 36. Устройство холодильного бака.

Материалом для изготовления холодильных труб служит листовая красная медь, толщиной в 1 мм. Более толстой меди брать не следует, так как при большой толщине хуже происходит охлаждение паров. Железные трубы для охлаждения совершенно не применимы: они разъедаются парами уксусной кислоты и очень быстро прорываиваются.

Кроме только что описанного холодильника, применяются другие. На французских заводах очень распространены так называемые трубчатые холодильники.

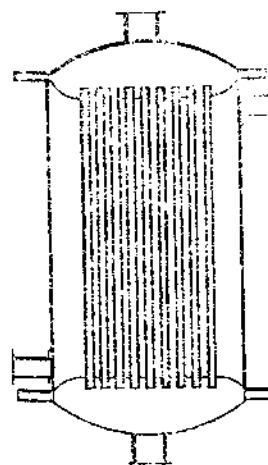


Рис. 37. Трубчатый холодильник.

Они состоят из ряда медных труб (рис. 37), концы которых входят в медные же камеры. Снаружи трубки окружены кожухом. Пары жижки поступают в верхнюю камеру, и разбившись на струйки, спускаются вниз по трубкам, которые снаружи омываются водою. Вода поступает через трубу, вделанную в нижней части кожуха, и уходит через трубу в нижней части. Подобные холодильники удобны тем, что можно вынуть отдельно каждую из трубок для чистки, не прекращая работы холодильника. Из правильно устроенного холодильника выделяется вполне сгустившаяся жижка, имеющая красно-бурый цвет и пригорелый запах. В жижке содержится значительное количество смолы, отделить которую удается простым отстаиванием в чанах. Слишком продолжительное отстаивание не желательно, так как спирт частично начинает испаряться из жижки.

Кроме того, для более продолжительного отстаивания потребуется и много чанов.

Часто несколько отстойных чанов соединяются вместе в одну систему при помощи труб. Жижка из холодильника попадает в

первый чан, где на дно осаждаются часть смолы. Когда чан окажется полным, жижка по трубке б (рис. 38) переливается во второй чан. Трубка устроена в верхней части чана, причем на пути к трубке имеется деревянная загорodka. Последняя препятствует плавающим на поверхности жижки смоляным маслам выйти из чана. Во втором чане происходит то же, что и в первом, а именно — осажение на дно тяжелых частиц смолы. При наличии нескольких чанов удается получить прозрачную жижку без осадочной смолы.

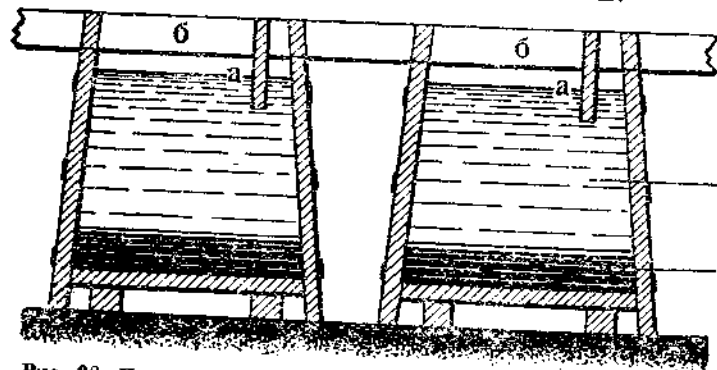


Рис. 38. Чаны для отстойной смолы.

Несколько выше дна в каждом из чанов устроен медный кран, через который выпускается смола. Очищенная от смолы жижка переливается из последнего чана насосом в аппараты для дальнейшей переработки.

При правильно устроенном смолоотделителе, холодильнике и достаточном времени отстаивания смолы в чанах, получается серый порошок.

Переработка жижки

На кустарных заводах для отгонки спирта применяется железный куб. Чугунные котлы недостаточно прочны — они часто лопаются, медные же оказываются слишком дорогими для мелкого завода.

Железный котел легко разедается жижкою, так как в жижке содержится уксусная кислота, которая вступает в соединение с железом. Во избежание этого кустарь предварительно натравливает жижку известью. При этом образуется порошок (уксусно-кальциевая соль), который не разъедает железа. Таким образом удается сохранить котел. Натравленная жижка перегоняется. От нее отделяется спирт, в котле же остается черный порошок.

Для получения более чистого серого порошка производится предварительная перегонка жижки. Для этого необходим медный куб. Внутри куба имеется змеевик для глухого пара. Змеевик соединен с паровым котлом. Пар проходит по змеевику и нагревает загруженную в куб жижку, заставляя ее вскипеть. По мере закипания из куба по отводной трубе начинают выделяться спирт, вода и уксусная кислота, большая же часть смолы не перегоняется

и остается в кубе. После окончания отгонки ее спускают из куба. Это — так называемая кубовая смола. Пары воды, спирта и уксусной кислоты из куба попадают в холодильник, где и превращаются в жидкость. Как бы тщательно ни велась перегонка, пары всегда увлекают с собой некоторое количество смолы. Эта смола подмешивается к перегнанной жидкости.

Полученный раствор обрабатывается известковым молоком, т. е. раствором извести в воде. Извести должно быть прибавлено столько, чтобы натравленный раствор был слегка щелочным. После натравки жижку перекачивают в куб и отгоняют от нее спирт. Оставшийся в кубе раствор порошка спускается и подвергается просушке.

Трехкубовый аппарат

Кроме этого способа переработки жижки существуют и другие. Из них наиболее распространенный способ переработки жижки на так называемом трехкубовом аппарате.

При этом способе работы пары спирта и уксусной кислоты первоначально пропускаются последовательно через два куба, наполненные известковым молоком. В этих кубах поглощается уксусная кислота, а не поглощенные пары спирта и воды уходят в холодильник. Здесь они сгущаются в жидкость.

Работа на трехкубовом аппарате отличается тем, что дает чистый порошок. Кроме того она идет почти непрерывно, прекращаясь лишь на время для загрузки куба.

Трехкубовый аппарат состоит из системы трех кубов (рис. 39). Жижка поступает в первый куб по трубке из деревянного чана, расположенного выше над кубом. Внутри куба находится змеевик для глухого пара, которым обогревается налитая в куб подсмольная вода. Два другие куба, называемые насытителем, делают меньших размеров. В них наливают известковое молоко — раствор извести в воде. Перегонный куб соединен при помощи трубы с первым насытителем. Труба загнута под углом и расположена над самым дном насытителя, т. е. в известковом молоке. Таким образом, пары жидкости, образовавшейся при капании подсмольной воды, уходят по трубе из перегонного куба и попадают в известковое молоко насытителя, постепенно нагревая его до кипения. Уксусная кислота связывается с известью и образует порошок. Пары воды и спирта уходят в третий куб, который соединен трубкою со вторым. Проходя последовательно через известковое молоко двух насытителей, пары жижки

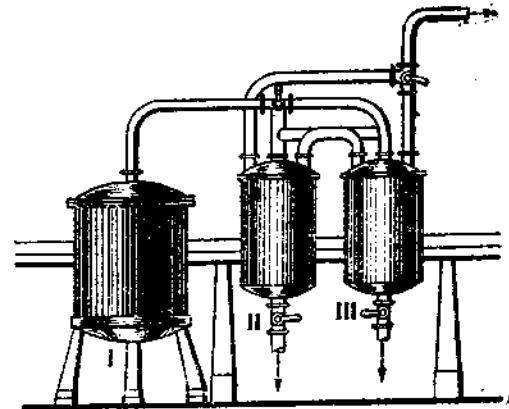


Рис. 39. Трехкубовая система.

теряют всю находящуюся в них уксусную кислоту. Из второго насытителя выходят пары спирта, смешанного с водою. Они попадают в холодильник, где и сгущаются. В начале перегонки выходящая из холодильника жидкость содержит 30—40% древесного спирта. Но постепенно крепость раствора становится все слабее и к концу перегонки доходит до нуля.

Почему это так — понятно. Ведь в жижке находится ряд жидкостей, имеющих различные точки кипения: древесный спирт — 67°, вода — 100°, уксусная кислота — 118° и т. д. Когда по змеевику пущен пар, жижка начинает прогреваться. Когда она нагреется до 6°, закипает древесный спирт, обращается в пары и уходит из куба I. При дальнейшем нагревании жижка к парам спирта присоединяются пары воды, а затем и пары уксусной кислоты. Таким образом в растворе сперва бывает много спирта, а затем процентное содержание его падает. Пары жидкостей, образовавшиеся в первом кубе, поступают в первый насытитель. Здесь происходит главное выделение уксусной кислоты из смеси. Она связывается с известью, находящейся в известковом молске, причем наступает момент, когда вся известь склизывается связанной. Если бы пары жидкости продолжали проходить через первый насытитель, уксусная кислота перестала бы удерживаться здесь и целиком уходила бы во второй насытитель. Это момент нейтрализации и извести кислотой узнается тем, что из первого насытителя время от времени берется проба. При известной опытности по одному внешнему виду этой пробы можно узнать, насыщена известь или нет. Обычно кроме определения по внешнему виду делают еще пробу реактивами.¹ Образовавшаяся в насытителе жидкость имеет своеобразный запах. Она мутна и имеет бурый цвет.

