

Наркомлес СССР

ЦЕНТРАЛЬНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
МЕХАНИЗАЦИИ И ЭНЕРГЕТИКИ ЛЕСНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
(ЦНИИМЭ)

0

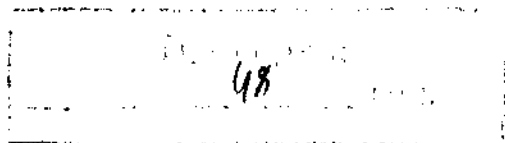
Н. П. АНУЧИН, Б. Н. СТОГОВ,
Т. В. ХОВАНСКИЙ, П. П. МОСКВИН

534.95.662

A-73

Организация топливного хозяйства
газогенераторных лесовозных
автотракторных баз

~~5854~~



47834.



ГОСУДАРСТВЕННОЕ ЛЕСОТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО

Москва • 1937

В книге дана характеристика дровяного топлива для газогенераторов, описаны способы воздушной и искусственной сушки, а также механизированной заготовки этого топлива.

П. П. МОСКВИН и Н. П. АНУЧИН

Глава I

ХАРАКТЕРИСТИКА ДРОВЯНОГО ГАЗОГЕНЕРАТОРНОГО ТОПЛИВА

Перевод работы механизированного лесотранспорта, и притом в кратчайшие сроки, с жидкого топлива на твердое является одной из важнейших задач лесной промышленности.

Число газогенераторных лесовозных баз в системе Наркомлеса непрерывно растет; увеличивается и количество газогенераторных машин на базах.

Успешная работа газогенераторных установок и всей базы в целом во многом зависит от правильной организации топливного хозяйства базы. Топливное хозяйство должно быть построено таким образом, чтобы газогенераторные машины во-время, бесперебойно и полностью снабжались горючим, отвечающим всем предъявляемым к нему требованиям.

Большинство наших газогенераторов для тракторов и автомашин сконструировано для работы на дровяном топливе, которое заготавливается главным образом в виде чурок или щепы.

Как показали практика и испытания научно-исследовательских институтов, на работу газогенераторов с дровяным топливом оказывают значительное влияние порода, степень влажности, размеры и формы кусков древесины.

Влияние древесной породы на качество газогенераторного топлива

Изысканиями и практикой установлено, что газогенераторы на топливе из древесины твердых лиственных пород (дуб, береза) работают лучше, чем из древесины мягких лиственных и хвойных. Об этом говорит и разработанная ЦНИИМЭ «Инструкция по уходу за газогенераторным гусеничным трактором «сталинец-60» и грузовиком ЗИС-5 с газогенераторами «пионер»¹ и практика некоторых иностранных фирм; например финляндская фирма «Otso» гарантирует работу своего газогенератора «сандвикенс» только при условии употребления в качестве топлива чурок твердых лиственных пород.

¹ Гослестехиздат, 1936 г.

Однако дело здесь не в химическом составе древесины или в качестве получаемого из нее генераторного газа. Анализ показывает, что содержание углерода (С), водорода (Н₂), кислорода (О₂) и азота (N₂) почти одинаково в древесине всех пород. В среднем абсолютно-сухая древесина содержит С 49,5%, Н₂ 6,3% и О₂ + N₂ 44,2%.

Качество генераторного газа в основном определяется содержанием СО (оксида углерода). Анализ показывает, что генераторный газ, получающийся из древесины разных пород, почти одинаков по содержанию СО. Качество генераторного газа в значительной степени зависит от других причин, например от влажности древесины.

Объяснение лучшей работы генераторов на древесине определенных пород следует искать в объемном весе древесины, т. е. весе 1 м³ в естественном состоянии при 15% абсолютной влажности (воздушно-сухая древесина).

В табл. 1 дана группировка древесины разных пород по ее объемному весу. Практика же показывает, что классификация древесины разных пород по ее пригодности в качестве горючего для газогенераторов совпадает с группировкой, приведенной в табл. 1. Иначе говоря, в первых группах (с наибольшим объемным весом) таблицы расположились те породы, которые дают наиболее пригодное топливо для газогенераторов, а в последних (с наименьшим весом) группах — наименее пригодные как топливо породы.

Таблица 1*

Объемный вес древесины разных пород

Породы	Вес 1 м ³ в воздушно-сухом состоянии	Характеристика группы по объем- ному весу
Группа I		
Дуб	760	} 700—790
Ясень	740	
Грэх	720	
Бук	710	
Группа II		
Клен	690	} 600—690
Ильм	660	
Береза	650	
Лиственница	600	
Группа III		
Ольха	540	} 500—590
Сосна	520	
Группа IV		
Пихта	470	} 400—490
Ель	450	
Кедр	444	

* В а н и н, Древесиноведение, стр. 161, 1934 г.

Так например эксплуатация на Монетной базе Свердловска газогенераторных тракторов «сталинец-60» с установками Декаленкова Д-8 показала, что к пригодному топливу следует отнести древесину всех пород, находящихся в I, II, III группах табл. 1; древесину же группы IV рекомендовать нельзя. В крайнем случае можно применять породы IV группы, но в смеси с породами из первых трех групп или добавляя к ней древесный уголь, что еще лучше.

Из пород, перечисленных в группах I, II и III, следует отдать предпочтение дубу, березе и буку, т. е. твердым лиственным.

Древесина с большим объемным весом более пригодна для газогенераторов в качестве топлива по следующим причинам: 1) если древесина имеет большой объемный вес, то в бункер вмещается больше топлива по весу; 2) топливо твердых пород несколько увеличивает мощность газогенераторной установки; 3) древесина с большим объемным весом обладает и большей объемной теплотворной способностью (табл. 2), т. е. запас тепловой энергии в единице объема древесины больше; 4) древесина с большим объемным весом (дуб, бук) содержит несколько меньше смол и золы.

Таблица 2*

Теплотворная способность древесины разных пород

Порода	Теплотвор- ная способ- ность 1 кг	Объемный вес сухой древесины	Объемная теплотвор- ная способность 1 м ³ в кал.
Дуб	4 857	760	3,69.10 ⁶
Береза	4 919	650	3,20.10 ⁶
Ольха	4 878	540	2,64.10 ⁶
Сосна	5 064	520	2,63.10 ⁶
Ель	4 857	450	2,19.10 ⁶

* В а н и н, Древесиноведение, 1934 г.

Если взять например газогенератор с бункером определенной емкости, то в этот бункер можно будет вместить березовых древесных чурок влажностью 15% 122 кг, а сосновых только

$$122 \times \frac{520 \text{ (объемный вес сосны)}}{650 \text{ (объемный вес березы)}} = 98 \text{ кг.}$$

Так как из каждого килограмма древесины любой породы получается почти одинаковое количество генераторного газа (2,2—3 м³, главным образом в зависимости от влажности), то один бункер в среднем дает при березовых чурках $2,8 \text{ м}^3 \times 122 = 342 \text{ м}^3$, а при сосновых чурках только $2,8 \text{ м}^3 \times 98 = 274 \text{ м}^3$ генераторного газа одного и того же химического состава, а следовательно одной и той же теплотворной способности.

Как показала практика, существенной разницы (по весу) в часовом расходе чурок разных пород нет. Поэтому почти весь избыток газа, получаемый при березовом топливе, пойдет на увеличение радиуса действия газогенераторной установки.

Чтобы пополнить все тепловые потери газогенератора и разложить пары воды и смолы при нормальном процессе газификации, необходимо определенное количество тепла. Чем выше температура в активной зоне, тем интенсивнее происходит процесс газификации. Поэтому работа газогенератора на древесине твердых лиственных пород, обладающих большей теплотворной способностью, протекает с меньшими перебоями и более активно. При работе же газогенератора на древесине хвойных пород удовлетворительной работы можно добиться ежедневной чисткой очистителей и зольника.

Влажность газогенераторного топлива

Содержание влаги в древесине изменяется в широких пределах. Поэтому для точного установления топливных свойств древесины следует в каждом отдельном случае определять степень ее влажности.

В практике принято определять влажность по отношению к весу древесины до высушивания или к весу абсолютно-сухой древесины, оказавшемуся после сушки. Влажность, исчисленная по отношению к весу древесины до высушивания, называется относительной влажностью, а по отношению к весу сухой древесины — абсолютной.

Относительную влажность определяют по формуле:

$$W_r = \frac{A-B}{A} \times 100,$$

а абсолютную по формуле:

$$W_a = \frac{A-B}{B} \times 100.$$

В этих формулах W — влажность в процентах, A — вес древесины в первоначальном состоянии и B — вес абсолютно-сухой древесины.

Абсолютная влажность всегда выше относительной; она может составлять 100% и более.

Во всех лесоматериалах кроме дров согласно стандартам определяется абсолютная влажность. То обстоятельство, что ее исчисление производится по отношению к постоянной величине — абсолютно-сухой древесине, представляет значительное преимущество.

В теплотехнике при определении влажности топлива, в том числе и дровяного, насто исчисляют относительную влажность. Во избежание смещения этих двух величин следует во всех случаях указывать, какая из них имеется в виду. Для краткости обозначения в последующем изложении процент абсолютной влажности обозначен через W_a и относительной через W_r . Там, где отсутствуют эти обозначения, имеется в виду абсолютная влажность.

При решении ряда практических вопросов, возникающих при сушке древесины, иногда приходится по абсолютной влажности определять относительную и, наоборот, по относительной — абсолютную.

В этих случаях можно пользоваться следующими формулами:

$$1) W_r = \frac{100 W_a}{100 + W_a} \text{ и } 2) W_a = \frac{100 W_r}{100 - W_r}.$$

Первая из них дает возможность определить по абсолютной относительную влажность, а вторая — по относительной абсолютную.

Эта задача может быть решена и с помощью табл. 3.

Таблица 3

Перевод процента относительной влажности в абсолютную и обратно

Проценты влажности									
отн.	абс.	отн.	абс.	отн.	абс.	отн.	абс.	отн.	абс.
1	1,01	15	17,65	29	40,84	43	75,44	57	132,56
2	2,04	16	19,05	30	42,86	44	78,75	58	138,09
3	3,09	17	20,48	31	44,93	45	81,82	59	143,90
4	4,17	18	21,95	32	47,06	46	85,18	60	150,00
5	5,26	19	23,46	33	49,25	47	88,68	61	156,41
6	6,38	20	25,00	34	51,51	48	92,31	62	163,16
7	7,53	21	26,58	35	53,85	49	96,08	63	170,27
8	8,69	22	28,20	36	56,25	50	100,00	64	177,77
9	9,89	23	29,87	37	58,73	51	104,08	65	185,71
10	11,11	24	31,58	38	61,29	52	108,33	66	194,12
11	12,36	25	33,33	39	63,93	53	112,77	67	203,33
12	13,64	26	35,13	40	66,67	54	117,39	68	212,50
13	14,94	27	36,99	41	69,49	55	122,22	69	222,58
14	16,28	28	38,89	42	72,41	56	127,27	70	233,33

Увеличение влажности приводит к увеличению объемного веса древесины. Это обстоятельство весьма существенно, так как вследствие увеличения влажности и объемного веса древесина становится менее транспортабельной и имеет меньшую калорийность.

Влажность древесины является величиной непостоянной и изменяется от ряда факторов. Она зависит от породы дерева, времени и способов заготовки, способов сушки, способности древесины поглощать и испарять влагу, и наконец от способов транспорта и хранения древесины.

Свежесрубленная древесина имеет у разных пород разную влажность, и кроме того отдельные породы обладают различной способностью поглощать и испарять влагу.

В течение года влажность у растущих деревьев непостоянна. Это подтверждается данными Госа по Ленинградской области (табл. 4, стр. 8).

Таблица 4

Влажность древесины в свежесрубленном состоянии по месяцам

Части ствола	Абсолютная влажность в %												
	ян-варь	фев-раль	март	апр-ель	май	июнь	июль	ав-густ	сен-тябрь	ок-тябрь	ноя-брь	дек-брь	сред-няя
Б е р е з а													
Периферийная . .	80	77	75	72	91	66	51	53	60	74	81	73	71
Центральная часть	86	91	91	84	95	—	60	61	—	85	91	90	83
В среднем . . .	82	86	82	76	92	70	59	60	71	78	82	84	77
С о с н а													
Заболонь	122	116	113	115	102	110	109	100	96	119	123	123	112
Ядро	33	33	35	33	33	32	31	31	33	34	32	34	33
В среднем . . .	83	86	89	92	85	84	85	80	84	92	94	97	88

Как видно из таблицы, у хвойных пород в свежесрубленном состоянии влажность заболони в 3—4 раза выше влажности ядра. В березовой древесине резкого различия влажности в поперечном направлении ствола не наблюдается.

На свойства древесины как топлива весьма существенное влияние оказывают гнили. Помимо снижения calorийности они уменьшают удельный вес древесины (в среднем на 50%). В такой древесине увеличивается способность быстро поглощать влагу и медленно ее испарять.

Влияние гнили на увеличение влажности древесины характеризуется данными В. К. Иванова (табл. 5).

Таблица 5

	При объеме гнили в % от общего объема древесины		
	до 25	до 50	более 50
Увеличение влажности по сравнению со здоровой древесиной в %:			
дрова сплавные	12,4	36,9	75,4
горные	6,1	30,8	41,5

Приведенные цифры показывают, что с развитием гнили резко растет разница в степени влажности пораженной древесины по сравнению со здоровой и что наибольшее влияние гнили на влажность древесины наблюдается у сплавных дров. Последнее обстоятельство свидетельствует о повышенной способности гнилой древесины поглощать влагу.

Различные виды гнилей по-разному влияют на способность древесины разных пород сохранять повышенную влажность. Наибольшую способность поглощать воду сосне придает красная гниль. В березовых дровах наиболее резко повышает влажность ситовина и наименьшее влияние оказывает бурая гниль.

Вода в древесине находится в свободном (капиллярная вода), в связанном (коллоидальная вода) и в химически связанном виде.

Для свойств газогенераторного топлива имеют существенное значение лишь капиллярная и коллоидальная вода. Химически связанной воды в древесине очень мало; она остается даже после сушки древесины при температуре 100—110°С.

Свежесрубленная древесина в среднем имеет 77—88% влажности. Когда происходит естественная или искусственная сушка свежесрубленной древесины, то вначале испаряется свободная вода, и вес древесины значительно понижается (без изменения ее объемных размеров). С удалением всей свободной воды влажность древесины понижается до 23—30% (в зависимости от породы).

В газогенераторном топливе совершенно недопустимо присутствие свободной воды, т. е. влажность топлива не должна быть выше 23%, но и древесина влажностью 20% мало пригодна для многих конструкций газогенераторов, например Д-9, так как пуск газогенератора в этом случае затруднителен. Если даже двигатель удалось запустить, то все же процесс газификации будет неустойчив, так как при таком большом содержании влаги в топливе возможно попадание ее из охлаждающе-очистительной системы в цилиндры двигателя, вследствие чего двигатель перестанет работать. Кроме того для перевода в пар и разложения на водород и кислород всей влаги потребуется такое значительное количество тепла, что получаемого от сгорания топлива нехватит и процесс газификации будет идти с перебоями или совсем прекратится.

Повышенное содержание влаги резко сказывается и на падении температуры в зоне газификации. При испытании газогенератора Берлие на древесном топливе получилось, что при содержании влаги в топливе 10,5; 15,5 и 27,4% температура в основной зоне соответственно падала с 1350 до 1200 и до 1075°С.

По данным Дизельного института, с повышением процента влажности топлива уменьшается calorийность газа. Так например при повышении влажности топлива с 16 до 43% calorийность понизилась с 1275 до 755 кал/м³.

В табл. 6 и 7 приведены данные, характеризующие падение calorийности газа и уменьшение тяговых усилий транспортных машин, работающих на генераторном газе, при увеличении влажности топлива.

Таблица 6*

Теплотворная способность генераторного газа из березы различной влажности

Влажность в %	Теплотворная способность
12,4	1333
15,3	1343
21,0	1226
30,3	1125
37,4	839

* Труды НАТИ, вып. 1933—1934 гг.

Таблица 7*

Влияние влажности топлива на изменение тягового усилия трактора ЧТЗ с газогенератором «Автодор»

Род топлива	% влажности	Тяговое усилие в кг		
		на I передаче	на II передаче	на III передаче
Чурки березовые размером 3 см × 5 см × 7,5 см из неокоренных дров	16	4 290	3 230	2 130
	20	3 720	2 800	1 850
	24	3 590	2 700	1 790
	30	2 960	2 228	1 475

* По данным Ленинградской лесотехнической академии им. С. М. Кирова.

Из этих данных следует, что содержание влаги в топливе для газогенераторов не должно превышать примерно 23%. Вместе с тем очень сухое топливо (с содержанием влаги меньше 10%) также не рекомендуется. Использование такого топлива вызывает: 1) обеднение генераторного газа водородом (H_2), что в значительной степени понижает его калорийность, 2) чрезмерное повышение температуры в зоне газификации, что влечет за собой большой накат очага и его быстрое разрушение.

Кроме того экономически нецелесообразно высушивать топливо ниже 10% влажности, так как после некоторого незначительного времени содержание влаги повысится и достигнет равновесия с влажностью воздуха (т. е. в среднем около 12—15%).

Практика показывает, что наилучшие результаты работы газогенераторов дает топливо с содержанием влаги от 11 до 16%.

Размеры и форма отдельных кусков топлива

Газогенераторы, сконструированные для работы на дровяном топливе, потребляют это топливо в виде дровяных отрезков длиной 200—500 мм, небольших чурочек и щепы.

С точки зрения удешевления разделки дровяное топливо для газогенераторов выгоднее заготавливать в виде дров. Практика однако показывает, что при работе генераторов на дровах и чрезмерно длинных кусках древесины передко получается неравномерный сход дров в бункере (своеобразное), нарушающий процесс газификации. Такие заторы дров требуют остановки машины для шуровки газогенераторов. В этом отношении значительно лучше, когда газогенератор работает на чурках размером от 2 см × 4 см до 4 см × 8 см или на кубиках размером от 3 см × 3 см × 3 см до 6 см × 6 см × 6 см.

Однако здесь необходимо считаться с тем, что специальных агрегатов, рассчитанных на массовое изготовление чурок в виде призм или кубиков, у нас в настоящее время нет. Поэтому заготовка чурок или кубиков производится обычно вручную. Если с этим можно в известной мере мириться при небольшом количе-

стве газогенераторных лесотранспортных машин, то совершенно иначе обстоит дело при работе газогенераторов на базе по вывозке древесины.

Количество этих генераторов уже значительно и продолжает возрастать. Они концентрируются на отдельных базах, где тракторы и автомобили должны работать круглый год. Годовая потребность в дровяном генераторном топливе (газогенераторной лесовозной базы, имеющей нормально 10 установок, определяется примерно в 3 000—3 500 пл. м³. Заготовка такого количества чурок или кубиков вручную — операция весьма трудоемкая и дорогая, и она несомненно окажет весьма заметное влияние на повышение стоимости вывозки.

Выходом из этого положения является заготовка дровяного топлива для газогенераторов в виде щепы. Испытания, проведенные ЦНИИМЭ на Загорской автобазе Мослеспрома, показали, что замена чурок щепой вполне возможна и дает удовлетворительные результаты. Этот же вывод подтверждают опыты, проведенные на Монетной газогенераторной тракторной базе Свердловска с газогенератором Кулябина; этот газогенератор удовлетворительно работал как на чурках длиной 120 мм, так и на щепе размером 5 мм × 20 мм × 50 мм.

Пригодность щепы подтверждают и данные Ленинградской лесотехнической академии им. С. М. Кирова, производившей опыты с газогенератором «Автодор-1».

Наконец данные о пригодности щепы в качестве топлива для газогенераторов имеются и в иностранных источниках. Вот что например пишут Кюне и Кох¹: «Для практической работы автомобиля древесина, измельченная таким способом (щепы), является безусловно пригодной, тем более что неудобство несколько более частой очистки и дополнительного наполнения не играют роли по сравнению с получаемой экономией в расходах».

Однако при переходе на щепу надо считаться прежде всего с тем, что важнейшим условием нормальной работы газогенераторов является однородность топлива по размерам. Это вызывает необходимость сортировки топлива с тем, чтобы газогенератор загружать лишь кусками топлива одинаковых размеров.

Изложенное подтверждается практикой работы газогенераторов на Загорской базе, топливом для которых служила щепа.

При работе на щепе разных размеров мелкие куски топлива проваливаются между крупными и скопляются в очаге; под тяжестью верхних слоев и под влиянием тряски они уплотняются, доступ воздуха в среднюю, плотно набитую, часть прекращается, и здесь происходит выделение продуктов сухой перегонки. Неразложившиеся в средней части очага пары воды и смолы загрязняют очистители и холодильники и даже попадают в двигатель. Таким образом при работе на неоднородном по размерам топливе режим работы двигателя становится неравно-

¹ Журнал «Die Technik in der Landwirtschaft», № 1, 1934.

мерным. Юпыты Ленинградской лесотехнической академии Фм. С. М. Кирова с газогенератором «Автодор-1», работавшим на щепе, просеянной через грохот 10 мм × 10 мм (отход мелочи составлял 5—10%), показали, что при такой щепе вдвое реже приходится очищать зольники, чем при совершенно непросеянной щепе.

Если бы применение в транспортных газогенераторах щепы не давало разбираемых ниже отрицательных явлений, то вопрос об употреблении ее в качестве топлива должен был быть решен безоговорочно положительно, тем более что при работе на щепе улучшаются динамические свойства газогенераторных автомашин (испытания в Загорске летом 1936 г. НАТИ совместно с ЦНИИМЭ).

Но щепка дает и ухудшение работы газогенераторов вследствие того, что она: 1) рыхло укладывается в бункере, 2) ведет к засорению зольника и очистителей, 3) дает неустойчивый режим работы газогенератора.

Первый недостаток ведет к тому, что в один и тот же бункер можно насыпать меньше щепы по весу, чем чурок. Поэтому при работе на щепе необходимо чаще загружать бункер. Таким образом радиус действия машины, работающей на щепе, будет меньше, чем при работе ее на чурках.

Коэффициент заполнения бункера для чурок размером 5 см × 5 см × 8 см равен 0,55; для дробленой же щепы, просеянной через грохот 15 мм × 15 мм, этот коэффициент равен 0,44.

Таким образом коэффициент заполнения при применении чурок в 1,25 раза больше, чем при применении щепы. Следовательно частота загрузки бункера при работе на щепе увеличивается не менее чем в отношении 5:4.

Засорение зольника и очистителей при работе на щепе увеличивается во много раз, и их приходится чаще чистить. Большое значение имеет также конструкция колосниковой решетки. Так, по испытаниям ЦНИИМЭ средние величины пробегов автомашин ЗИС-5 с газогенератором Д-10 составляли: при колосниковой решетке с уменьшенными зазорами, на чурках, 115 км, на щепе — 55 км, с увеличенными зазорами, на щепе — 185 км.

По данным НАТИ, для автомашин ГАЗ-АА с газогенератором НАТИ-1 при работе на чурках чистка зольника должна производиться через 1000 км пробега. При работе же на непросеянной щепе уже через 65 км зольник того же газогенератора забивается мелким углем, а на просеянной — через 150 км пробега.

Эти материалы указывают, что для транспортных газогенераторов чурки следует предпочесть щепе. Однако при соблюдении ряда условий возможно получить вполне удовлетворительные результаты на просеянной щепе. В основном эти условия¹ сводятся к следующему (для газогенератора Д-10):

- 1) влажность топлива не должна превышать 16—18%;
- 2) щепу следует пропускать через грохот до полного отсева мелочи и мусора;

3) необходимо обеспечить однородность кусков топлива (щепы) по размеру;

4) на остановках нельзя давать двигателю работать с очень малым числом оборотов;

5) при длительных остановках машины следует останавливать двигатель; при этом необходимо сначала перевести двигатель на бензин и только после работы на бензине в продолжение 5—6 сек. остановить его;

6) при движении машины следует избегать работы двигателя с малым числом оборотов;

7) перед первоначальным пуском генератор следует загрузить до верхнего пояса (на 150—200 мм выше фурм) хорошо прожженным древесным углем;

8) заложенный в генератор уголь следует разжечь докрасна;

9) перед переводом двигателя на газ надо дать 2—3 мин. на разогрев самотягой.

Если же наши газогенераторы частично переконструировать — увеличить объем зольника, переделать колосниковую решетку, увеличить высоту восстановительной зоны и устроить приспособление для правильного схода щепы из бункера, то возможно будет получить на щепе вполне хорошую работу.

Все вышесказанное заставляет предъявить к дровяному газогенераторному топливу следующие требования:

1) влажность газогенераторного топлива нужно держать в пределах от 10 до 18%, для газогенераторов с отбором влаги топлива может быть с влажностью до 23%;

2) в качестве газогенераторного топлива можно применять древесину дуба, бука, березы, лиственницы, ольхи, сосны и других, менее распространенных древесных пород с объемным весом при 15% влажности выше 500 кг/м³;

3) при возможности выбора следует отдать предпочтение твердым лиственным породам;

4) древесина для газогенераторного топлива должна быть здоровой;

5) дровяное топливо может быть разделено на куски разных форм (кубики, чурки, щепка);

6) желательна разделка топлива на кубики или чурки; однако удовлетворительные результаты работы можно получить и на щепе;

7) топливо обязательно должно быть одинаковым по размерам кусков, для чего оно должно сортироваться; особенно это важно для дробленой щепы;

8) необходимо по возможности придерживаться, как показали отдельные испытания, следующих размеров: чурки от 2 см × 2 см × 4 см до 4 см × 4 см × 8 см; кубики от 3 см × 3 см × 3 см до 6 см × 6 см × 6 см, щепка от 1 см × 1,5 см × 2,5 см до 1,5 см × 4,5 см × 7,5 см.

¹ См. «Краткое пособие для шофера по устранению причин засмаливания двигателей газогенераторных автомашин ЗИС-5 ЦНИИМЭ».

Глава II

ВОЗДУШНАЯ СУШКА ДРОВ

Интенсивность воздушной сушки древесины

Влажность свежесрубленной древесины значительно выше того минимального предела влажности, который допустим для газогенераторного топлива. Отсюда следует, что древесина, используемая в качестве топлива для газогенераторов, должна предварительно подвергаться сушке.

Воздушная сушка древесины имеет ряд преимуществ по сравнению с искусственной: она не требует оборудования специальных сушилок и наличия квалифицированных работников для обслуживания сушилки, исключает расход топлива, дает возможность одновременно сушить значительные партии древесины.

Однако воздушная сушка требует значительной затраты времени, как это видно из данных Шевандье (табл. 8), относящихся к однометровым дровам, которые были заготовлены в январе и хранились под навесом.

Таблица 8

Порода	Продолжительность сушки в месяцах			
	6	12	18	24
	абсолютная влажность (в округленных пифрах)			
Береза	31	22	19	20
Дуб	43	33	27	23
Ель	41	20	18	20
Сосна	41	23	19	22
Осина	45	28	19	19
Ольха	28	23	19	20

Как видно из таблицы, для того чтобы дрова достигли воздушно-сухого состояния, потребовался срок в 1,5 года. По истечении этого срока влажность древесины приняла равновесное состояние с окружающим воздухом. Через два года во всех породах кроме дуба наблюдалось некоторое повышение влажности. Оно объясняется тем, что окончание этого срока пришлось на январь, когда держалась низкая температура. Равновесная влажность, соответствующая этой низкой температуре, вследствие гигроскопичности древесины выше равновесной влажности для июля,

на который падает окончание полугодового срока сушки. Табл. 8 показывает также, что из всех пород наиболее медленно сохнет дуб.

Влияние дробности разделки древесины на интенсивность воздушной сушки

По наблюдениям старшего научного сотрудника МНИИЛХ В. К. Иванова после 6-месячной естественной сушки березовые дрова имели абсолютную влажность: колотые 39%, а кругляк 85%. По нашим наблюдениям после 9—10-месячной сушки березовые дрова имели в среднем влажность: кругляк 53%, колотые 29%.

По данным В. К. Иванова, сушка колотых березовых дров протекает так:

Срок сушки в месяцах	1	2	6	10	20
Абсолютная влажность в %	69	49	39	37	22

Интенсивность сушки дров зависит от их расколки. Более дробная расколка при прочих равных условиях способствует наиболее быстрой просушке.

По наблюдениям М. П. Зеленина, для сушки сосновых пиломатериалов разной толщины до влажности в 15—22% в летнее время потребовались следующие сроки:

Толщина пиломатериалов в мм	20	40	60	80
Срок сушки в днях	37	48	59	67

Такое положение верно и для дров, и оно подтверждает необходимость дробной расколки для ускорения сушки. Когда поленья толщиной до 16 см раскалываются на 4 части, а более толстые на 8—10 частей, газогенераторное топливо возможно довести воздушной сушкой в течение одного летнего сезона до воздушно-сухого состояния (18—20% влажности).

Эффективность дробной расколки подтверждается также данными нашего опыта воздушной сушки березовой щепы для газогенераторов.

Взятая для опыта щепка была разложена на сушильные сита, которые были установлены на вагонетках, оставленных под открытым небом на 8 суток. В результате воздушной сушки были получены следующие цифры (табл. 9, стр. 16).

Приведенные в таблице цифры позволяют сделать следующие выводы.