Когда известковое молско в первом насытителе целиком связалось с уксусной кислотой, насытитель выключают при помощи особого крана. Из насытителя через трубу, расположенную в его нижней части, спускают раствор порошка, а в него наливают свежее известковое молско. Одновременно с этим из перегонного куба направляют пары во второй насытитель, а отсюда они отводятся в первый. Таким образом первый насытитель становится вторым, а второй — первым. Теперь главная часть паров уксусной кислоты остается во втором насытителе, в первый же, где находится свежее известковое молско, попадают лишь ее остатки. Когда во втором насытителе известковое молско скажется связанным и лакмус покажет нейтральную реакцию, пары снова пускают в первый насытитель. Из второго удаляется нейтрализованное известковое молско и в насытитель наливается свежее. Меняя порядок насытителей, т. е. пуская из перегонного куба струю паров то в первый, то во второй насытитель, удается вести работу почти непрерывно. Работа прерывается лишь для того, чтобы загрузить новую порцию жижки в перегонный куб, либо же для того, чтобы налить в насытитель свежее молско.

¹ Реактивом служит или лакмусовая бумажка, или же фенол-фталеин. Реакция должна быть слабо щелочной.

Получение порошка

После отгонки из натравленной жидкости спирта остаток представляет собою жидкость, в которой растворена уксусно-кальциевая соль. Выделение ее из раствора было описано выше. По существу работа на крупных заводах ничем не отличается от работы на мелких. Только аппараты, применяемые для выпаривания и высушивания, более совершенны.

Выпаривание на кустарных заводах происходит не только медленно, но часто дает порошок низкого качества. При выпаривании не только необходимо все время перемешивать находящуюся в коробке кашцеобразную массу, чтобы она не подгорела, но и не допускать слишком высокого нагревания. При нагревании свыше 150° уксусно-кальциевая соль начинает разлагаться. Таким образом кустарный порошок, и без того плохой, при неаккуратной работе становится еще хуже.

Во избежание подгорания и перегрева на благоустроенных заводах применяется сушка порошка паром.

Существуют многочисленные виды сушилок для порошка. Описать все эти виды не представляется возможным ввиду их разнообразия. Поэтому ниже будут описаны две сушилки, устроенные по различным принципам.

На рис. 40 показана паровая сушилка. Она представляет собой медную чашку с выпуклым днищем. Диаметр чаши достигает 2 м. Медное днище чаши окружено вторым железным днищем таким образом, что между ними имеется пустое пространство. В это пространство пускается пар, который и просушивает кашцеобразный порошок.

И здесь, как и в холодильниках, в качестве материала для чаши берется медь, так как в медной чаше получается более светлый порошок, чем в железной. В порошке очень часто имеется свободная уксусная кислота, та кислота, которая во время нейтрализации жижки не успела связаться с известью. Эта кислота, вступая в соединение с железом, дает уксусно-железо, обладающее темным цветом.

Пар согревает нижнюю часть чаши. Чтобы порошок прогревался равномерно, необходимо его постоянно перемешивать. Поэтому чаши обычно снабжаются мешалками, приводящимися в действие от привода.

Продажный серый порошок не должен содержать больше 6% влаги. Просушка порошка, как и всякого другого продукта, заключается в том, что из него выделяют влагу, заставляя ее испаряться. Влага испаряется в окружающий воздух; для этого должны существовать определенные благоприятные условия. Прежде всего окружающий воздух должен быть сухим. Если воздух очень влажен, то высушивание окажется невозможным, так как воздух настолько насыщен парами воды, что не может более принять влаги. Она выделяется из него и в виде капель осаждается на потолке и стенах помещения.

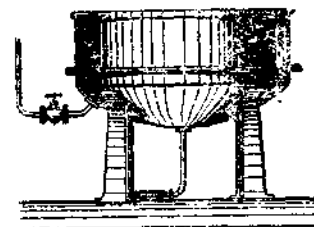


Рис. 40. Высушивание порошка паром.

Так бывает например в банях, где просушка какого-либо предмета не возможна.

Из сказанного ясно, как должна быть устроена сушилка. В нее должен постоянно притекать свежий, горячий и сухой воздух. Когда он насытится парами от просушиваемого продукта, его необходимо удалить из помещения сушилки.

Удобнее всего это осуществляется в сушилках, где теплый сухой воздух движется навстречу порошку. По мере движения сухого воздуха, он встречает на своем пути сырой порошок и высушивает его. Воздух становится более и более влажным, а порошок сухим. Влажный воздух выводится с одного конца сушилки, а сухой порошок — с другого конца.

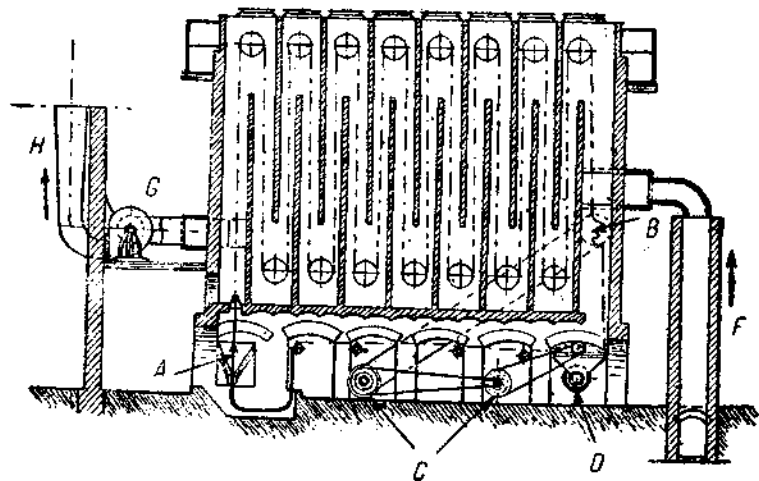


Рис. 41. Сушилка Гилларда.

Одна из подобных сушилок (Гилларда) показана на рис. 41. Она состоит из большой камеры, разделенной на части перегородками. Они расположены таким образом, что одни перегородки прикреплены к потолку, а другие к полу. Как те, так и другие не доходят до противоположной стены. Таким образом, чтобы перейти из одного конца камеры в другой, необходимо по очереди то подниматься кверху, то опускаться книзу. Такое расположение перегородок значительно увеличивает путь, по которому должен пройти высушиваемый предмет. Под потолком камеры и на ее полу укреплены валы, на которые надеты бесконечная лента. Ниже камеры (в правом углу рисунка) находится сосуд с кашицеобразным порошком. Проходя через этот сосуд, лента увлекает с собою кашницу, которая вместе с нею проходит через отделения камеры и доходит до противоположного конца. Навстречу ленте направлен ток теплого воздуха, который сушит порошок, увлекаемый лентою. В совершенно сухом виде он достигает противоположного конца сушильной камеры, откуда лента выходит в приемник для порошка. Здесь порошок снимается с ленты при помощи скребка. Очищенная от порошка лента снова попадает в сосуд

с кашницей, напитывается ею и снова несет ее для просушивания навстречу теплomu воздуху.

В камеру выпускается струя теплого воздуха. С противоположной стороны камеры насыщенный воздух вытягивается вентилятором.

Вопросы и упражнения

1. Перечислить главные составные части подсмольной воды.
2. Какие способы применяются для переработки подсмольной воды?
3. Что получится, если жижку обработать не известью, а содой?
4. Чем можно заменить известь при нейтрализации подсмольной воды и как узнать конец реакции?
5. Почему на кустарных заводах применяется предварительная натравка жидкости?
6. От чего зависит цвет порошка?
7. В какой цвет окрасится лакмусовая бумажка, если ее опустить в спирт, отогнанный от натравленной жижки?
8. Почему при сушке порошка сухой воздух направляют навстречу порошку, а не в одну сторону с ним?

11 ГЛАВА

Переделочные заводы

Продукты, получаемые на заводах

Полуфабрикат, полученный на спиртопорошковых заводах, поступает для дальнейшей переработки на переделочные заводы. Часто отделения для переработки полуфабрикатов находятся тут же, при спирто-порошковом заводе. Иногда же эти два производства совершенно отделены одно от другого. Так например Красно-Банковский завод работает на кустарном спирте-сырце. Он укрепляет и очищает его. Полученный спирт частично идет непосредственно для производства, частью же поступает на тот же завод на выработку формалина. Кустарный порошок поступает на переделочные заводы для выработки уксусной кислоты; полученный на Всеволодо-вильевском заводе порошок, перерабатывается тут же на ацетон.

Работу переделочных заводов можно представить таким образом:

спирт-сырец — жидкий спирт — формалин,
 черный порошок — уксусная кислота,
 серый порошок — либо уксусная кислота
 ацетон.

Эти вещества могут быть названы вторичными продуктами сухой перегонки дерева. Еще недавно они имели сравнительно небольшое применение в технике и промышленности. В настоящее время появился ряд материалов, получение которых совершенно невозможно без вторичных продуктов.

Потребность в этих продуктах в течение первой пятилетки видна из следующей таблицы (в тоннах):

| Наименование фабрикатов | 1928/29г. | 1929/30г. | 1930/31г. | 1931/32г. | 1932/33г. |
|----------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| Уксусная кислота | 5 744 | 7 670 | 10 915 | 16 210 | 24 250 |
| Формалин | 2 994 | 4 630 | 8 500 | 10 680 | Данных нет |
| Метиловый спирт | 4 180 | 6 430 | 9 395 | 13 770 | 19 370 |
| Ацетон | 755 | 1 012 | 1 423 | 2 192 | 3 688 |

т. е. за пятилетку потребность в этих продуктах возросла в 4 — 5 раз.

Все эти продукты имеют очень разнообразное применение в промышленности. Так уксусная кислота имеет широкое применение при изготовлении консервов как в заводских пищевых производствах, так и в домашнем быту при заготовке впрок различных продуктов. Другим крупным потребителем уксусной кислоты является текстильная промышленность, где она применяется при окраске некоторых тканей. Много кислоты идет и в различных видах химической промышленности, в которой уксусная кислота является одной из необходимых частей при выработке красок, различных солей и т. п. И наконец уксусная кислота получила за последние годы широкое применение при производстве ацето-целлюлозы. Этим веществом пытались заменить легко воспламеняющийся целлюлоид, служащий исходным материалом для приготовления кинематографических фильмов. Попытки были предприняты давно, но только к 1914 г. оказались достаточно успешными. Приблизительно к тому же времени появилась громадная потребность в ацето-целлюлозных лаках, служащих для пропитки непроницаемых аэроплановых тканей. Так как требования на кинематографические ленты и аэроплановые ткани постоянно растут, то растет и потребность в уксусной кислоте. Следует отметить, что уксусная кислота была известна еще в глубокой древности, но источником получения уксусной кислоты был исключительно спирт. Начало производства уксусной кислоты из древесины было положено в 1799 г. Лебоном, но ее долго не умели готовить в таком чистом виде, чтобы она была пригодна для пищи. Техническое применение же ее в то время было крайне незначительным. И только с 1870 г. начало развиваться производство чистой уксусной кислоты из древесины.

Другой основной продукт сухой перегонки — метиловый спирт — применяется главным образом в виде растворителя для лаков и смол. В смеси с ацетоном он идет для денатурации спирта, а в чистом виде используется в парфюмерии при изготовлении некоторых красителей, называемых в общежитии анилиновыми красками, и наконец для изготовления формалина.

Формалин — дезинфицирующее средство. Он убивает паразитов и зародышей, вредителей зерновых хлебов, почему им и протравливаются семена перед посевом. Надо отметить, что для этой цели формалин стал у нас применяться лишь недавно, после Октябрьской революции. До этого времени семена в крестьянских хозяйствах не протравливались никогда, почему часто и гибли от таких вредителей, как например головня. Насколько велика потребность в формалине видно из того что на нужды сельского хозяйства в 1931 г. требуется

5 200 т формалина. Кроме сельского хозяйства, значительные количества формалина потребляются при производстве пластических масс. Это тоже сравнительно новое производство, получающее за последние годы широкое распространение. Пластические массы идут на изготовление самых разнообразных предметов: пуговиц, электрических изоляторов и т. д. и даже начинают применять их для строительных материалов; в Америке из пластических масс делают посуду.

Ацетон является прекрасным растворителем. Им пользуются для растворения нитро-целлюлозы¹ при выработке бездымного пороха, при изготовлении хлороформа, сульфонала, для химических и некоторых красящих веществ, и наконец за последнее время его стали применять для растворения ацетиленов.

Этот список потребления продуктов сухой перегонки дерева далеко не полный. Но из него видно, какое важное значение они имеют. Продукты лесохимических производств применяются в военном деле, т. е. от их выработки зависит обороноспособность страны. Они применяются в пищевой, текстильной, электротехнической, химической и других отраслях промышленности, без которых невозможна культурная жизнь.

Переработка древесного спирта

Через известковый раствор, находящийся в насытителе трехкубового аппарата, пары спирта проходят вместе с парами воды. Известковым раствором не поглощаются ни те, ни другие. Поэтому из холодильника, где происходит сгущение паров в жидкость, спирт выходит разбавленным водой. Крепость его не превышает 10 — 15%. Кроме воды спирт содержит еще ряд других растворов, загрязняющих его. Среди них имеется ацетон, аллиловый спирт и т. п., точка кипения которых лежит близко к точке кипения древесного спирта. Поэтому и отделение этих примесей от спирта затруднительно. Кустарный спирт выходит с завода более крепким: в нем содержится 45 — 50% чистого спирта, но он загрязнен посторонними примесями гораздо больше чем спирт, полученный с крупного завода.

Такой спирт-сырец для производства не пригоден. Его необходимо прежде всего очистить от посторонних примесей и сделать более крепким. Очистка спирта достигается многократной перегонкой спирта на так называемых колонных аппаратах.

Колонный аппарат представляет собою перегонный куб для загрузки сырого спирта. Куб А имеет внутри змеевик для закрытого пара, которым подогревается спирт. В крышке перегонного куба (рис. 42) вделана колонка В. Колонка разделена на отделения дырчатými перегородками. Эти внутренние ситообразные перегородки имеют с одной стороны углубление наподобие чашек (рис. 43), а с другой снабжены трубкой. Край трубки выступает под поверхностью сита на 2 — 2½ см. Ситообразные перегородки расположены одна над другой на таком расстоянии, что трубка перегородки, находящейся выше, входит в чашечку перегородки, лежащей ниже.

¹ Это соединение целлюлозы и азотной кислоты химии называют сложным эфиром.

К налитому в куб спирту прибавляют немного известкового молока для удаления из спирта некоторых побочных примесей и пускают в смеевик пар. Так как сырой спирт представляет собою смесь различных жидкостей, то прежде всего закипают те его части, у которых низкая точка кипения. Они поднимаются вверх и попадают в колонку. Поднимаясь вверх, пары спирта пробиваются через ситообразные перегородки и достигают холодильника *C*. Последний представляет собой уже знакомый нам трубчатый холодильник (рис. 37). Жидкость, выделяющаяся из куба и проходящая через колонку, называется флегмою, почему и холодильник, где происходит охлаждение флегмы, называется дефлегматором. В дефлегматоре охлаждается часть паров; они превращаются в жидкость и по тонкой трубке стекают на верхнюю тарелку колонки. Когда здесь накопится слой жидкости настолько высокий, что она будет покрывать край трубки, жидкость перельется на нижележащее сито. Здесь произойдет то же самое. По мере того, как будет идти перегонка, жидкость будет опускаться все ниже и ниже до куба. Ситообразные перегородки будут покрыты слоем жидкости. Между тем снизу, из куба, постоянно будут выделяться в колонку пары. Эти пары согревают и приводят в кипение жидкость, скопившуюся на перегородках, заставляя ее пары подниматься вверх.

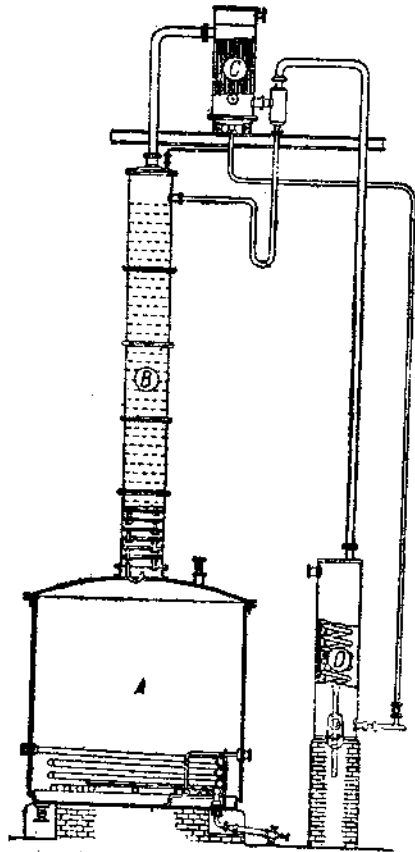


Рис. 42. Колонный аппарат.