1. В летнее время в период жаркой сухой погоды щепка для газогенераторов в короткий срок (8 суток) воздушной сушкой может быть высушена до влажности в среднем 11%.

2. Начальная влажность древесины на конечный результат сушки заметного влияния не оказывает; это видно из того, что независимо от первоначальной влажности у большинства проб после 8-суточной воздушной сушки влажность различалась незначительно.

Таблица 9

№ проб	Влажность в %		№ проб	Влажность в %	
	начальная	после 8 суток воздушной сушки		начальная	после 8 суток воздушной сушки
1	25,9	8,8	17	16,5	12,0
2	51,8	29,2	18	78,0	12,5
3	23,8	8,2	19	23,4	8,2
4	49,1	11,3	20	48,8	8,9
5	78,3	17,0	21	39,1	10,0
6	20,4	11,3	22	24,0	6,1
7	33,5	11,3	23	63,1	11,0
8	40,0	12,5	24	58,0	10,5
9	52,3	12,0	25	33,3	8,3
10	21,3	9,2	26	80,0	8,6
11	31,7	7,9	27	58,0	8,0
12	53,4	8,7	28	31,4	10,0
13	43,1	12,3	29	58,2	10,6
14	37,4	11,0	30	35,7	11,0
15	27,5	11,1			
16	34,5	13,5	Средняя	42,8	11,0

Данные этого опыта как будто исключают необходимость дополнительной камерной сушки. Однако на основании результатов этого опыта все же нельзя отказаться от применения сушилок в летнее время, так как изменение погоды может резко повлиять на эффективность воздушной сушки. Поэтому правильным решением вопроса для летних условий является сочетание воздушной и искусственной сушки.

Помимо расколки на ход естественной сушки дров оказывают влияние и такие факторы, как условия хранения, наличие на дровах коры, характер транспорта и т. д.

Опыты, поставленные нами в Загорском леспромхозе, показали, что нижняя часть поленицы просыхает значительно медленнее, чем верхняя. Расположение поленицы на складе также сказывается на сушке: лучше просыхают поленицы, находящиеся на высоком месте и хорошо продуваемые воздухом.

Чтобы ускорить процесс сушки дров, казалось бы необходимо их заготавливать более короткими поленьями, так как единица поверхности торца испаряет на 70% влаги больше, нежели боковая поверхность. Такой ход сушки объясняется тем, что влага, имеющаяся в клетках, легче всего удаляется по тому естественному направлению, по которому она двигалась при росте дерева. У коротких поленьев площадь торцов составляет больший процент от всей площади поверхности поленьев, и следовательно короткие поленья должны сохнуть лучше длинных.

Однако на практике это теоретическое заключение о ходе сушки не всегда подтверждается. Так, проф. Кирш на основе практических данных пришел к заключению, что длина поленьев на ускорение сушки заметного влияния не оказывает.

Чтобы судить о влиянии длины поленьев на ход сушки, нами была определена влажность древесины на середине и в концах однометровых поленьев. В итоге оказалось, что средняя влажность, установленная по 20 пробам, в концах однометровых поленьев равняется 41,7%, а в середине этих поленьев — 45,6%.

Влияние окорки на интенсивность воздушной сушки

На ход естественной сушки большое влияние оказывает кора. О ее влиянии на интенсивность сушки можно судить по следующим данным проф. Кирша:

Число дней сушки	1	2	4
Потеря влажности окоренными поленьями в %	34	38	40
неокоренными поленьями в %	0,4	0,8	1,0

Влияние на ход сушки коры и условий хранения (характера кладки) наиболее полно может быть иллюстрировано данными А. А. Чевадаева (табл. 10).

Таблица 10

Время заготовки	Окорка	Влажность в процентах						Древесная порода
		начальная	через 1 мес.	через 2 мес.	через 3 мес.	через 4 мес.	через 5 мес.	
13/VI	Сплошная	74	—	29	—	—	25	С
8-9/VI	Полупробковая	78	—	—	—	—	25	С
8/VI	Пробковая	69	—	—	31	—	25	С
6/VIII	Сплошная	56	40	29	—	25	—	С
6/VIII	Пробковая	69	49	—	33	—	—	С
6/VI	Сплошная	79	—	—	27	26	—	Е
8/VI	Полупробковая	80	—	—	—	24	24	Е
6-8/VII	Пробковая	87	20	29	—	27	—	Е
6/VIII	Сплошная	61	36	—	28	—	—	Е
6/VIII	Пробковая	64	37	33	29	—	—	Е
6/VIII	Неокоренные	62	—	45	—	—	—	Е
27/VI	Пробковая	77	через 0,5 мес. 50	43	38	—	—	Е
27/VI	Пятнами	87	50	38	35	—	—	Б

Эти наблюдения проводились над бревнами, которые были уложены в так называемые сушильные штабеля, имеющие прокладки между рядами. При сплошной окорке кора удалялась полностью за исключением концов бревен, на которых оставались кольца коры, или манжеты.

Пробковой названа такая окорка, при которой снимается верхний, пробковый, слой коры, а нижний, дубяной, остается на бревнах.

При полупробковой окорке верхний слой коры снимается не полностью, а лишь частично.

Окорка пятнами заключается в том, что на окоряемом бревне снимается кора не на всей его поверхности, а лишь на части, составляющей около 15% боковой поверхности.

Из табл. 10 видно, что после окорки наиболее интенсивно просыхает хвойная древесина. Еловые бревна при летней сушке в течение 1 мес. потеряли более половины начальной влажности. В последующие месяцы сушка резко замедляется: через 2 мес. сушки хвойная древесина имела влажность в среднем 30%, через 3 мес. — также 30%, через 4 мес. — 25,5% и через 5 мес. — 24,7%.

Сушка березовых кражей идет медленнее сушки хвойной древесины. Однако в первые две недели сушки березовые кражи все же теряют 40% своей влажности. Через 2 мес. березовая древесина теряет половину своей влажности и через 3 мес. — 55%.

Способ окорки на ход естественной сушки существенного влияния не оказывает: сплошная и пробковая окорка дали примерно одинаковые результаты.

Сушка неокоренных еловых бревен, выложенных в сушильные штабели, по данным Чевадаева, значительно отстает от сушки окоренных. За 2 мес. сушки неокоренные бревна потеряли 27% первоначальной влажности, а окоренные — 58%.

На основании анализа данных Чевадаева можно сделать следующие выводы.

1. Для ускорения сушки круглых лесоматериалов (бревен и дров) окорка является эффективным средством, позволяющим влажность хвойной древесины довести до 30% (в летних условиях) в течение 1—2 месяцев.

2. Частичная окорка березовой древесины дает несколько худшие результаты. Однако при сушке в течение трех летних месяцев окоренной березовой древесины ее влажность может быть доведена до 36%.

3. Такие результаты сушки окоренной древесины могут быть достигнуты при условии укладки отдельных отрезков в сушильные штабели с прокладками между рядами. Этот опыт должен быть использован при заготовке газогенераторного топлива. В тех случаях, когда по местным условиям нельзя заготовить дрова для газогенераторов за 1,5 года до их употребления, следует для ускорения естественной сушки применять окорку и укладку древесины в сушильные штабели. Для проведения таких заготовок можно наметить следующий порядок.

1. Дрова должны быть заготовлены в весенний период (апрель-май).

2. Для уменьшения расходов по вывозке заготовленные дрова целесообразно оставить на лесосеке до конца летнего сезона.

3. Одновременно с заготовкой необходимо произвести частичную или полную окорку дров.

4. Окоренные дрова должны быть сложены на возможно более высоком и доступном для солнца и ветра месте.

5. Дрова следует уложить в сушильные штабели, имеющие прокладки между рядами.

6. Дрова могут быть заготовлены длинником, так как опыты Чевадаева показали, что при окорке длина существенного влияния на ход сушки не оказывает.

Намеченный порядок заготовки позволяет в течение одного

летнего сезона (4—5 мес.) довести влажность дров до 25%. Стремиться к более низкой влажности нет оснований, так как к указанной величине в осеннее и зимнее время приближается равновесная влажность. Иначе говоря, если бы мы высушили древесину до более низкого предела, то с наступлением осеннего и зимнего времени, т. е. более низкой температуры и более высокой относительной влажности воздуха, высушенная древесина в силу гигроскопичности все равно увеличит свою влажность за счет влаги воздуха.

В экономическом отношении намеченный порядок заготовки газогенераторного топлива также себя вполне оправдывает. Древесина, высушенная воздушной сушкой до 25% влажности, после разделки на газогенераторную щепу и чурки потребует незначительной искусственной досушки в сушилке. Расходы по окорке будут значительно меньше экономии на ускоренной искусственной сушке, требующей меньше дров для отопления сушилки и наряду с этим увеличивающей ее производительность.

Окорка будет сопровождаться потерей коры, составляющей при частичной окорке не более 10%. Однако этот отход не должен служить препятствием для намеченного порядка заготовки газогенераторного топлива, так как опыт показывает, что кора, особенно березовая, в газогенераторном топливе играет отрицательную роль: она содержит большой процент смолы, что вызывает усиленное засмаливание газогенератора.

Наконец ход сушки и величина влажности дров зависят от вида транспорта дров. К месту потребления дрова могут доставляться сухим путем и сплавом. Сплавные дрова по сравнению с горными (т. е. доставленными по суше) имеют повышенную влажность, и для их просушки требуется большее время. Так например, по исследованиям В. К. Иванова, оптимальным сроком для просушки сплавных дров, пробывших в воде 1,5 мес., следует считать 12 мес., а для горных — 10 месяцев.

Помимо рассмотренных факторов на интенсивность сушки древесины влияет плотность укладки полениц. Чем плотнее уложены поленицы, тем, при прочих равных условиях, медленнее идет сушка.

Эта зависимость подтверждается цифрами из практики сушки пиломатериалов. По данным Фалейки (США), при разной ширине промежутков между отдельными досками для достижения воздушно-сухого состояния требуется:

При ширине промежутков между досками в см	10	7,5	5
коэффициенте заполнения ряда при средней ширине досок в 18 см	0,65	0,71	0,78
Время достижения воздушно-сухого состояния (в сутках)	15	18	25

Эти цифры свидетельствуют о том, что срок воздушной сушки может быть значительно сокращен при хранении высушиваемой древесины в штабелях, имеющих меньшую полнотелость. Наименьшей плотности укладки дровяных полениц можно достичь укладкой поленьев в клетки.

Согласно ОСТ 6672/51 средний коэффициент полндревесности дровяных поленьев равняется 0,7.

По ОСТ 6671/50 при исчислении кубатуры клеток при длине их в 1 м необходимо сделать скидку с длины в 0,2 м. Соответственно этим цифрам коэффициент полндревесности для клеток равняется: $0,7 \times 0,8 = 0,56$, т. е. он оказывается на 20% ниже коэффициента полндревесности обычной кладки.

В связи с уменьшением полндревесности клеток для хранения дров потребуется увеличение площади складов на 20%.

На ход сушки оказывает влияние высота поленьев. С увеличением ее ухудшается сушка нижней части поленьев. Для лесных складов наиболее приемлема высота в 2 м. При этой высоте и наличии разрывов между каждой парой поленьев на 1 м² площади склада брутто можно уложить 1 м³ дров.

Для дровяных складов следует выбирать высокие места с песчаным грунтом и естественным стоком вод. Поленья должны укладываться на толстых прокладках. После каждых двух смежных поленьев должен оставаться интервал шириной не менее 1 м. В зимнее время дровяные склады следует очищать от щепы и мусора, а в летнее кроме того скашивать траву.

Соответственно изложенным выше требованиям, предъявляемым к газогенераторному топливу, представилось возможным составить технические условия на дрова для газогенераторного топлива.

Технические условия на дрова для газогенераторного топлива

А. Определение

Дрова для газогенераторного топлива представляют собой очищенные от сучьев древесные отрезки толщиной в тонком конце не менее 4 см, предназначенные для разделки на щепу и чурки.

Б. Классификация

1. По древесным породам дрова для газогенераторного топлива делятся на грабовые, дубовые, ясеневые, кленовые, буковые, вязовые, ильмовые, березовые, лиственничные, ольховые, сосновые и еловые.

2. В зависимости от теплотворной способности древесины дрова для газогенераторного топлива разделяются на три группы. Теплотворная способность дров первой группы на 20% выше теплотворной способности дров второй группы, а теплотворная способность дров третьей группы на 20% ниже второй группы.

К первой группе теплотворной способности относятся дрова, заготовленные из граба, дуба, ясеня, клена, бука, вяза и ильма; ко второй — заготовленные из березы и лиственницы, к третьей — заготовленные из ольхи, сосны и ели.

Заготовка дров третьей группы допускается лишь в тех районах, где отсутствует древесина первых двух групп.

В. Технические условия

1. Размеры. Дрова для газогенераторного топлива заготавливаются коротыем и длинником; для коротыя устанавливаются длины 0,5 и 1 м. Дрова-длинник могут иметь длину от 2 до 9 м с градацией через 0,5 м. Толщина поленьев от 4 см и более.

2. Качество. Дрова для газогенераторного топлива заготавливаются из растущих, сухостойных, буреломных, ветровальных и поврежденных пожаром и насекомыми деревьев. Для заготовки дров для газогенераторного топлива могут быть использованы как стволовая древесина, так и древесина толстых сучьев.

В дровах для газогенераторного топлива допускаются все пороки древесины за исключением мягкой гнили (поленья с выколотой гнилью допускаются). Ложное ядро, красина и прочие цветные окраски древесины допускаются без ограничения.

3. Обработка. Все дровяные отрезки должны быть очищены от сучьев в уровень с боковой поверхностью. Концы отрезков должны быть опилены пилой; косорубы в концах поленьев допускаются не более чем у 15% всех поленьев.

Дрова-коротыя толщиной от 4 до 8 см оставляются кругляком, но с обязательной полной или частичной окоркой в виде пролысок в количестве не менее 3 шт. Все поленья толщиной от 8 см и более должны быть расколоты.

Поленья толщиной от 8 до 14 см подлежат расколке на 2 части. Поленья от 14 до 20 см раскалываются на 4 части. Поленья толщиной свыше 20 см раскалываются на 6—8 и более частей с таким расчетом, чтобы средняя толщина таких частей не превышала 10 см.

Дрова, заготавливаемые длинником и доставляемые к месту потребления сухопутным транспортом, должны быть окоренными. Окорка допускается сплошная, пробковая и частичная в виде пролысок и пятен.

Дрова-коротыя укладываются в поленья прямоугольной формы высотой 1 и 2 м и шириной, равной одинарной или двойной длине поленьев. Поленья укладываются на продольных слегах-прокладках.

В тех случаях, когда в период с апреля по октябрь дрова остаются в поленьях на срок более 1 мес., они должны укладываться в клетки.