Таким образом в колонке существуют два течения: одно течение паров — снизу вверх, другое течение жидкости — сверху вниз. Поднимающиеся вверх пары первоначально охлаждаются и собираются на первой перегородке в виде жидкости. Следующая порция паров согревает эту жидкость, обращает ее в пары, которые поднимаются до следующей перегородки и здесь осаждаются и т. д. Так как жидкость, собирающаяся на перегородках, разнородная, состоящая из спирта, воды и различных примесей, то при согревании поступающими снизу парами раньше всего начинают кипеть части смеси с низкой точкой кипения. Часть паров в дефлегматоре сгущается и из него попадает в холодильник *D*, другая же часть снова возвращается в колонку.

Несмотря на то, что пары жидкости много раз возвращаются об-

ратно, сгущаются в жидкость, обогащаются свежим спиртом, снова превращаются в жидкость, снова испаряются и т. д., достигнуть очистки спирта одной перегонкой нельзя. На заводах имеется обычно два и даже три колонных аппарата, через которые последовательно пропускается очищаемый спирт.

Порядок очистки и выхода спирта на заводе, имеющем три колонных аппарата, такой. Сырой спирт, называемый на некоторых заводах *н е ф и л о м*, загружается в первый аппарат и подвергается очистке. Из холодильника вытекает спирт крепостью в $60 - 70^\circ$, но он имеет бурый цвет и нуждается в дальнейшей очистке. Перегонку ведут до тех пор, пока из холодильника не начинает идти жидкость молочного цвета. Ее собирают отдельно, так как в ней содержится еще спирт; когда ее накопится достаточно, загружают в тот же куб и перегоняют вместе с нефилем. Надо считать, что при загрузке в аппарат 2 300 кг получается бурого спирта около 300 — 235 кг и «молока» около 325 кг.

Бурый спирт загружается во второй колонный аппарат и подвергается перегонке. В начале перегонки из холодильника выделяется темно-бурая жидкость — «смоляной передок». Его собирают отдельно и перегоняют снова в том же кубе с новой порцией бурого спирта. Следующий погон (II фракция) спирта содержит 50%. Эта фракция имеет количество ацетона. Его содержание достигает 50%. Эта фракция имеет уже не темный, а желтоватый цвет. III фракция еще светлее, и содержание в ней ацетона не более 20 — 30%. Эти фракции собираются отдельно и под именем ацетонистого спирта подвергаются третичной переработке. Ацетонистого спирта получается до 60% от веса бурого спирта. Его крепость равна приблизительно 90%. Окончательная очистка спирта производится в третьем колонном аппарате. При этом чистого спирта получается не более 50% от загруженного в аппарат ацетонистого спирта. Остальные 50% не достаточно чисты. Заводы обычно выпускают спирт двух сортов: чистый метиловый спирт, содержащий 99,5% спирта и не более 0,5% ацетона и ацетонистый спирт.

Ацетон

В заводском масштабе ацетон вырабатывается из серого порошка. Получение его возможно и из уксусной кислоты. Этим и объясняет-

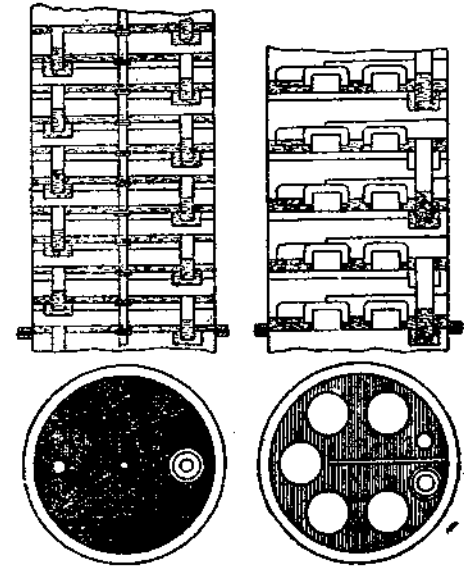


Рис. 48. Устройство перегородок колонного аппарата.

ся его присутствие в метиловом спирте. Во время сухой перегонки дерева образующиеся пары уксусной кислоты разлагаются с образованием ацетона. Точка кипения ацетона 56° , т. е. она лежит очень близко к точке кипения метилового спирта. Поэтому и разделить их друг от друга очень трудно. Чистый метиловый спирт, полученный многократной перегонкой в колонных аппаратах, все же содержит хотя бы небольшие примеси ацетона.

Ацетон — жидкость с тем неприятным запахом, благодаря которому древесным спиртом пользуются для денатурации винного спирта. Кроме того ацетон ядовит. При потреблении внутрь, он действует на глазные нервы и вызывает слепоту. Всем известны случаи отравления при потреблении денатурата.

Выше указывалось, что ацетон получается уже при самом процессе сухой перегонки дерева. Пары уксусной кислоты частично разлагаются и дают ацетон. При дальнейшей переработке продуктов он остается с древесным спиртом, образуя ацетиловый спирт. Количество ацетона, полученного таким образом, очень незначительно, выделение же из него спирта очень кропотливо. Поэтому для производства ацетона устраиваются специальные ацетоновые отделения. Материалом для получения ацетона служит белый порошок.

По существу производство ацетона очень просто: порошок подвергается нагреванию и под влиянием этого нагревания разлагается. В результате получается ацетон и мел.¹ Образование ацетона начинается уже при нагревании порошка до $150—200^{\circ}$, но полное разложение порошка происходит только при 400° . Если подсчитать, сколько ацетона должен был бы дать серый порошок, содержащий 80% чистого уксусно-кислого кальция, то окажется, что выход порошка равен 30%. При заводской работе выходы ацетона бывают гораздо ниже и не превышают 18%. Это объясняется тем, что в жижке находится не только уксусная кислота, но и другие кислоты — муравьиная, масляная, валерьяновая и т. п. При нейтрализации жидкости известью, последняя связывается не только с уксусной, но и с другими кислотами, образуя с ними соли. Эти соли переходят и в порошок. При нагревании они разлагаются и образуют подобные ацетону вещества, так называемые кетоны. При дальнейшей очистке ацетона, они отделяются от него, образуя кетонные масла.

Аппарат для получения ацетона представляет собою чугунную чашу (рис. 44) с плотно закрывающейся чугунной же крышкой. Чтобы загруженный в аппарат порошок равномерно прогревался и не

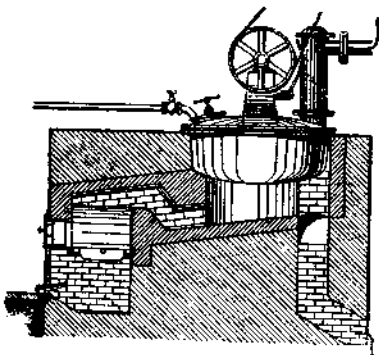


Рис. 44. Чаша для получения ацетона.

¹ Химически это разложение представляется таким образом: $\text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ — порошок — CaCO_3 (мел) + CH_3COCH_3 (ацетон).

подгорал, прилинув к стенкам чаши, в аппарате устанавливается мешалка. Обогревание чаши производится голым огнем.

Благодаря движениям мешалки в процессе работы в аппарате получается большое количество пыли. Выделяющиеся пары ацетона увлекают эту пыль и уносят ее в холодильник. Во избежание засорения холодильника эту пыль, при выходе из аппарата устанавливается ловушка, представляющая собою цилиндр, прикрепленный к крышке и соединенный с отводной трубой. Увлеченные парами ацетона частицы пыли остаются в ловушке. Для удаления из аппарата остатков после получения ацетона в дне чаши устроена отводная труба, проходящая через кирпичную кладку и снабженная плотно закрывающейся крышкой. На некоторых заводах подобной выводной трубы не имеется, и выгрузка аппарата производится вручную лопатами через загрузочное отверстие.

Необходимо отметить, что подобная работа вредно отражается на здоровье рабочих.

Ловушка соединена отводной трубкой со змеевым холодильником, в котором пары ацетона превращаются в жидкость.