При укладке сырых дров в лесу или на складах должна применяться надбавка на усушку в 4% высоты поленьев. При укладке сухих дров никакой надбавки на усушку не делается.

На дровяных складах между каждыми двумя поленьями оставляются продольные проходы шириной не менее 1 м.

Дрова-длинник укладываются в сушильные штабелы, имеющие прокладки под штабелем и между отдельными рядами длинника.

Место для укладки дров должно выбираться высокое, открытое для солнца и воздуха.

Г. Правила приемки

Количество дров определяется объемным содержанием дюленницы или по весу.

Объемной единицей измерения служит складочный кубический метр (1 м × 1 м × 1 м), а весовой единицей — 1 т (1000 кг).

Для перевода объема дров, исчисленного в складочной мере, в плотную меру (фестметры) надлежит пользоваться ОСТ 6672/51.

При исчислении кубатуры клеток коэффициенты полнодревесности, предусматриваемые ОСТ 6672/51, уменьшаются на 20%.

При приемке дров-длинника производится обмер каждого отреза в верхнем торце по среднему диаметру (полусумма наибольшего и наименьшего диаметров) в четных сантиметрах, причем доли менее одного нечетного сантиметра в расчет не принимаются, а доли, равные нечетному сантиметру и более, считаются за ближайший высший четный размер.

Измерение толщины дров-длинника производится мерной скобой или метром.

Отрезы, имеющие в верхнем отрубе сучки или утолщения, измеряются несколько отступая от комлюют места утолщения, причем измерение толщины таких отрезков производится мерной вилкой. Объем длинника учитывается в плотных кубических метрах по ОСТ 4552.

При исчислении кубатуры доли в длине отрезков менее 0,5 м в расчет не принимаются.

К приемке автотракторными газогенераторными базами допускаются дрова, пролежавшие после заготовки в поленницах или сушильных штабелях на сухом открытом месте не менее 6 мес., в том числе не менее 2 мес. периода апрель — июль.

Глава III

ЗАГОТОВКА ГАЗОГЕНЕРАТОРНОГО ДРЕВЕСНОГО ТОПЛИВА

Машины для заготовки газогенераторного топлива

Для заготовки чурок для газогенераторов обычно пользуются балансирной пилой и ручным колуном.

Балансирная пила распиливает длинник на кружки, а кружки в свою очередь раскалывают колуном на чурки.

На некоторых базах и те и другие операции производятся вручную.

Механизация распиловки и расколки длинника на чурки, но без взаимной увязки этих процессов, имеется на Матросском механизированном лесопункте Кареллеса; на этом пункте распиловка длинника на кружки производится балансирной пилой, а расколка на специальном станке.

Станок (рис. 1), сконструированный рабочими Матросского лесопункта тт. Нури, Тууса и Кори, представляет собой передвижной вертикальный колуно.

Все детали станка смонтированы на деревянных санях, состоящих из двух полозьев длиной 2,15 м, которые скреплены между собой четырьмя поперечными брусками. В средней части полозьев врублены 4 стойки высотой около 0,4 м, на которых поконится деревянная рама длиной 1,7 м, служащая основанием для ленточного транспортера. Этот транспортер имеет ленту шириной 220 мм и расположен в поперечном направлении по отношению к продольной оси саней. По концам деревянной рамы установлены подшипники, в которых вращаются на осях два деревянных барабана ленточного транспортера.

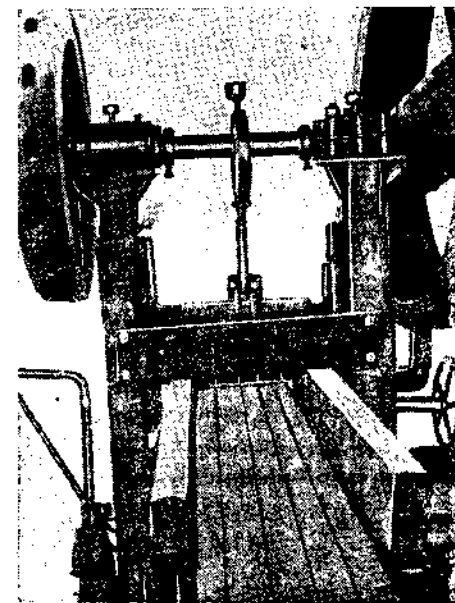


Рис. 1. Колуно конструкции тт. Нури, Тууса и Кори

На двух средних поперечных брусках сани, на расстоянии 0,51 м друг от друга, расположены две вертикальные стойки высотой 1,23 м. Верхние концы стоек поддерживают подшипники рабочего вала станка. Для предупреждения расшатывания эти стойки имеют железные раскосы, нижние концы которых укреплены на раме транспортера.

Рабочий вал, лежащий в подшипниках на высоте 1,41 м, имеет с одного конца маховик, а с другого шкив. Длина рабочего вала около 1,5 м. В средней части вала расположен эксцентрик со штоком, на конце которого шарнирно укреплен металлическая рама, движущаяся в вертикальных направляющих. К раме крепится болтами нож, имеющий одно общее лезвие и четыре боковых. Лезвия ножей стальные с двусторонней заточкой.

Со стороны маховика расположен качающийся рычаг. Его верхний конец вращается на пальце кривошипа, а нижний посредством храпового пальца приводит в движение храповое колесо, посаженное на одной оси с барабаном транспортера. При вращении рабочего вала за каждый его оборот палец рычага делает один шаг. Вследствие этого храповое колесо, а вместе с ним и барабан транспортера, делает некоторую часть оборота и передвигает ленту. Вращение рабочего вала создает прерывное движение ленты транспортера. В промежутке между верхней и нижней ветвями ленты транспортера к раме последнего укреплен деревянный брус, служащий подушкой при расколке чурок колуном.

Все движущиеся части станка смазываются масленками Штауфера. Транспортер и храповой механизм имеют натяжное и регулировочное устройство.

Подготовленные для расколки кружки высотой около 70 мм вручную подаются на ленточный транспортер, который их двигает под ножи колуна. Колун, совершая прямолинейное возвратно-поступательное движение, раскалывает кружки на отдельные чурки-поленьца. Транспортер относит эти чурки в сторону и сыплет в ящики или вагонетку для отвозки на склад.

Ход ножей колуна около 95 мм; при ударе ножи не достигают ленты транспортера.

Станок приводится в движение от трактора «фордзон-путцовец», шкив трактора имеет диаметр 240 мм и делает 1000 об/мин.; шкив колуна — диаметр 940 мм и около 250 об/мин. Нож колуна также дает 250 ударов в минуту.

Производительность колуна 35—40 кл. м³ за 8-часовую смену. Он обслуживается бригадой, состоящей из четырех человек: тракториста, одного рабочего, подающего древесину на транспортер, и двух свальщиков.

Станок предназначен для колки готовых, отпиленных ранее круглой пилой кружков, т. е. он механизмирует только последний процесс заготовки топлива, но не производит разделки леса на кружки и передачи их к колуно.

Так как при распиловке на кружки балансирующая пила дает более 12 кл. м³ в смену, то для полной нагрузки колуна необходима работа трех балансирующих пил со штатом не менее 18 чел.

Если при этом учесть, что у колуна занято еще 4 чел., то производительность на 1 чел. по разделке длинника на чурки составит всего около 2 кл. м³, что безусловно мало и не дает больших преимуществ перед ручной заготовкой.

При характеристике газогенераторного топлива указывалось, что чурки и кубики не являются единственным видом топлива для транспортных газогенераторов и могут быть без особого ущерба для работы газогенераторов заменены щепой.

Для получения дров-щепы в СССР применяются разнообразные механизмы, но не каждый из них может быть использован для заготовки щепы для транспортных газогенераторов.

Как следует из характеристики дровяного газогенераторного топлива, механизм для размельчения древесины должен удовлетворять следующим условиям:

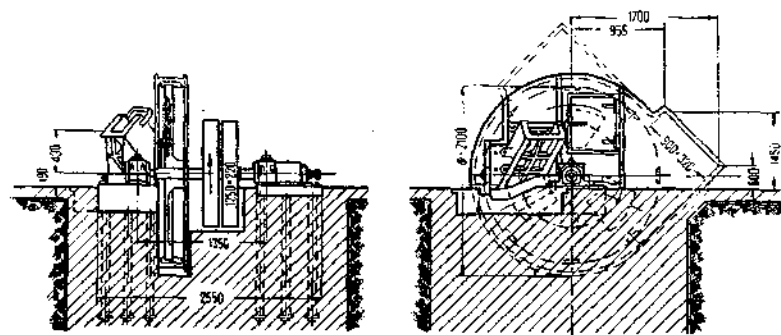


Рис. 2. Дисковая рубильная машина

1) давать мелочь по возможности одинакового размера — от 1 см × 2,5 см до 1,5 см × 7,5 см;

2) быть производительным, простым по конструкции, удобным и малотрудоемким в эксплуатации;

3) быть приспособленным для приведения в движение от любого двигателя: электромотора, нефтяного или трактора.

Для первичного измельчения древесины (дров, отходов лесопиления, в целлюлозно-бумажном производстве, производстве древесноволокнистых строительных материалов и др.) применяют машины двух типов: рубильные и дробильные.

Рубильные машины изготовляются двух видов: дисковые и барабанные.

Рабочей частью дисковых рубильных машин (рис. 2) является закрепленный на горизонтальном валу диск со стальными ножами. Диск закрыт глухим кожухом. Подлежащий измельчению материал загружается в машину через воронку (патрон), расположенную под углом 45° к диску. Заложённый в патрон кусок древесины опирается концом о диск и при вращении последнего изрубается в кружки ножами, выступающими над поверхностью диска.

Кружки проваливаются через зазор на обратную сторону диска и имеющимися на диске приливами разбиваются в щепу.

Производство машин этого типа освоено в СССР. Они изготовляются различной мощности и производительности и характеризуются следующими данными:

- 1) диаметр рубильного диска от 1000 до 3000 мм;
- 2) число оборотов диска от 100 до 250 в минуту;
- 3) потребная мощность от 7 до 30 л. с.;
- 4) производительность от 3 до 20 скл. м³ в час;
- 5) характер получаемого материала — грубая стружка длиной 25—40 мм; регулировка размера стружки ограничена и определяется возможным выпуском ножей;

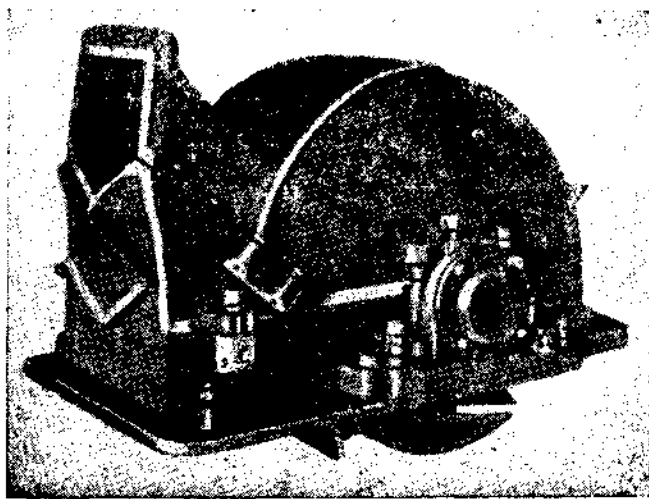


Рис. 3. Барабанная рубильная машина

- 6) условия эксплуатации: стационарная установка, смена ножей через 2—3 часа работы.

Барабанные рубильные машины (рис. 3) или ножевые дробилки применяются для измельчения отходов лесопильного производства — горбылей, реек, а более мощные модели — для измельчения дров и приготовления щепы для стационарных газогенераторных установок.

Рабочей частью этих машин является барабан, имеющий чаще всего вид двух усеченных конусов, соединенных меньшими основаниями (например Машиненверке, Кархула, Лейн), или вид цилиндра-фрезы (например Болиндера). На барабане, по его образующей, укреплены режущие ножи. К нижней части загрузочной воронки кожуха укреплен один (а иногда и два) подкладной нож, служащий опорой при измельчении кусков дерева режущими ножами.

Барабан закрыт прочным чугунным кожухом, через воронку которого, расположенную под углом 45°, подаются куски древесины к ножам барабана. При вращении барабана с ножами древесина размельчается и удаляется через отводной рукав кожуха, устроенный в низу барабана. Дробилки этого типа различной мощности изготовляются за границей и в СССР на заводе «Пролетарская свобода» треста Союзлесбулмашина (г. Ярославль). Характеристика машин этого типа следующая:

- 1) число оборотов ножевого барабана от 600 до 1000 в минуту;
- 2) число ножей от 4 до 12;

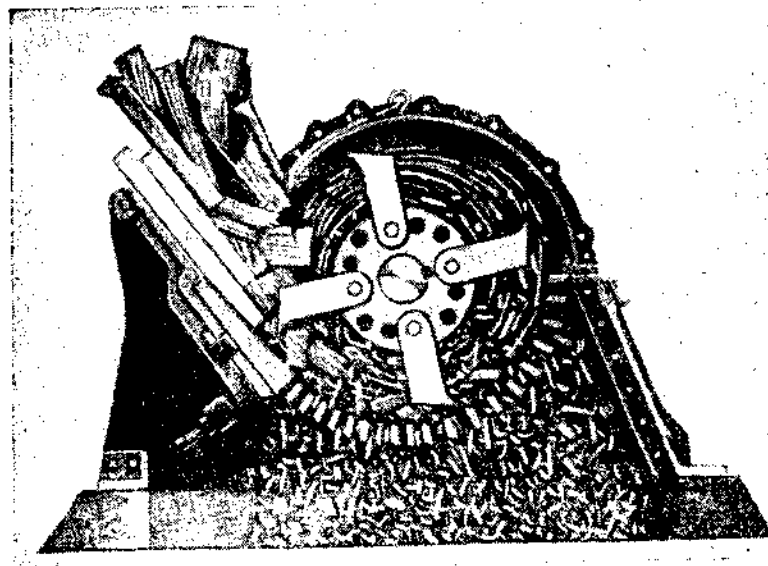


Рис. 4. Дробильная кулачковая машина

- 3) потребная мощность от 10 до 150 л. с.;
- 4) производительность от 10 до 200 скл. м³ в час;
- 5) характер получаемого материала — щепа неправильной формы размером 25—40 мм (Машиненверке, Лейн, Кархула) и 60—70 мм (Болиндер); регулировка размера щепы ограничена, так как зависит от числа ножей, формы барабана и числа оборотов;
- 6) условия эксплуатации — стационарная установка, смена ножей через 2—8 час. работы.

Основная деталь дробильных машин — рабочий вал, на котором закреплен ряд стальных дисков с шарнирно укрепленными между ними молотками. Вал закрыт чугунным кожухом, имеющим загрузочную воронку, наклоненную под углом 60—80° к вертикали (рис. 4).

При вращении вала древесина разбивается на части молотками, а также от ударов о колющую решетку, упорный порог кожуха.

Снизу, на некотором расстоянии от линии вращения молотков, установлена решетка; изменяя в ней величину отверстий, можно регулировать размер щепы. Для грубого измельчения применяется решетка в виде колосников с широкими щелями, а для тонкого — решетки с отверстиями различного диаметра. Степень измельчения зависит от количества молотков по периферии дисков и числа оборотов машины.

Характерными для машин этого типа являются дробилки фирм Вильямс, Джеффри. Дробилки строятся различной мощности и характеризуются следующими данными:

- 1) число молотков от 28 до 60;
- 2) число оборотов от 1 000 до 2 500 в минуту;
- 3) потребная мощность от 15 до 240 л. с.; для дробления крупных кусков древесины (поленьев) необходимы дробилки мощностью не менее 40–50 л. с.;
- 4) производительность от 5 до 100 кл. м³ в час;
- 5) характер получаемого материала — мелкая волокнистая щепа (размеры щепы можно регулировать в широких пределах путем установки соответственных решеток);
- 6) условия эксплуатации благоприятные — отсутствие точки молотков, малая чувствительность к случайно попадающему в дробилку металлу.

В СССР изготавливаются дробилки нескольких моделей средней мощности от 25 до 60 л. с. Они применяются в дубильном производстве, производстве изоляционных плит и т. п.

Описанные машины дают возможность получить щепу, отвечающую всем требованиям, которые предъявляются к ней как к топливу для тракторных и автомобильных газогенераторов.

Для получения этой щепы наиболее пригодна барабанная рубильная машина, как не требующая больших мощностей.

Из машин этого типа наиболее подходящей следует признать рубильную машину № 8 (ножевую дробилку), изготавливаемую заводом «Пролетарская свобода»; она дает более крупную щепу.

Конструкция дробилки № 8

Дробилка № 8 завода «Пролетарская свобода» (г. Ярославль) (рис. 5) состоит из трех основных частей: плиты (основания), рабочего вала с ножевым барабаном и кожуха.

Плита (основание) чугунная, сделана в виде рамы I размером 1 270 мм × 730 мм.

В передней части рамы (под загрузочным желобом) сделан прилив лоткообразной формы, на плоскостях которого укрепляются неподвижные ножи (рис. 6, стр. 31). Каждый из неподвижных ножей укрепляется при помощи двух шпилек диаметром $\frac{1}{8}$ ".

Одни концы шпилек ввернуты в тело прилива, перпендикулярно плоскостям, а на другие концы накручиваются гайки, прижимающие ножи к плоскостям прилива. Каждый нож имеет длину 320 мм, ширину 190 мм, толщину 20 мм, угол заострения 55–60°.

В плите (основании) имеются 14 отверстий, из которых 6 слу-

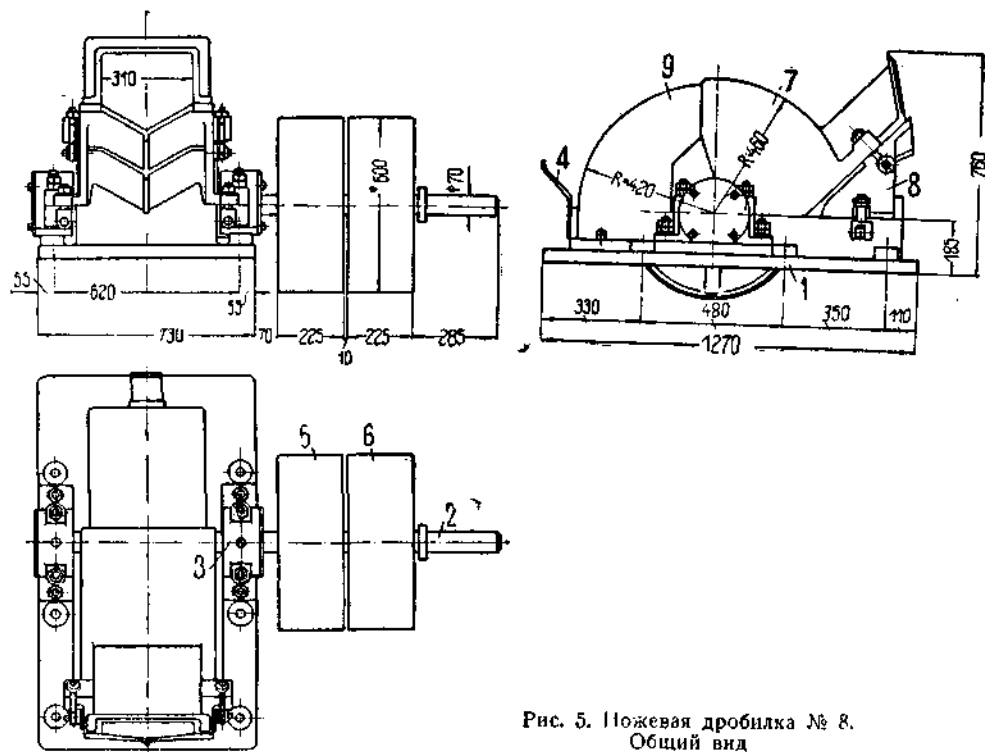


Рис. 5. Пожевая дробилка № 8.
Общий вид

жат для фундаментных болтов, 4 в задней части рамы — для болтов, прикрепляющих одну из деталей кожуха к плите, и 4 — для болтов, прикрепляющих к плите подшипники главного вала.

Рабочий вал 2 (рис. 5) с ножевым барабаном вращается в двух шариковых подшипниках 3, укрепленных на плите, каждый двумя болтами диаметром 1". Диаметр вала в середине 110 мм, диаметр цапф 95 мм, диаметр вала в месте посадки шкивов 70 мм.

На рабочем валу между подшипниками сидит ножевой чугунный фасонный барабан (на чертеже не виден). В теле барабана укреплены пять ножей (рис. 7), имеющие длину 175 мм, ширину 320 мм, толщину 15 мм и угол заострения 30—35°. Ножи прикрепляются, как показано на рис. 8.

При помощи трех фасонных болтов (рис. 9) диаметром $\frac{7}{8}$ " каждый из ножей подтягивается к верхней плоскости одной из выемок барабана, имеющей вид раскрытой челюсти.

Для более прочного и надежного закрепления на барабане каждый из них дополнительно зажимается между имеющимися на барабане челюстями при помощи специальных клиновых зажимов (рис. 10).

Верхняя плоскость клинового зажима прижимает нож к верхней плоскости челюсти снизу, нижняя плоскость зажима упирается в нижнюю плоскость челюсти. Клиновый зажим подтягивается при помощи болтов $\frac{7}{8}$ ", жестко соединенных с зажимом.

На рабочем валу, за правым подшипником (см. рис. 5 на стр. 29), считая от загрузочного жолоба, посажены рабочий (5) и холостой (6) приводные шкивы. Рабочий шкив сидит на валу на шпелке, холостой — на шариковых подшипниках. Рабочий и холостой шкивы имеют диаметр 660 мм и ширину 225 мм.

Кожух, закрывающий ножевой барабан и неподвижные ножи, состоит из трех частей: передней и задней неподвижных и средней откидной. Передняя часть (8) кожуха, считая от места подачи дров в дробилку, закрывает неподвижные ножи. Она прикрепляется к плите двумя шарнирными откидными болтами диаметром 1". Середина плиты, находящаяся непосредственно под ножами, имеет вид поставленного под углом лотка и служит основанием загрузочного жолоба дробилки. Задняя часть кожуха 9, закрывающая примерно половину ножевого барабана, прикреплена к раме четырьмя болтами диаметром $\frac{5}{8}$ ".

Средняя откидная часть кожуха 7 закрывает вторую половину ножевого барабана и впереди имеет выступающий перевернутый жолоб, образующий верхнюю часть загрузочного жолоба.

Откидная часть кожуха соединяется с передней его частью двумя шарнирными откидными болтами 1", оси которых укреплены в неподвижной части кожуха. В откинутом положении средняя часть кожуха удерживается подставкой 4, сделанной из полового железа 8 мм $\times$ 100 мм и прикрепленной к задней части кожуха тремя болтами $\frac{1}{2}$ ".

Описанная дробилка (рис. 11) была установлена на автобазе Загорского леспромхоза.

Дробилка монтирована на прочном деревянном фундаменте, врытом в землю и выступающем над уровнем пола навеса дробилки на 1,1 м. На этом уровне сделана площадка, делающая удобной подачу дров в дробилку. К загрузочному жолобу чугунной станины дробилки для безопасности загрузки проведен деревянный жолоб.

Дробилка приводится в движение от двигателя «Красный прогресс» мощностью 18 л. с. Для пуска и остановки ее сделана

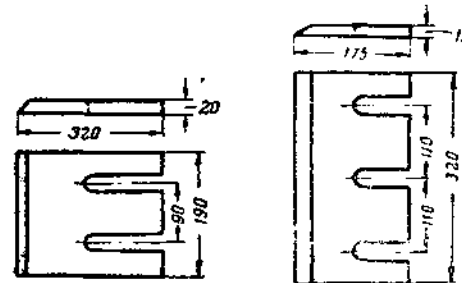


Рис. 6. Неподвижный нож

Рис. 7. Подвижный нож

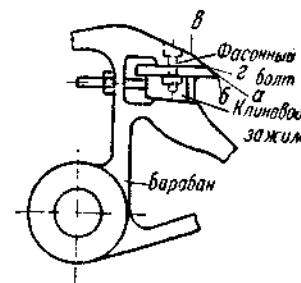


Рис. 8. Укрепление ножей в теле барабана

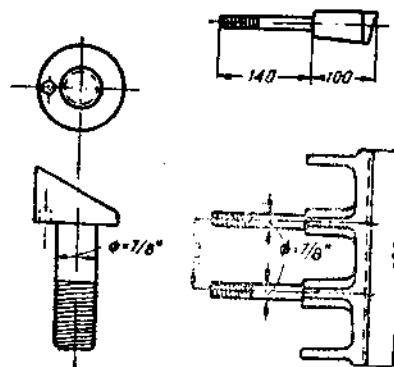


Рис. 9. Фасонный болт

Рис. 10. Клиновый зажим

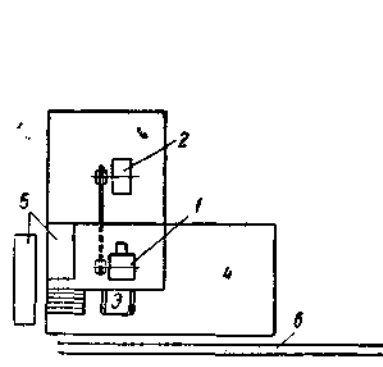


Рис. 11. Схема установки дробилки № 8 на автобазе Загорского ЛПХ.

переводка для ремня, рычаг управления которой находится около дробилки. Над дробилкой и площадкой для щепы устроен открытый, а над двигателем — закрытый навес.

На Загорской базе в дробилку пускались однометровые березовые дрова влажностью 50—60%. Они заготавливались согласно ОСТ 6671/50 и подвозились к дробилке на автомобилях. У дробилки дрова раскалывались вручную на полена толщиной примерно 8—8,5 см. Как показала практика, дрова толще 12—15 см не следует пускать в дробилку при двигателе 18 л. с., так как для таких дров двигатель недостаточно мощен и «садится».

Дрова пропускались в дробилку по одному полону; дробление каждого длилось 1,5–2 сек. Дробилка делала около 300 об/мин., ножи были достаточно хорошо отточены и выпущены: подвижные — на 30 мм и неподвижные — на 15 мм. Зазор между ножами был 0,25–0,5 мм.

При ручной подаче дров производительность дробилки составляла 6,6 скл. м³ в час. В плотных кубометрах это составит (при коэффициенте полндревесности для мелко расколотых дров 0,63) $6,6 \times 0,63 = 4,15$ пл. м³. В штуках часовая производительность составляет 900 поленьев.

Производительность дробилки может быть безусловно повышена за счет увеличения коэффициента загрузки, т. е. сокращения интервала между подачей в дробилку отдельных поленьев (с 2–2,5 сек. до 1,5–2 сек.), и за счет увеличения мощности двигателя, что позволит пускать дрова большей толщины (до 15–20 см).

В результате дробления дров получается щепа, куски которой имеют разные размеры: от 5–10 мм до 80–100 мм, в среднем 50–60 мм. Для определения коэффициента полндревесности щепы было сделано следующее: было аккуратно выложено и измерено около 1 м³ нерасколотых дров; затем они были расколоты и опять выложены и измерены; наконец расколотые дрова были пропущены через дробилку и полученная щепа опять измерена. При этих замерах нерасколотых дров оказалось 1,092 скл. м³, расколотых — 1,217 скл. м³, щепы 1,73 скл. м³ насыпью. При переводе в плотную массу получается: $1,092 \times 0,72 = 0,785$ пл. м³; $1,217 \times 0,63 = 0,765$ пл. м³, или в среднем 0,775 пл. м³.

Коэффициент полндревесности щепы $0,775 : 1,730 = 0,447$. При повторных замерах коэффициент полндревесности щепы оказался равным 0,440.

Для того чтобы в газогенераторы попадала более однородная по размерам щепа и чтобы мелкая щепа, труха и пыль не засоряли газогенераторные установки, получаемая из дробилки щепа просеивалась через металлическую решетку с размерами ячеек 15 мм × 15 мм. В результате отсева мелкой щепы, трухи и пыли (рис. 12) получалась чистая щепа, сравнительно ровная по размерам (рис. 13) и, как показали опыты, вполне пригодная для газогенераторов.

Для определения процента отходов негодной щепы при просеивании были произведены замеры: в вагонетки сушилки было загружено 66 сит, в которых в среднем было 5,5 м³ насыпью. При загрузке сит был получен отсев мелкой щепы, трухи и пыли 0,68 м³ насыпью; следовательно процент отсева получился равным: $(0,68 : 5,50) \times 100 = 12,3$. Вторичная проверка отхода показала 12,8%.

Результаты опытной работы дробилки на автобазе Загорского леспромхоза показали полную пригодность дробилки для изготовления щепы — топлива для транспортных газогенераторов.

При установке, работе и уходе за описываемой дробилкой необходимо придерживаться следующих правил.