Превращение порошка в ацетон заключается в следующем: в топке разводится огонь и когда чаша раскалится до вишнево-красного цвета, в нее загружается порошок. Мешалка работает все время, чтобы не дать подгореть порошку. Начало разложения порошка узнается по белому дыму, который выделяется через отводную трубу, соединенную с холодильником. Несколько времени спустя из холодильника начинают появляться первые капли погона.

Выделяющийся из холодильника погон представляет собою темную жидкость с неприятным запахом. Это — сырой ацетон.

Когда выделение ацетона подходит к концу, в аппарат через паропроводную трубу впускают перегретый пар. Впуск пара имеет двойное значение: во-первых, пар проникает в образовавшуюся массу гипса и заставляет из него выделяться остатки ацетона. Таким образом пар способствует увеличению выходов ацетона. Во-вторых, от соприкосновения с воздухом, оставшиеся пары ацетона могут легко воспламениться. Впущенные в аппарат водяные пары препятствуют этому воспламенению.

Ацетон собранный в приемном сосуде, сильно загрязнен посторонними примесями и подлежит очистке.

Другой способ получения ацетона без применения перегретого пара и мешалки заключается в следующем: на вагонетки, имеющие несколько полок из железных листов, расположенных один над другим, загружается серый порошок. Слой порошка не должен быть в высоту выше 2—3 см. Между листами должно оставаться пространство, достаточное для свободного выхода паров и газов. Вагонетка с порошком вводится в реторту (рис. 4), которая нагревается снаружи топочными газами. В верхней части реторты со стороны, противоположной той, откуда производится загрузка, имеется отводная труба. Труба соединена с обыкновенным змеевым холодильником.

Разложение порошка происходит совершенно так же, как и в аппарате с чашей. Пары образовавшегося ацетона выводятся из аппарата, а в аппарате остается мел. Для выделения из мела остатков ацетона в реторту вдвигается пар. После окончания перегонки

реторта открывается и из нее выводится вагонетка. Вместо нее вдвигается новая, с приготовленной заранее порцией свежего порошка.

В этом аппарате выходы ацетона из 80-процентного порошка достигают 20%.

Полученный обоими способами ацетон подвергается очистке.

Ацетон, полученный разложением порошка, навывается с сырм ацетоном. Он загрязнен различными посторонними веществами. Среди них находятся частицы порошка, которые не успели разложиться в аппарате, а наряду с ними и частицы мела, полученного от разложения порошка. Кроме того в сырм ацетоне содержится еще много различных примесей — кислот, смолистых и других веществ. Среди посторонних примесей, находящихся в сырм ацетоне, одни растворимы в воде, другие — не растворимы. Сам ацетон в воде растворяется. На этом основана первоначальная очистка ацетона перед его ректификацией.

Ацетон наливают в железные чаны, разбавив водою, подвергают усиленному перемешиванию, после чего ему дают отстояться. При этом нерастворимые в воде вещества всплывают наверх и образуют верхний

слой, а растворимые части остаются внизу. Верхний слой сливается, а нижний перекачивается для дальнейшей очистки в колонный аппарат.

Рис. 45. Аппарат Кляра для получения ацетона.

Перед началом ректификации в куб колонного аппарата приливается щелочь — известковый раствор или же раствор каустической соды. Щелочь связывает в сырм ацетоне кислоты и разрушает находящиеся в нем посторонние органические примеси.

Обработанный щелочью ацетон подвергается нагреванию при помощи пара, проходящего по змеевику в кубе. Пары ацетона поднимаются из колонны, проходят через дефлегматор, а затем и через холодильник, где сгущаются в жидкость. При выходе жидкости из холодильника ее подразделяют на несколько погонов, которые собираются отдельно. Из этих погонов выбирается погон чистого ацетона, являющийся готовым рыночным продуктом.

При сборе отдельных фракций производится проба на их чистоту. Пробу делают на воду и на марганцево-калиевую соль. Чистый ацетон при прибавлении воды не должен давать мути. Появление мути показывает, что ацетон недостаточно чист. Марганцево-калиевая соль, называемая иначе хамелеоном, представляет собою темнофиолетовые кристаллы, легко растворимые в воде. Если

бросить 1 — 2 кристалла в стакан с водою, вода примет розовый цвет. Этот розовый цвет исчезнет, если в стакан прибавить несколько капель кислоты. Способность этой соли легко изменять свой цвет и послужила причиной названия ее хамелеоном.

Для испытания чистоты ацетона берется раствор хамелеона из 1 г на 1 л воды. Такой раствор приливается к ацетону, причем чистый ацетон в течение 10 минут не должен обесцвечивать раствора хамелеона.

Ацетон, выдержавший обе эти пробы, идет за первый сорт ацетона; второй сорт ацетона не обесцвечивает раствора хамелеона, но от прибавления воды дает желтую муть. Оба эти сорта являются готовым рыночным продуктом. Их разливают в бутылки и пускают в продажу. Остальные погоны, получающиеся при очистке сырца, подвергаются вторичной очистке.

Формалин

В состав формалина входит особое вещество, называемое в химии формальдегидом. Но это вещество на воздухе быстро изменяется; метиловый спирт предупреждает это изменение. Поэтому формальдегид применяется не в чистом виде, а в виде формалина. Последний представляет собою жидкость, состоящую из смеси формальдегида и разбавленного водою метилового спирта. Количество формальдегида в этой жидкости равно 35 — 40%.

Формальдегид получается из чистого метилового спирта, который окисляется воздухом. В воздухе содержится кислород, который и действует на формальдегид. Подобного превращения не произойдет, если метиловый спирт оставить стоять непосредственно на воздухе. Для того чтобы окислить метиловый спирт, превратить его в формальдегид, необходим катализатор. Поясним, что это означает.

Выше неоднократно описывались различные реакции, происходящие между веществами. Древесина разлагалась под влиянием нагревания: уксусная кислота соединялась с известью, в результате чего получалась уксуснокислая известь и т. п. Между некоторыми веществами реакции идут легко и свободно; между другими веществами они совершенно не происходят и наконец между третьими веществами идут с большим трудом. Катализаторы облегчают реакции. Примером катализатора могут служить хорошо всем известные сиккативы или сушки, применяемые в малярном деле.

Минеральные краски, сурик, охра и т. п. можно растирать на чистом льняном масле. Предмет, окрашенный такою краской, высыхает сравнительно медленно. Чтобы ускорить высыхание краски, ее растирают не на простом льняном масле, а на льняной олифе. Олифа от масла отличается тем, что она сварена с каким-либо сиккативом — свинцовым суриком, перекисью марганца и т. п. Сиккатив помогает высыханию олифы. Он ускоряет ту реакцию, которая при этом происходит. Он притягивает к себе из воздуха кислород и передает его льняному маслу. Сам сиккатив не участвует в реакции. Он только передает кислород воздуха, чем и ускоряет реакцию. Такие передатчики и ускорители реакции и называются катализаторами.

При обычных условиях окисление метилового спирта воздухом не происходит, но это окисление идет очень легко, если смесь паров спирта и воздуха пропускать над катализатором. Катализатор при этом подвергается нагреванию. В качестве катализатора применяется серебро, платинированный асбест, медная сетка, свернутая спиралью, и т. п. Сущность получения формальдегида состоит в том, что чистый метиловый спирт превращается в парообразное состояние, смешивается с воздухом и пропускается через катализатор. При этом и происходит окисление метилового спирта в формальдегид.

Аппараты, применяемые для получения формалина, очень разнообразны, но сущность производства всюду одна и та же.

На установке, предложенной германской фирмой Мейер, производство формалина идет следующим образом: компрессор V нагнетает воздух (рис. 4) в воздушный котел I, а отсюда воздух равномерными порциями направляется в карбюратор II, где происходит нагревание воздуха. Воздушный котел для нагнетания воздуха необ-

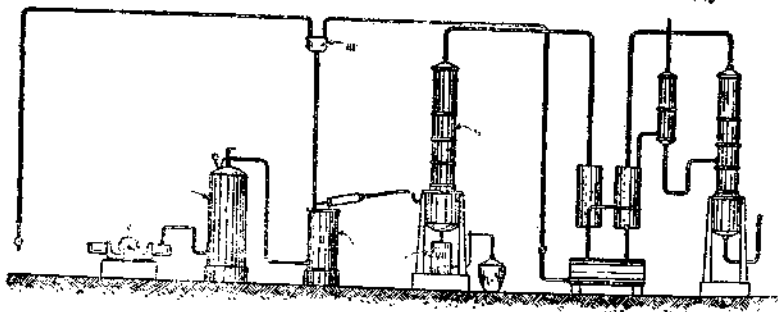


Рис. 46. Установка для производства формалина.