Рис. 12. Отсеянная мелкая щепа, труха и пыль

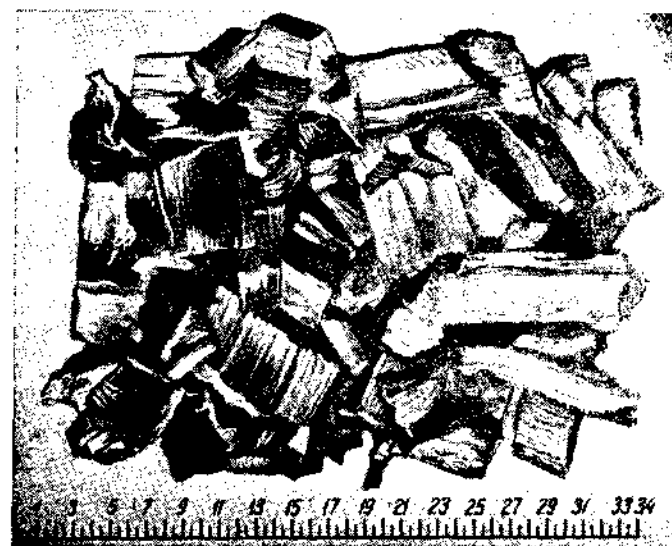


Рис. 13. Отсортированная щепа, полученная на дробилке № 8

Дробилка монтируется на месте работы в специальном помещении (рис. 14). Вместе с дробилкой устанавливаются деревянный загрузочный жолоб, решетка для сортировки щепы с лотком, под которым делается яма для мелкой щепы, и переводки для ремня.

Дробилка устанавливается на деревянной станине (рис. 15, стр. 36) (фундаменте), сделанной следующим образом.

В нижние продольные брусья 1 сечением $200 \text{ мм} \times 200 \text{ мм}$ и длиной 4500 мм врублены четыре стойки 4 такого же сечения и длиной 2500 мм; стойки поддерживают верхние продольные брусья сечением $200 \text{ мм} \times 200 \text{ мм}$ и длиной 2300 мм, которые в свою очередь поддерживают плиту (основание) дробилки. Для большей жесткости станины в поперечном направлении нижние и верхние продольные брусья связаны между собой и со стойками поперечными брусьями 2 и 5. Нижние поперечные брусья имеют сечение $150 \text{ мм} \times 150 \text{ мм}$, а верхние — $150 \text{ мм} \times 220 \text{ мм}$ и длину 1200 мм. Для большей жесткости станины в продольном направлении поставлены подкосы 3 сечением $150 \text{ мм} \times 200 \text{ мм}$ и длиной 2300 мм. Все брусья соединены между собой врубками, болтами $\frac{3}{4}''$ — $\frac{7}{8}''$ и скобами $\frac{3}{4}''$. Габаритные размеры станины: длина 4500 мм, ширина 1200 мм и высота 2500 мм.

Станина вбивается в землю на 1400 мм; дробилка в собранном виде устанавливается на верхние продольные брусья станины и прибалчивается к ним шестью болтами. Дробилка должна быть установлена на станине строго горизонтально. Для этого при помощи уровня и рейки перед установкой проверяется горизонтальность верхних продольных брусев как в продольном, так и в поперечном направлении.

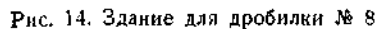
К загрузочному жолобу чугунной станины присоединяется деревянный загрузочный жолоб (рис. 16, стр. 37), который делает загрузку более удобной и безопасной. Этот жолоб сделан из досок 1, 2; внутренние доски имеют толщину 25 мм, а наружные 40 мм. Нижняя часть деревянного жолоба вставляется в чугунный жолоб дробилки, а верхняя его часть выступает наружу.

С внутренней стороны нижняя часть деревянного жолоба армирована листовым железом толщиной 2,5 мм, а верхняя и боковые части — толщиной 1 мм.

Наружная и внутренняя части жолоба, а также железная обшивка соединены болтами и стяжным хомутом 3.

Деревянный жолоб укрепляется на месте следующим образом: внутренняя часть жолоба плотно входит в чугунный жолоб станины дробилки; другой его конец опирается на два вертикальных бруса 4 сечением $100 \text{ мм} \times 125 \text{ мм}$ и длиной 1550 мм и две крестовые схватки 5 сечением $75 \text{ мм} \times 100 \text{ мм}$ и длиной 625 мм. Вертикальные брусья прикреплены врубками и болтами к верхним продольным брусьям деревянной станины.

Внизу к вертикальным брусьям приболчен поперечный брус 6 сечением $80 \text{ мм} \times 80 \text{ мм}$ и длиной 500 мм, служащий опорой для оси переводки.



1—путь узкоколейной железной дороги для подвозки дров; 2—место для трактора; 3—дробилка; 4—штабель дров; 5—решетка для отсева мелочи; 6—сетка вагонетки; 7—вагонетка; 8—место для укладки загруженных сеток; 9—путь узкоколейной железной дороги для отвозки вагонеток в сушилку; 10—лоток для щепы

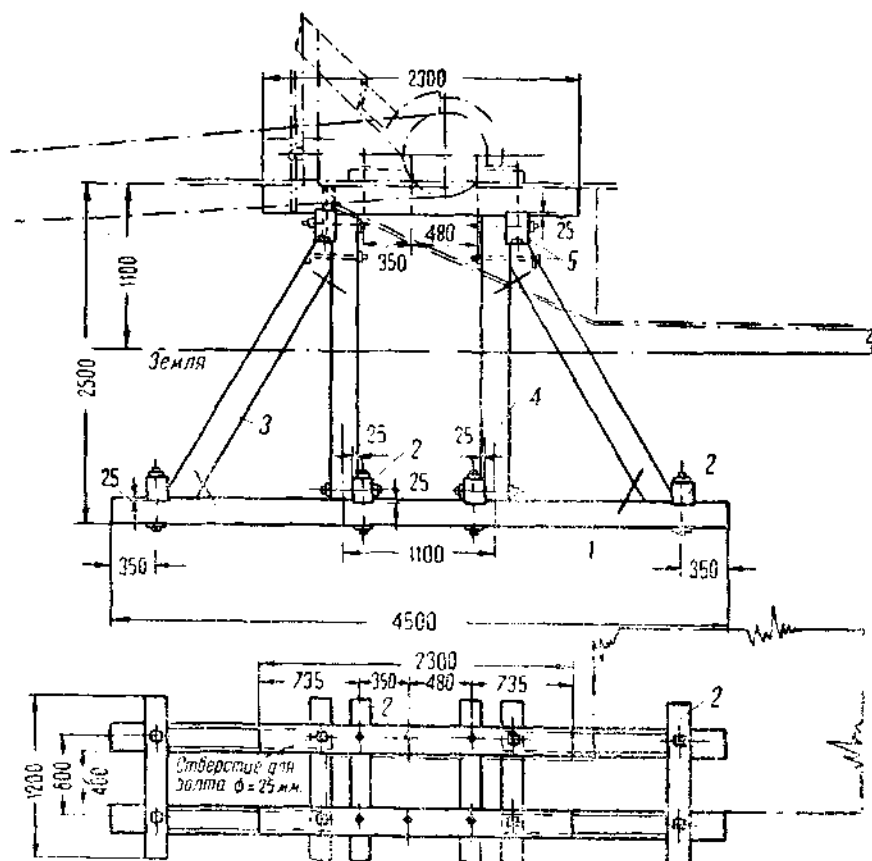


Рис. 15. Деревянный фундамент для дробилки № 8

Для удаления щепы от дробилки устанавливается под ножевым барабаном наклонный лоток, сделанный из досок толщиной 40 мм. Доски сверху покрыты листовым железом толщиной 2,5 мм. Нижний конец лотка упирается в сортировочную решетку, служащую для отсева мелочи (рис. 17). Решетка сделана в виде рамы из брусьев (1, 2, 3) сечением 120 мм × 200 мм; длина продольных 3250 мм и поперечных 1750 мм. Рама для отсева мелкой щепы покрыта сеткой из листового железа или проволоки. Размеры ячеек сетки 15 мм × 15 мм, размеры решетки: длина 3250 мм, ширина 1750 мм и высота 202,5 мм.

Решетка устанавливается над ямой, имеющей длину 4 м, ширину 2 м и высоту 1,8 м. Для выноса отсеянной щепы из ямы устраивается лестница.

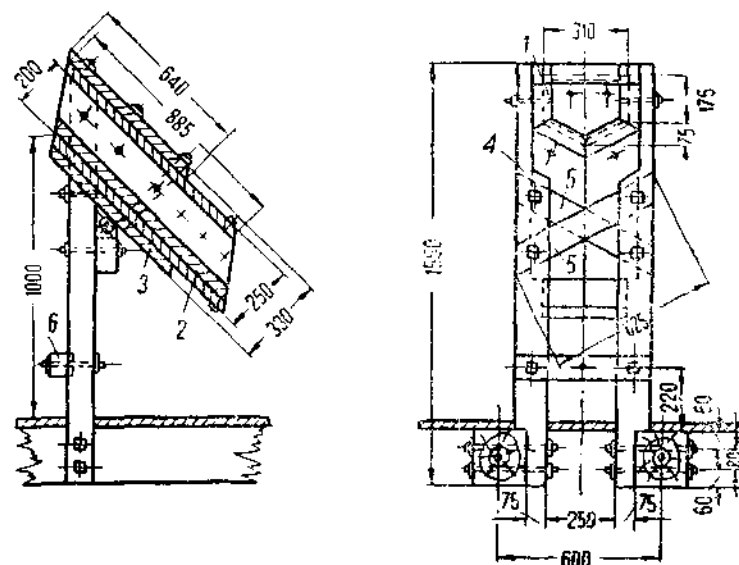


Рис. 16. Деревянный загрузочный желоб

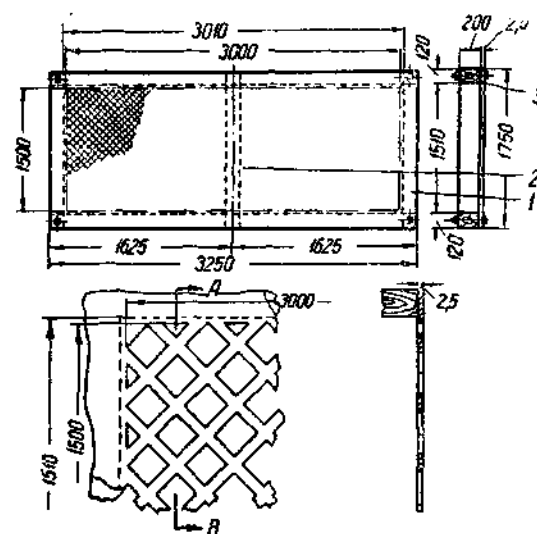


Рис. 17. Решетка для отсева мелкой щепы

Для пуска и остановки дробилки делается переводка для ремня (рис. 18). Переводка удерживается направляющими ушками, прикрепленными к верхним продольным деревянным брусам станины; ось переводки прикреплена к нижнему поперечному брусу, который соединяет вертикальные брусья, поддерживающие деревянный жолоб дробилки.

После установки дробилки, жолоба, решетки для отсева и переводки для ремня у дробилки устраивают площадку размером $4,75 \times 4$ м, расположенную на столбах на высоте 1100 мм от земли.

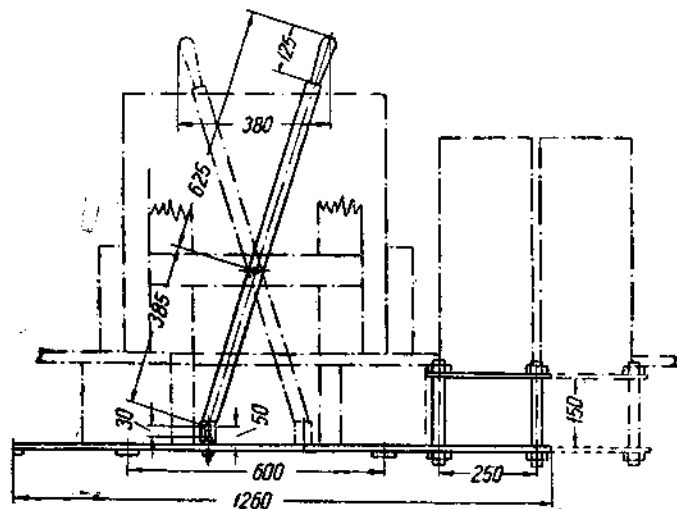


Рис. 18. Переводка для ремня

Площадка служит для удобства загрузки и укладки небольшого запаса дров для дробления.

После установки дробилки, вспомогательного оборудования и устройства площадки дробилку очищают от мусора, щепы и т. п., после чего подготавливают ее к работе.

Работа производится бригадой в составе 6 человек, из которых один подает дрова из штабелей к дробилке, один подает дрова в загрузочный жолоб дробилки, двое сортируют щепу и загружают ее в сита и двое относят загруженные сита, укладывают их в стопки и подносят порожние сита. В зависимости от суточной потребности в щепе данной базы эта бригада может быть использована на дроблении в течение не полной, а только масти смены.

Общий расход времени складывается из расхода на основную работу и профилактическое обслуживание.

Основная работа — дробление дров в щепу — и профилактическое обслуживание производится всей бригадой рабочих.

Расписание проведения профилактического обслуживания указано в табл. 11.

Таблица 11

№ элементов работы	Наименование элементов работы по профилактическому обслуживанию	Кто выполняет работу	Когда выполняется работа	Затрата времени в мин.
1	Осмотр дробилки	Рабочий, подающий дрова в дробилку	До начала работы	15
2	Осмотр подшипников и смазка	То же	То же	
3	Уборка отсеянной щепы и трухи	Сортировщик и относчик	После работы	15
4	Очистка дробилки и уборка рабочих мест	Вся бригада	То же	
5	Точка и смена ножей	Слесарь-ножеточ	Через 8 час. чистой работы дробилки	90—120

Процесс дробления дров состоит в следующем: подвешенные и уложенные в штабеля у дробилки распиленные и расколотые дрова подаются в загрузочный жолоб дробилки.

Выбрасываемая из дробилки по лотку щепа попадает на сортировочную решетку, мелкая щепа отсеивается и падает вниз в яму, а крупная сдвигается рабочими-сортировщиками при помощи деревянных скребков с сортировочной решетки и загружается в сетки сушильных вагонеток, поставленные рядом с сортировочной решеткой.

Рабочие-относчики разравнивают на сетках загруженную щепу, относят наполненные сетки и укладывают их в стопки для последующей загрузки в сушильные вагонетки. На обратном пути рабочие забирают порожние сетки и относят их к сортировочной решетке.

После окончания работы отсеянная мелкая щепа и труха относятся из ямы на носилках в определенное место или к топке сушилки.

Осмотр дробилки перед началом работы проводится следующим образом:

1) отбалчивают и откидывают болты, соединяющие среднюю откидную часть кожуха с передней неподвижной частью, и откидывают среднюю часть кожуха;

2) проверяют наличие всех пяти ножей на барабане, а также неподвижных ножей, их исправность, целостность лезвий и убеждаются в отсутствии трещин и выбоин на лезвиях;

3) проверяют надежность крепления ножей к телу барабана; для этого при помощи ключа подтягивают гайки болтов, удерживающие нож и натягивающие клиновые зажимы (все гайки должны быть завернуты доотказа);

4) одновременно с проверкой крепления ножей проверяется правильность их установки: подвижные ножи должны быть выпущены из тела барабана так, чтобы скошенная плоскость лезвия *ab* (см. рис. 8 на стр. 31) являлась продолжением плоскости *ag*, имеющейся на поверхности барабана; режущие кромки неподвижных ножей не должны выступать за плоскости неподвижной части кожуха, образующие нижнюю часть загрузочного жолоба; зазор между подвижными и неподвижными ножами не должен быть больше 0,5—0,75 мм;

5) после осмотра и проверки ножей среднюю часть кожуха закрывают, опуская ее осторожно, без удара, накидывают и заворачивают доотказа гайки откидных болтов;

6) проверяют надежность всех болтовых креплений кожуха и плиты, прочность деревянного загрузочного жолоба и его устойчивость, исправность переводной вилки, ограждения ремня и наличие всех мелких соединительных деталей: болтов, гаск, шайб и т. д.;

7) недостающие детали заменяют новыми, неисправные исправляют или заменяют.

Крепление подшипников главного вала дробилки и подшипников холостого шкива проверяется ежедневно перед началом работы. Подшипники смазываются солидолом; 1 раз в месяц их промывают керосином и набивают свежим солидолом; ежедневное добавление смазки производится при помощи масленок Штауфера, для чего их крышки подвешивают на 1—2 нитки. Масленки заполняют солидолом по мере надобности.

Очистка дробилки и уборка рабочих мест производятся ежедневно после работы следующим образом:

1) с кожуха дробилки при помощи мягких щеток и тряпок (концов) удаляют щепу, кору, пыль и грязь;

2) с приводного ремня также удаляют пыль и грязь и протирают бензином или бензолом; не реже одного раза в пятидневку ремень промывают теплой водой;

3) все площадки у дробилки и под навесом очищают от щепы, коры, мусора и т. п.;

4) убирают нерасколотые дрова, дорожные и загруженные сетки, оказавшиеся не в стопках;

5) очищают и относят на место все вспомогательные инструменты по уходу за дробилкой: ключи, смазочные приборы, носилки, скребки, лопаты и т. д.

Точка и смена ножей проводится специальным слесарем-ножеточем через 8 час. чистой работы дробилки. Ножи точат на корундовом точильном кругу любой связки (бакелитовой, олеонитовой и др.), имеющем зернистость 46—54 и обладающем средней твердостью; необходимо применять мокрую точку. Размеры точильного круга: диаметр 300—500 мм, ширина 30—40 мм. Число оборотов в минуту 500.

При точке ножей необходимо:

а) затачивать лезвие по всей его длине и плоскости;

б) точку каждого ножа производить за несколько проходов, стачивая за каждый проход минимальный слой металла;

в) при точке постоянно проверять шаблоном профиль ножа;

г) до и после точки промывать ножи керосином и протирать сухими тряпками.

Технологический процесс заготовки газогенераторного топлива — щепы

Технологический процесс заготовки топлива для газогенераторов зависит от суточной потребности в топливе и от типа оборудования, принятого для изготовления данного вида топлива.

Точных и проверенных данных о расходе газогенераторными транспортными машинами щепы не имеется. Ориентировочно этот расход можно определить, исходя из данных о расходе газогенераторами дровяных чурок.

Средний расход дровяных чурок нормального размера за один час работы двигателя на газе может быть принят согласно «Временной инструкции по уходу за автомобилями ЗИС и ГАЗ, тракторами ЧТЗ с газогенераторными установками» в пределах: для ЧТЗ — 40—42 кг, для ЗИС-5 — 18—20 кг, для ГАЗ-АА — 12—15 кг. Имеются в виду чурки 15% абсолютной влажности весом, в зависимости от размеров и пород древесины, 230—350 кг/м³ (насыпью).

На расход дровяного топлива сильно влияет ряд факторов: конструкция газогенератора, режим работы двигателя, влажность и порода древесины и наконец размеры кусков топлива. Эти факторы за исключением влияния конструкции газогенератора не изучены.

Испытания НАТИ и ЦНИИМЭ, произведенные в 1935—1936 гг., выявили лишь расход чурок в газогенераторах различной конструкции без учета режима работы двигателя и различных свойств топлива. Эти испытания показали следующий часовой расход чурок газогенераторными тракторами ЧТЗ (табл. 12).

Таблица 12

С газогенераторной установкой	По испытаниям НАТИ			По испытаниям ЦНИИМЭ (на березе)
	на березе	на смеси	на сосне	
НАТИ Г-13	40,7—41,2	37,3	38,9	30,8
Декаленкова	39,3—41,5	40,3	40,0	28,5
Лесосудомашстрой	Не испытывалась	—	—	26,9
«Автодор-1»	42,2—44,7	43,3	48,0	Не испытывалась

Бросается в глаза резкая разница в расходе березовых чурок для одних и тех же газогенераторных установок по данным НАТИ и данным ЦНИИМЭ. При испытаниях в НАТИ повышенные расходы чурок получались из-за несколько увеличенной влажности топлива (на 2—4%) и главным образом потому, что тракторы работали без перерыва на II передаче. При испытании

ЦНИИМЭ на Монетной базе Свердловска тракторы работали в среднем с пониженным числом оборотов, так как продолжительное время машины работали вхолостую и на маневрах.

Насколько повышение числа оборотов двигателя резко сказывается на увеличении расхода топлива, видно по испытаниям на Монетной базе трактора ЧТЗ с газогенератором Д-8. При движении порожняком со скоростью около 6 км/час и при 700 об/мин. расход дров составлял около 70 кг/час, а при движении с грузом и 580—600 об/мин. (скорость около 3,5 км/час) расход подал до 27 кг/час. В среднем же расход топлива составлял около 35 кг/час.

При уменьшении размеров чурок расход их увеличивается. По опытам ЦНИИМЭ на Монетной базе расход чурок размером 5 см × 5 см × 7 см в газогенераторе Кулябина составил 42,6 кг/час; при мелко колотых чурках размером 0,5 см × 2 см × 5 см этот расход повысился до 67,2 кг/час.

В отличие от тракторов в автомашинах наблюдается большая пропорциональность между расходом топлива и расстоянием пробега, чем между расходом топлива и временем работы. Объясняется это тем, что автомашины вывозят обычно древесину на большие расстояния, чем трактор, меньше простаивают на складах и меньше теряют времени на маневры, так как не связаны с большими составами поездов.

Проведенные в 1935 и 1936 гг. большие производственные испытания грузовых газогенераторных автомашин в Загорске дали следующие показатели расхода дров (табл. 13).

Таблица 13

Автомашин	Газогенераторная установка	По испытаниям осенью 1935 г. расход в кг/км	По испытаниям летом 1936 г. расход в кг/км
ЗИС-5	Декаленкова (Д-8)	1,39	1,21
ЗИС-5	НАТИ	1,22	Не испытывались
ЗИС-5	ЗИС	Не испытывались	0,81
ГАЗ-АА	Декаленкова (Д-8)	0,867	Не испытывались
ГАЗ-АА	НАТИ	0,895	0,47

Лучшие показатели испытаний 1936 г. объясняются лучшим конструктивным оформлением газогенераторов и их освоением за истекший год.

Выше отмечалось, что испытания газогенератора Кулябина показали, что расход чурок повышается с уменьшением их размера. Это дает основание предполагать, что при работе на щепе расход твердого горючего увеличится.

По данным немецких исследователей Кюне и Коха, средний часовой расход топлива в газогенераторной автомашине составляет на чурках 28,3 кг, а на дробленой щепе 31,5 кг, т. е. на 11% больше.

Испытания в Загорске, проведенные летом 1936 г., также под-

тверждают эту тенденцию роста расхода топлива в виде щепы по сравнению с топливом в виде чурок.

Часовой расход газогенераторным трактором дровяного топлива в виде чурок определяется в 35 кг, а в виде щепы примерно на 11% больше (38—39 кг).

Потребление базой топлива зависит от размеров тракторного или автомобильного парка и объема ежедневной и годовой работы. Механизация заготовки топлива на мелких базах вряд ли себя экономически оправдает. Если же взять базу с парком в 8—10 машин, то такой базе потребуется в год примерно 3000 м³ щепы, и понятно, что заготовка такого количества топлива вручную потребует большой затраты труда и денежных средств.

При переработке сырья некоторая его часть пойдет в отходы. Эти отходы составляют примерно (в процентах):

Опилки (при поперечной распиловке)	1
Усушка дров при естественной сушке	2
Мелкая щепа и труха (отсев после дробления)	15
Усушка щепы при сушке в сушилке	13
Потери щепы при перевалках	1
Всего	32

Следовательно для получения 3000 м³ необходимо иметь сырья для переработки: $3000 : 0,68 = 4400$ пл. м³.

Процесс заготовки топлива — щепы — на складе должен состоять из следующих операций:

- а) поперечной распиловки дровяного долготья на дрова длиной 1 м (последующая расколка более длинных затруднительна);
- б) расколки дров на поленья толщиной не более 15 см;
- в) дробления поленьев в щепу;
- г) отсева мелочи и трухи от общей массы щепы, получающейся после дробления;
- д) сушки просеянной щепы в сушилке;
- е) укладки высушенной щепы на складе готового топлива;
- ж) транспортных операций по доставке дровяного долготья к дровоильно-кольной установке, поленьев к дробилке, щепы в сушилку и затем на склад готового топлива.

Для этих операций с учетом степени освоения оборудования и надежности его в эксплуатации необходимо иметь:

- а) для поперечной распиловки дровяного долготья на дрова — балансируемую пилу завода «Кировский металлист»; пила простая по конструкции, надежная в эксплуатации и весьма производительная;
- б) для расколки дров на поленья — механический цепной колун ЦНИИМЭ; колун прост по конструкции, легок, весьма производителен, как показали испытания, достаточно надежен в работе;
- в) для дробления поленьев в щепу — дробилку типа «Боллиндер» № 8 завода «Пролетарская свобода» (Ярославль); дробилка весьма проста по конструкции, надежна в эксплуатации и, как показали испытания ее на автобазе Загорского леспромхоза, дает достаточно ровную по размерам и крупную щепу с сравнительно небольшими отходами (12—15%);

- г) для сушки щепы — сушилку конструкции ЦНИИМЭ;
 д) для хранения готовой высушенной щепы — небольшой бункер, позволяющий загружать щепу непосредственно в газогенераторы и в тару, и склад готовой продукции, вмещающий необходимый запас высушенной щепы;
 е) для транспортных операций — узкоколейные пути с вагонетками для ручной тяги — весьма простой вид транспорта, но производительности достаточный для предполагаемого объема работ.

Принятое оборудование характеризуется следующими данными:

1. Балансирная пила

Диаметр пильного диска	1 100 мм
Число оборотов в минуту	900
Ширина пропила	6 мм
Максимальный диаметр распиливаемого кряжа	400—450 .
Потребляемая мощность	10 л. с.
Производительность в смену	110 скл. м ³ (77 пл. м ³)
Обслуживающий штат (при подаче дров непосредственно к колуну)	6 чел.
Габаритные размеры:	
длина	2 670 мм
ширина	550 .
высота	1 500 .
Годовая загрузка механизма 4 400 : 77	57 смен

2. Механический цепной колун

Скорость цепи	1 м/сек.
Расстояние между упорами	1,838 м
Максимальный диаметр распиливаемого полена	400—450 мм
Потребляемая мощность	10 л. с.
Производительность в смену (при расколке дров согласно ОСТ 6671/50)	200 скл. м ³
Обслуживающий штат (если колун работает с балансирной пилой)	4 чел.
Габаритные размеры:	
длина	500 мм
ширина	1 040 .
высота	1 400 .
Годовая загрузка (при коэффициенте повторной расколки 0,5) будет $4\,400 : (200 \times 0,7 \times 0,5)$	63 смены

3. Дробилка для щепы завода «Пролетарская свобода»

Число ножей	5
Диаметр ножевого барабана с ножами	800 мм
Ширина	320
Число оборотов в минуту	до 600
Максимальная толщина раздранываемого полена	до 15 см
Потребляемая мощность	25—30 л. с.
Производительность в смену (при ручной подаче)	до 50 пл. м ³
Процент отсева мелкой щепы и трухи	12—15
Обслуживающий штат	6 чел.
Габаритные размеры:	
длина	1 270 мм
ширина	1 550 .
высота	760 .
Годовая загрузка механизма с учетом отхода от распиловки и сушки (3%) будет $[4\,400 - (4\,400 \times 0,03)] : 50$	86 смен

При работе в течение 375 смен загрузка механизма в течение смены составит около 2 час.

Бункер для загрузки щепы и склад для хранения щепы

Габариты бункера (рис. 19, стр. 45) для загрузки щепы: длина 12 м, ширина 7 м, высота 9,8 м. Он вмещает трехдневный запас щепы, т. е. $12 \times 3 = 36$ пл. м³, что при коэффициенте разрыхления 2,3 составляет 83 м³ насыпью. Высота бункера рассчитана так, чтобы щепы через люки и загрузочные воронки могла под действием силы тяжести осыпаться непосредственно в газогенераторы или тару, стоящую на тракторе или автомобиле. Высота загрузочной воронки над уровнем земли 3 м. Подача вагонеток к бункеру производится по эстакаде при помощи троса и ручной 1,5-тонной лебедки.

Одновременно можно поднимать 3 груженных сухой щепой вагонетки. Наклон эстакады к горизонту 15°.

Склад рассчитан на хранение 15-дневного запаса щепы (т. е. на объем $12 \times 15 = 180$ пл. м³, или 425 м³ насыпью), предназначенного на случай остановки всех агрегатов для ремонта. Склад является продолжением бункера и представляет собой открытый со всех сторон навес длиной 39 м, шириной 7 м и высотой 5 м.

Транспортные устройства

Транспортные устройства для подвозки дров от дровопильно-кольной установки на склад и со склада к дробилке состоят из путей колеи 750 мм и вагонеток емкостью до 2 пл. м³. Вагонетки

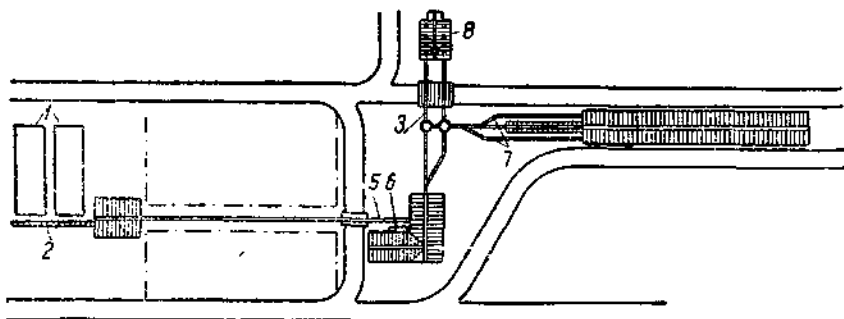


Рис. 20. Генеральный план установки для заготовки щепы

для подачи щепы в сушилку и из нее в бункер имеют специальную конструкцию (с выдвижными сетками); емкость каждой вагонетки при 18 сетках равна 1,33 пл. м³ сухой щепы.