ходим для поддержания равномерного давления во всей установке. В карбюраторе воздух, подогретый приблизительно до 50°, встречается со струей метилового спирта. Для хранения последнего служит бак III. Из карбюратора смесь паров воздуха и спирта направляется в окислительный аппарат VI. Последний состоит из медной сетки, туго свернутой спиралью. Для того чтобы окисление метилового спирта началось, необходимо сперва подогреть аппарат. Это делается в начале работы при помощи пальной лампы. Аппарат доводится до красного каления, что и способствует началу окисления. В аппарате окислению подвергается не весь спирт, а лишь часть его. Вследствие этого из аппарата выходит смесь, состоящая из паров формальдегида, метилового спирта, водяного пара и азота. Последний получается из воздуха, кислород которого пошел на окисление спирта. Смесь поступает в разделительную колонку IV, где из смеси выделяется формальдегид. Он стекает в сборный сосуд VII. Пары спирта сгущаются в холодильнике VIII и стекают отсюда в приемный сосуд IX. В дальнейшем они перекачиваются в сборный бак III и снова идут в производство.

Выработка формалина сама по себе отличается простотой, но она требует большой аккуратности. Все вещества, поступающие в аппараты, должны быть строго отмерены, смесь должна иметь насто-

ящий состав, температура в окислительном аппарате должна быть вполне определенной и т. д. Несоблюдение этих условий замедляет реакцию и понижает выходы продуктов. В СССР работают два формалиновых завода — один в Нижегородском крае, другой — под Москвой.

Получение уксусной кислоты

Порошок, получаемый на сухоперегонных заводах, в чистом виде имеет очень ограниченное применение. В небольших количествах его применяют текстильные фабрики. Для этой цели идет только серый порошок. Черный порошок целиком идет на выработку уксусной кислоты. Остаточную часть серого порошка употребляют на приготовление уксусной кислоты или ацетона.

Для получения уксусной кислоты на порошок действуют какой-либо минеральной кислотой. Обычно для этой цели применяется серная кислота. Под действием серной кислоты происходит реакция, заключающаяся в том, что уксусно-кальциевая соль (порошок) превращается в уксусную кислоту и гипс.¹ Первоначально масса имеет вид порошка. Постепенно она превращается в легко перемешиваемую кашу, которая затем густеет и становится очень вязкою. Для ее перемешивания требуется мешалка большой силы. На наших уксусно-кислотных заводах работа ведется на аппарате Вальяна (вальяны), показанном на рис. 47.

Вальяны представляют собою чашу, имеющую второе наружное дно. Пространство между ними образует паровую рубашку, служащую для подогревания загруженных в аппарат порошка и серной кислоты. Чтобы кислота полнее соприкасалась с порошком и лучше влагала его, внутри аппарата устроена мешалка. Она приводится в движение от зубчатой передачи. Крышка аппарата — отъемная. В ней имеется отверстие, в которое вставлена отводная труба, соединенная с холодильником из согнутых змеевиком и охлаждаемых водою медных труб.

Емкость аппаратов бывает очень различной. «Малые вальяны» вмещают 300 — 400 кг порошка. При загрузке в них 300 кг черного порошка прибавляется 170 — 190 кг крепкой серной кислоты. Кислота вступает в соединение с порошком, причем выделяется значитель-

¹ Эта реакция в химии выражается так: $\text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2 - \text{порошок} + \text{H}_2\text{SO}_4 - \text{серная кислота} = 2\text{CH}_3\text{COOH}$ (уксусная кислота) + CaSO_4 (гипс).

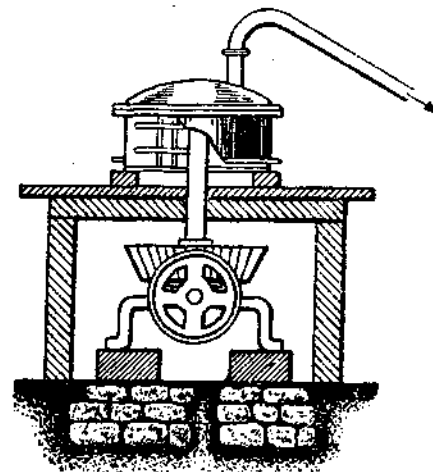


Рис. 47. Вальян.

ное количество тепла. От этого тепла образовавшаяся уксусная кислота обращается в парообразное состояние и перегоняется. Чтобы серная кислота лучше и плотнее перемешивалась с порошком, в действие приводится мешалка. Выделяющейся при реакции теплоты не достаточно, чтобы отогнать из аппарата всю кислоту. Для этого необходимо дополнительное нагревание. Это достигается тем, что в паровую рубашку пускается пар, который согревает находящуюся в аппарате кислоту и заставляет ее кипеть и перегоняться. Образовавшиеся пары уходят из аппарата через отводную трубу в холодильник, где сгущаются в жидкость.

Первоначально из холодильника выделяется более крепкая уксусная кислота, постепенно она начинает становиться все слабее и слабее. Тогда в аппарат приливают оставшуюся от предыдущей перегонки слабую серную кислоту и продолжают перегонку. Когда из холодильника начинает снова выделяться слабая кислота, перегонку прекращают. Куб очищают от гипса и оставшегося раствора. Кислота, полученная из валяна, всегда слаба и загрязнена побочными примесями. Подобно спирту ее нужно очистить и сделать более крепкой. Эта работа производится на колонных аппаратах, подобных тем, которые применяются при очистке спирта.

Медные аппараты не удобны, так как они быстро разъедаются парами кислот. Поэтому аппараты, а в особенности колонка, футеруются изнутри, т. е. обкладываются кислотоупорными пластинками.

Как и в ректификационном аппарате для спирта, нагревание происходит при помощи змеевика, находящегося внутри куба. Пары кислоты проходят через колонку, где очищаются от посторонних примесей, укрепляются и через дефлегматор поступают в холодильник. Дефлегматором обычно служит согнутая змеевиком медная трубка.

Выделяющаяся из холодильника уксусная кислота разделяется на несколько погонов.

Сперва выделяется около 2% мутного погона, в котором содержится сернистая кислота; следующий погон (около 27%) — прозрачный, содержащий до 30% уксусной кислоты; затем — около 68% погона содержит до 97% уксусной кислоты и наконец — около 3% грязного смолистого остатка, содержащего около 50% кислоты.

Из всех этих погонов только второй является законченным рыночным продуктом. Его разливают в бутылки и под названием 30-процентной технической уксусной кислоты, пускают в продажу.

Погон, содержащий около 97% кислоты, называется ледяной уксусной кислотой. В качестве технического продукта она слишком хороша; для других же целей — в качестве медицинского и пищевого средства — она не пригодна, так как недостаточно чиста. В ней всегда содержится некоторое количество кислот, перегнавшихся вместе с уксусной кислотой. Чтобы избавиться от этих примесей, ледяную уксусную кислоту подвергают вторичной перегонке, но на этот раз в кубе с серебряным шлемом и серебряным холодильником. Кроме того ледяную кислоту обрабатывают еще особыми веществами — хромпиком или марганцево-калиевой солью, — после чего она под-

вергается перегонке. При перегонке отбирают отдельно погон от начальной и конечной фракции. Средний погон представляет собою чистую ледяную кислоту. Для получения уксусной эссенции ледяную уксусную кислоту разбавляют до 10% водой и в таком виде она пускается в продажу.

Вопросы и упражнения

1. Описать работу колонного аппарата.
2. Чем отличается колонный аппарат, применяемый при ректификации древесного спирта, от аппарата для ректификации ацетона?
3. Что такое ледяная уксусная кислота? Почему она так называется?
4. Зачем вдвухается пар в чашу при получении ацетона?
5. Что такое ацетонистый спирт?

12 ГЛАВА

Новые способы получения лесохимических продуктов

Экстракция уксусной кислоты

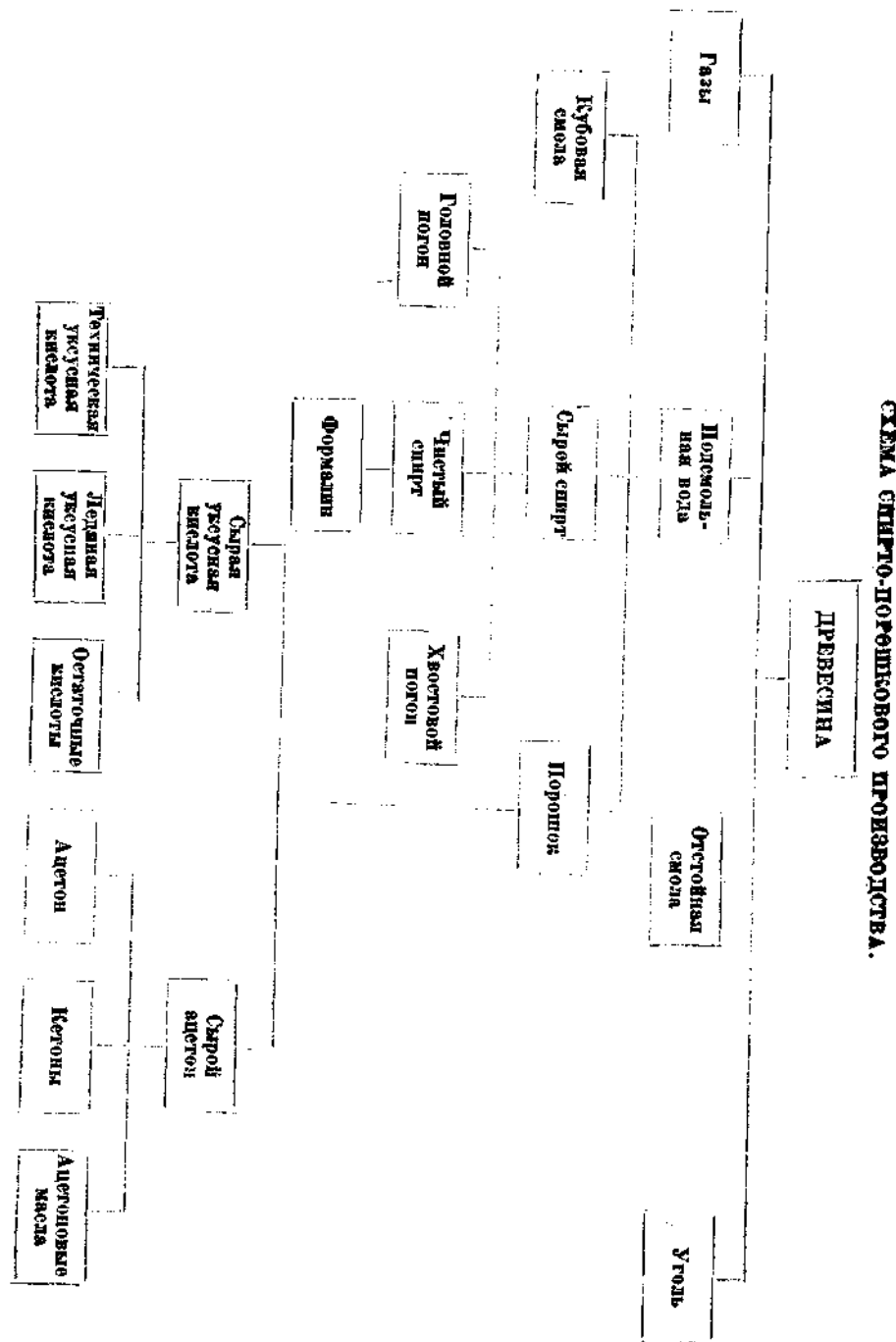
Описанная выше сухая перегонка дерева распадается на три главных части: 1) разложение древесины от действия высокой температуры, 2) получение полуфабриката — спирта-сырца и порошка, 3) переработка полуфабрикатов. Переработка полуфабрикатов в основном сводится к получению чистого метилового спирта и уксусной кислоты. Таким образом сухая перегонка лиственных пород может быть охарактеризована как спирто-порошковое производство.

Этот способ производства наглядно показываем в схеме на стр. 112. Спирто-порошковое производство в описанных выше формах существовало свыше полувека и было принято на всех европейских и американских заводах. Оно было достаточно рентабельно и представлялось экономически возможным потому, что древесный спирт с уксусной кислотой, а вместе с ними и формалин с ацетоном, имели единственным своим источником дерево. Эти продукты получались исключительно сухой перегонкой дерева.

Между тем за последние годы химиками были найдены способы получения уксусной кислоты и метилового спирта не из древесины, а из химических веществ. Это обстоятельство заставило пересмотреть существующий процесс сухой перегонки дерева с тем, чтобы внести в него поправки и этим удешевить его. Другими словами, необходимо, чтобы спирт и уксусная кислота, получаемые из дерева, могли выдержать конкуренцию продуктов, получаемых химическим путем.

Работы по видоизменению процессов производства были направлены главным образом на получение уксусной кислоты. Почему внимание химиков было направлено на уксусную кислоту, а не на другой продукт, станет понятным, если внимательно рассмотреть приведенную выше схему. Ведь уксусная кислота находится в подемольной

¹ Марганцево-калиевая соль ($KMnO_4$) и хромпик ($K_2Cr_2O_7$) являются окислителями, разлагающими органические примеси в уксусной кислоте.



воде. Рядом операций ее выделяют из подсмольной воды в виде порошка с тем, чтобы впоследствии порошок снова превратить в кислоту. Вполне естественным является желание уничтожить получение промежуточных продуктов и перейти к непосредственному получению уксусной кислоты из подсмольной воды. Непосредственное получение уксусной кислоты из подсмольной воды устраняет ряд операций и материалов, требующихся для них. Отпадает необходимость в извести, идущей для нейтрализации жижки, серной кислоты для разложения кислоты; отпадает необходимость в затратах на пар, необходимый для выпаривания раствора, высушивания порошка и т. д. Кроме того непосредственное получение уксусной кислоты из подсмольной воды позволяет получать уксусную кислоту сразу в более крепком виде и сверх того работать со слабыми растворами.

Выше указывалось, что получение уксусной кислоты из подсмольной воды, полученной из хвойных пород, — невыгодно, так как процентное содержание уксусной кислоты в этой воде значительно ниже, чем в подсмольной воде от лиственных пород. Поэтому на выпаривание воды и другие операции приходится затрачивать в обоих случаях примерно столько же труда и материала, а продуктов получать значительно меньше. При экстракционном способе отпадают эти работы, почему и получение уксусной кислоты из подсмольной воды этих пород представляется вполне возможным. Это особенно важно для нас, применяющих для углежжения ежегодно миллионы кубометров хвойной древесины.

Первые работы по получению уксусной кислоты непосредственно из подсмольной воды относятся к концу XIX столетия. В 1884 г. немецкий инженер Геринг взял патент на это производство. Но оно не было осуществлено на заводах, так как производство в тех формах, как оно существовало в то время, было достаточно рентабельным, и только когда за границей появились синтетические продукты лесохимии, появились и заводы, работающие по новому методу.

Способ Брюстера

Первым заводом, начавшим работу по новому способу, был маленький завод в Америке, поставленный инженером Брюстером. В 1925 г. Брюстер передал свой патент фирме «Беджер и сыны» в Бостоне и в настоящее время в Америке работают по способу Брюстера несколько заводов.

Для извлечения уксусной кислоты из подсмольной воды Брюстером был предложен эфир. Почти одновременно с Брюстером чехословацкий проф. Сюнда предложил способ извлечения уксусной кислоты такими веществами, как креовот, гваякол и т. п. В дальнейшем список предложенных растворителей значительно увеличился.

По патенту, заявленному Брюстером, подсмольная вода освобождается от смолы отстаиванием. Затем от нее отгоняется спирт, и она поступает в колонный аппарат, где ее обрабатывают эфиром. Эфир извлекает (экстрагирует) уксусную кислоту, не смешиваясь при этом с водой. Раствор уксусной кислоты в эфире переводится во вторую

колонну. Здесь от раствора отгоняется эфир, который поступает в дальнейшую работу.

Аппаратура, применяемая при этой работе, очень сложна. Приводить ее здесь полностью не представляется возможным. Поэтому ниже приведена только схема производства (рис. 48).

Экстрагирование уксусной кислоты из подземной воды происходит в колонке (10), наполненной кусками кирпича или же камня. Подземная вода поступает в верхнюю часть колонки из бака (11) через трубу (12) и распределитель (13).

Эфир находится в баке (14), откуда он через трубу (15) и распределитель (16) поступает в нижнюю часть колонки. Растворение уксусной кислоты эфиром происходит в колонке, где эфир движется снизу вверх, навстречу подземной воде. В верхней части колонки имеется фильтр и отводная труба (24). По этой трубе раствор поступает во вторую колонку, где происходит разделение эфира и уксусной кислоты. Легко кипящий эфир отгоняется от уксусной кислоты и уходит через дефлегматор (31) по трубе (32) в холодильник (23). Сгустившаяся в холодильнике, эфир поступает в бак (14), откуда снова поступает в колонку (10) для экстракции уксусной кислоты. Сырая уксусная кислота, освобожденная от эфира, поступает в куб 28.

Подземная вода после извлечения из нее уксусной кислоты в колонке (10) содержит некоторое количество эфира. Он остается в подземной воде. Чтобы эфир не пропадал даром, подземную воду по трубе (17) переводят в колонку (18), где эфир отгоняется.

Пройдя через дефлегматор (20) и трубу (22), он поступает в холодильник (23), а оттуда в сборный бак для эфира.

Из куба (28) получается уксусная кислота крепостью в 60 — 70%. Она подвергается дальнейшей переработке, как было уже указано раньше.

Получение уксусной кислоты по способу Брюстера предполагается на строящемся в настоящее время на южном Урале Аша-Балашовском заводе. Пуск в ход завода предполагается в конце 1931 г. или же в начале 1932 г., уксусную кислоту предполагается получать в качестве побочного продукта при углежжении на американских стандартных ретортах.

Синтез уксусной кислоты и древесного спирта

В 1908 г. А. Вундерлихом заявлен патент на получение уксусной кислоты синтетическим способом.

Необходимо пояснить, что это значит. До сих пор уксусная кислота получалась исключительно из древесины, как продукт сухой перегонки. Правда, еще в XIX веке пищевая уксусная кислота готовилась брожением винного спирта. В одной только бывшей Московской губернии было 12 заводов, изготовлявших около 100 тыс. ведер подобной уксусной кислоты в год; но, по мере развития спирто-порошкового производства и по мере того, как из подземной воды научились готовить уксусную ледяную кислоту и превращать ее в эссенцию, это производство прекратилось. Полученная из древесины уксусная кислота оказалась по цене дешевле, а по качествам не хуже кислоты, полученной из винного спирта.

И первая, и вторая из этих кислот являются естественными уксусными кислотами, в отличие от искусственной кислоты, полученной химическим путем. Такая кислота называется синтетической, так как она получена синтезом, т. е. сложением химических веществ.

Химики уже давно умеют готовить в лабораториях некоторые вещества, которые дает нам природа. Они умеют готовить ряд веществ, обладающих запахом груши, фиалок и других цветов. Они готовят искусственную камфару, по запаху, цвету и виду ничем не отличающуюся от естественной камфары, полученной из камфарного лавра; готовят сахаристые вещества и т. п. При изготовлении этих веществ исходят из простых химических веществ и рядом реакций преводят их в более сложные.

Настоящая книжка не ставит своей задачей детальное ознакомление с производством синтетической уксусной кислоты и метилового спирта. Тем не менее сказать об этом производстве несколько слов необходимо, так как за границу эти продукты уже появились на рынке и начинают конкурировать с продуктами, полученными из древесины.

Исходным газом для получения уксусной кислоты является ацетилен. Последний в свою очередь получается из хорошо известного вещества — карбида кальция, применяемого при автогенной сварке металлов, и из воды. Соединение ацетилена с водой не идет непосредственно, а в присутствии лишь некоторых катализаторов, причем образуется промежуточное вещество, называемое уксусным альдегидом, а уксусный альдегид окисляется кислородом или же воздухом и дает уксусную кислоту.

Для получения синтетического метилового спирта исходным материалом является окись углерода. Ацетон в настоящее время получается брожением некоторых материалов, содержащих крахмалистые вещества. В Германии во время мировой войны ацетон получался из гнилого картофеля; в Америке для этой цели в больших количествах применяется кукуруза и рис. Подобно тому, как находящиеся в растворе сахаристые вещества начинают бродить и дают спирт, если к ним прибавить дрожжей, так и кукуруза и крахмал начинают бродить, если прибавить к ним соответствующие бактерии. Подобно тому, как определенные бактерии, попав в организм человека, вы-

зывают ту или иную болезнь, так и определенные бактерии, действуя на крахмалистые или сахаристые вещества, дают то или иное вещество. При помощи дрожжей из картофеля получается спирт, а при помощи бактерий, называемых по латыни *Bacillus macerans*, из гнилого картофеля получается ацетон.

Естественно является вопрос: если производство уксусной кислоты, метилового спирта и ацетона является выгодным синтетическим путем, то не должна ли погибнуть сухая перегонка? Ведь она дает более дорогие продукты, которые не могут выдержать конкуренцию с синтетическими продуктами. На этот вопрос может быть получен только отрицательный ответ. До тех пор, пока существует углежжение, т. е. пока металлургия не может выплавлять чугуна без помощи угля, до тех пор из древесины будут получаться побочные продукты — уксусная кислота и древесный спирт. И весь вопрос будет сводиться к тому, чтобы правильно и экономно использовать эти продукты. Получение уксусной кислоты экстракционным способом уже частично дало ответ на этот вопрос.

Литература

Б У Г Г Е — Углежжение.

Н О Г И Н — Сухая перегонка дерева — лиственных и хвойных пород.

В И К И Т И Н. — Химическая технология дерева.

СОДЕРЖАНИЕ.

| | Стр. |
|--|------|
| Вотукление | |
| Химическая переработка дерева | 3 |
| Разные виды сухой перегонки дерева. | 4 |
| Глава первая. Древесина и ее свойства | |
| Строение дерева | 7 |
| Влажность древесины. | 10 |
| Химические свойства древесины. | 11 |
| Глава вторая. Углежжение | |
| Углежжение в СССР. | 13 |
| Техника углежжения | 14 |
| Сущность углежжения и сухой перегонки дерева. | 15 |
| Разложение древесины. | 19 |
| Глава третья. Продукты разложения древесины | |
| Уголь | 21 |
| Активный углерод | 22 |
| Гигроскопичность угля | 23 |
| Прочность угля. | 24 |
| Зольность угля. | 26 |
| Подсмольная вода | 26 |
| Смола | 28 |
| Газы | 29 |
| Глава четвертая. Дрова для углежжения | |
| Влажность дров. | 30 |
| Дровяной склад. | 32 |
| Качество дров. | 33 |
| Глава пятая. Кучное углежжение | |
| Понятие о кучах. | 34 |
| Кладка кучи. | 36 |
| Впуск воздуха. | 39 |
| Зажигание и сушка кучи. | 39 |
| Обугливание кучи. | 40 |
| Лойка кучи. | 42 |
| Неправильная работа кучи. | 44 |
| Глава шестая. Печное углежжение | |
| Работа печи. | 45 |
| Печь Шварца. | 48 |
| Газовые печи. | 50 |
| Ульсообразные печи. | 51 |
| Американские стандартные реторты. | 52 |
| Печи периодического действия и непрерывно действующие. | 56 |
| Печь Грюндаля. | 57 |
| Печь Амниова. | 60 |
| Реторта Стаффорда. | 63 |
| Глава седьмая. Уголь в производстве | |
| Мера угля. | 65 |
| Оценка угля. | 67 |
| Глава восьмая. Кустарный спирто-порошковый завод | |
| Дрова для сухой перегонки. | 70 |
| Организация производства. | 71 |
| Кустарный перегонный аппарат. | 72 |
| Холодильники. | 75 |
| Перегонный куб. | 76 |

| | Стр. |
|--|------|
| Глава девятая. Работа на кустарном заводе | |
| Загрузка казана. | 79 |
| Разложение древесины. | 80 |
| Разгрузка казана. | 82 |
| Направливание жижи. | 83 |
| Отгонка спирта. | 84 |
| Получение порошка. | 87 |
| Калькуляция производства. | 88 |
| Глава десятая. Кустарное и крупное производство | |
| Крупное производство. | 90 |
| Печи с выдвигающимися ретортами. | 91 |
| Холодильники и отстойники. | 93 |
| Переработка жижи. | 96 |
| Трехкубовый аппарат. | 97 |
| Получение порошка. | 99 |
| Глава одиннадцатая. Переделочные заводы | |
| Продукты, получаемые на заводах. | 101 |
| Переработка древесного спирта. | 103 |
| Ацетон. | 105 |
| Формалин. | 109 |
| Получение уксусной кислоты. | 111 |
| Глава двенадцатая. Новые способы получения лесохимических продуктов | |
| Экстракция уксусной кислоты. | 113 |
| Способ Брюстера. | 115 |
| Снятие уксусной кислоты и древесного спирта. | 117 |
| Литература. | |

Ответств. редактор Дунина. Технич. редактор *Пенькова*.
 Книга слана в набор 21/V '931 г. Подписана к печати 6/XI 1931 г.
 Склад № 1890. Инд. 73. Тир . . . 175. Ленобллит № 20258. Зак. № 1038.
 Бумага 62X43 см. (1/16 л.) (49776 тип. зн. на 1 б. л.). Бум. л. 3²/4.

Типография „Печатный Двор“. Ленинград, Гатчинская, 26.