Технологический процесс изготовления газогенераторного топлива — щепы — протекает следующим образом (рис. 20).

Дровяное долготье для заготовки щепы тем или иным способом подвозится к дровопильно-кольной установке и складывается в штабеля 1. Желательная длина штабеля не более 20—30 м. По

мере надобности долготье подается из штабелей по покатам на роликовую раму балансирующей пилы 2, по роликам надвигается на пилу и распиливается на дрова.

Отпиленные дрова скатываются по наклонному лотку к лотку транспортера колуна, рабочие укладывают их на транспортер, на котором они раскалываются. Если необходима повторная расколка, рабочие вновь подносят полученные при первой расколке толстые поленья к лотку транспортера колуна и вторично пропускают в колун. Расколотые поленья погружаются на вагонетку такого же типа, как и вагонетка, на которой производится сушка щепы, но только без угольников и долок для сеток, и отвозятся на склад предварительной просушки, где укладываются в штабеля 4.

Организация склада предварительной подсушки весьма желательна, так как при этом достигается экономия технологических дров для сушилки и ускоряется процесс сушки щепы в сушилке¹. Так как желательна предварительная естественная подсушка в течение не менее 6 мес., то склад должен быть рассчитан на годовой запас топливных дров. В то время когда начинается потребление подсушенных дров из одной половины склада, вторая половина его должна быть заполнена вновь, и т. д.

Это легко осуществить, если заготавливать дрова для газогенераторов два раза в год — каждый раз в течение 1 мес. Необходимая площадь склада для годового запаса 4 400 пл. м³ с соблюдением правил противопожарной безопасности при укладке на 1 м² площади склада 0,5 пл. м³ дров составит $4 400 : 0,5 = 8 800$ м², или 0,88 га.

На операции по разделке дров и отвозке их на склад предварительной подсушки работают две бригады рабочих. Бригада у дровопильно-кольной установки состоит из 10 человек:

На подкатке дровяного долготья к ролигангу балансирующей пилы	3
На подаче дровяного долготья по ролигангу	2
У пилы	1
На подаче к лотку транспортера колуна	1
У колуна	1
На подноске дров для повторной расколки	2

Бригада по нагрузке дров на вагонетки, отвозке их на склад и укладке в штабеля состоит из 3 человек.

Со склада предварительной подсушки дрова подвозятся в вагонетках по узкоколейным путям 3 (рис. 20) к дробилке 6, где и происходит процесс дробления.

Заполненные щепой сетки укладываются под навесом вдоль загрузочного пути 3.

¹ В каждом отдельном случае организации топливного хозяйства вопрос об устройстве склада для предварительной подсушки разрешается в зависимости от местных условий и экономических соображений.

Таким образом создается запас загруженных сеток для заполнения одного комплекта сушильных вагонеток (6 вагонеток = 108 сеток).

Отходы от всего количества пускаемых в дробилку дров составляют 15%, что дает в год $[4400 - (4400 \times 0,03)] \times 0,15 = 640$ пл. м³. При коэффициенте разрыхления 2,3 это составит $640 \times 2,3 = 1470$ м³ насыпью.

Разгрузка и загрузка сушильных вагонеток происходят следующим образом. Из каждой камеры сушилки 8 выводят по окончании сушки по одной вагонетке. На поворотном кругу вагонетки выходят на средний путь, идущий далее по эстакаде в бункер 7, где они сцепляются по три. Установленная в бункере лебедка поднимает при помощи троса три вагонетки по эстакаде и тянет их к бункеру; там вагонетки разгружаются и опускаются назад к поворотному кругу. Разгруженные вагонетки подаются вручную к наполненным сеткам, порожние сетки вынимаются, а наполненные щепой вставляются на место порожних, и загруженные таким образом вагонетки отвозятся в сушилку. Такой же цикл проделывают следующие три вагонетки и т. д.

Дробление, отсев щепы, нагрузка ее в сетки, разгрузка и загрузка вагонеток проводятся бригадой рабочих в составе 6 чел. в течение одной смены. Распределение сменного времени на отдельные операции следующее:

Подвозка дров со склада предварительной просушки к дробилке	2 часа
Дробление, отсев и загрузка сеток	2 "
Разгрузка, загрузка сушилки и разгрузка, загрузка вагонеток	4 "

Продолжительность сушки щепы в сушилке, как указано ниже, определяется в 16 час. Одновременно в сушилке сушатся 8 пл. м³. Следовательно число загрузок в сушилку в год или число смен работы бригады составляет: $[4400 - (4400 \times 0,32)] : 8 = 375$ смен.

Сушилка работает непрерывно и постоянно обслуживается одним рабочим-истопником.

При наличии на газогенераторной тракторной или автомобильной базе электроэнергии в схеме технологического процесса предусматривается приведение в движение балансирной пилы, колуна и дробилки от электромоторов. Ввиду того что дробилка работает в сутки только 3 часа, на тракторных базах можно приводить ее в движение от трактора, так как это освободит от необходимости устанавливать электромотор мощностью 25—30 л. с., который будет работать в описанных условиях с очень малым коэффициентом использования. К тому же он будет создавать на электростанции данной базы нежелательные пиковые нагрузки.

Для наблюдения за работой механизмов и сушилки база должна выделить слесаря пило-ножеточа и одного сушильного мастера.

В приведенной выше схеме организации технологического процесса стоимость заготовки 1 пл. м³ топлива — щепы — определяется на следующих основаниях:

1. Годовая переработка сырья принята 4400 пл. м³.

2. Выход продукции, т. е. щепы для газогенераторов, принят в размере 68% поступающего в переработку сырья.

3. Так как схема является общей и не учитывает всех местных данных, то стоимость сырья, т. е. дровяного долготья или дров, поступающих в переработку, опускается, и в калькуляции дается только себестоимость переработки на топливо — щепу — 1 пл. м³ дровяного долготья или дров.

4. Подсчеты даются только для цеховой себестоимости, так как общебазовые расходы будут находиться в зависимости от общих расходов тракторной базы в целом.

5. Расчет годового фонда заработной платы сделан на основе данных технологической части схемы, тарификация рабочих — на основе средних данных по оплате труда рабочих на механизированных лесопунктах лесной промышленности.

6. Цеховые расходы (табл. 14, стр. 50) выведены по особым сметам; в эти расходы входят:

а) содержание сушильного мастера и слесаря пилоточа-ножеточа (ст. 1);

б) электроэнергия (ст. 2) — годового расход двигательной электроэнергии из расчета средней себестоимости электроэнергии в 15 коп. за 1 квт-час (электроэнергию предполагается получить от силовой станции тракторной базы);

в) топливо технологическое (ст. 3) — годового расход топлива для сушилки, который исчислен в 750 пл. м³ в год (стоимость дров в качестве топлива для сушилки ориентировочно принята в 6 руб. за 1 пл. м³);

г) содержание станков (ст. 4) — годового расход на смазочные, обтирочные материалы и режущий инструмент;

д) текущий ремонт зданий и оборудования (ст. 5 и 6) — взят по существующим нормам в зависимости от типа здания (деревянное) и режима работы оборудования;

е) амортизация (ст. 7) зданий — взята в размере 20% их стоимости, так как срок амортизации зданий принят в 5 лет; амортизация производственного и другого оборудования принята по нормам Наркомлеса с учетом режима работы этого оборудования;

ж) прочие расходы (ст. 8) — сюда вошли разные неучтенные мелкие расходы, которые взяты ориентировочно в размере 20% заработной платы по графе расходов.

Суммируя все перечисленные статьи расходов и исходя из общего количества получаемой продукции (табл. 15, 16, 17, стр. 50—52), находим стоимость заготовки 1 пл. м³ щепы в 14 р. 69 к.

Практика показывает, что при употреблении в качестве топлива древесных чурок стоимость 1 пл. м³ такого топлива значительно выше, так как заготовка чурок производится преимущественно вручную и по ориентировочным подсчетам обходится в 28—30 руб. за 1 пл. м³, не считая стоимости сырья (дровяного долготья, дров).

Таблица 14

Цеховые расходы по заготовке газогенераторного топлива—щепы—на тракторных и автомобильных базах

№ статей	Статьи расходов	Объяснение статей расходов	Сумма в руб.
1	Зарботная плата	Основная, дополнительная и начисления	4 481
2	Электроэнергия	Расход электроэнергии в квт-ч: Балансирная пила $6,8 \times 8 \times 63 \times 0,8 = 2\,740$ Колун $6,8 \times 8 \times 63 \times 0,8 = 2\,740$ Дробилка $10,5 \times 3,5 \times 250 \times 0,8 = 14\,400$ Итого . . . 19 880 по 15 к.	2 980
3	Топливо технологическое (для сушики)	Расход: 25% количества высушенного топлива, т. е. $3\,000 \times 0,25 = 750$ пл. м ³ по 6 руб.	4 500
4	Содержание станков и машин	Смазка, обтирка, режущий инструмент и т. д. (ориентировочно)	200
5	Текущий ремонт производственных зданий	В размере 2% первоначальной стоимости	392
6	Текущий ремонт оборудования	В размере 1% первоначальной стоимости	249
7	Амортизация производственных зданий и оборудования		4 298
8	Прочие расходы	В размере 20% заработной платы . .	900
Всего . . .			17 908

Таблица 15

Калькуляция цеховой себестоимости заготовки 1 пл. м³ топлива—щепы—для газогенераторов на тракторных и автомобильных базах *

Статьи расходов	Сумма годовых затрат	Затраты на 1 м ³ щепы
Прямые расходы		
Зарботная плата	18 928	—
Дополнительная заработная плата	2 461	—
Начисления на заработную плату	4 706	—
Итого прямых расходов .	26 095	8—70
Цеховые расходы	17 998	5—99
Цеховая себестоимость	—	14—69

* Калькуляция составлена на годовую переработку 4 400 пл. м³ всего сырья с учетом, что отходы составляют 32% (1 400 м³), а выход сухой щепы — 3 000 пл. м³.

Таблица 16

Годовой фонд заработной платы по заготовке газогенераторного топлива - щепы - на тракторных и автомобильных базах

№ по пор.	Рабочие места	Квалификация	Число смен	Число рабочих в смене	Число рабочих в сутки	В том числе		Количество оплачиваемых в году дней	Итого отработано человеко-дней	Разряд тарифной сетки	Ставка в смену в руб.	Годовой фонд основной заработной платы в руб.	Дополнительная заработная плата (13%)	Итого годовой фонд заработной платы	Начисления на заработную плату (22%)
						постоянных	сезонных								
1	Прямая заработная плата Дровомерно-копальная установка	Пилыщик-станочник	1	1	1	—	1	63	63	V	6—00	378	—	—	—
		Станочник у колуна	1	1	1	—	1	63	63	V	6—00	378	—	—	—
		Подкатчик дров-долготья	1	3	3	—	3	63	189	IV	4—75	898	—	—	—
		Подсобный рабочий	1	5	5	—	5	63	315	III	4—00	1 260	—	—	—
2	Склад предварительной подсушки	Отвозчики-укладчики	1	8	8	—	8	63	504	II	3—50	1 764	—	—	—
3	Дробилка, сушилка, бункер	Дробильщик-станочник	1,5	1	1	—	—	250	2 250	V	6—00	2 250	—	—	—
4	Сушилка	Подсобные рабочие	1,5	5	5	—	—	—	—	III	4—00	9 000	—	—	—
		Истопники	3	1	3	3	—	250	750	III	4—00	3 000	—	—	—
		Итого	—	—	—	—	—	—	—	—	—	18 928	2 461	21 389	4 706
	Цеховые расходы														
	Заработная плата	Сушильный мастер	3	1	1	1	—	250	250	VI	7—00	1 750	—	—	—
	Технадзор	Слесарь	1	1	1	1	—	250	250	V	6—00	1 500	—	—	—
		Итого	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3 250	423	3 673	808

Таблица 17

Амортизационные отчисления по производственным зданиям и оборудованию для заготовки газогенераторного топлива — щепы — на тракторных и автомобильных базах

Здания и оборудование	Стоимость по проекту в руб.	Норма амортизационных отчислений в %	Сумма амортизационных отчислений в руб.
Производственные здания			
Навес для балансирующей пилы и колуна	2 440	20	—
Навес для дробилки	2 603	20	—
Сушилка	8 090	20	—
Склад для хранения сухого топлива — щепы	6 480	20	—
Итого . . .	19 613	20	3 923
Оборудование			
Балансирующая пила с монтажом и электрооборудованием	3 000	1,5	—
Колун с монтажом и оборудованием	3 850	1,5	—
Дробилка с монтажом и оборудованием	6 000	1,5	—
Вагонетки для сушилки 6 шт.	2 400	1,5	—
Вагонетки для транспортировки дров	800	1,5	—
Сетки для вагонеток (2 компл.) 216 шт.	2 400	1,5	—
Ручная лебедка	300	1,5	—
Трос диаметром 1 1/2"	100	1,5	—
Железнодорожные узкоколейные пути 500 пог. м по 12 руб.	6 000	1,5	—
Итого . . .	24 850	1,5	373
Всего . . .	—	—	4 296

Глава IV

ФАКТОРЫ СУШКИ И РАВНОВЕСНАЯ ВЛАЖНОСТЬ ДРЕВЕСИНЫ

Сущность процесса сушки

Под сушкой понимают удаление влаги из высушиваемого материала. При сушке пользуются свойством воздуха поглощать влагу.

Воздух обычно содержит то или иное количество паров воды. Количество влаги, содержащееся в воздухе, непостоянно. Для воздуха, имеющего определенную температуру, существует определенный, точно установленный предел поглощения паров воды, по наступлении которого воздух перестает поглощать воду. Этот предел, показывающий полное насыщение воздуха водяными парами, принято называть абсолютной влажностью воздуха.

С увеличением температуры предел полного насыщения воздуха влагой повышается, и он приобретает способность поглощать некоторое дополнительное количество паров воды. При охлаждении воздуха его предел полного насыщения понижается, и часть содержащихся в воздухе паров воды переходит в жидкое состояние. Момент, при котором происходит выделение влаги из воздуха, называется точкой росы.

В большинстве случаев воздух содержит водяные пары в меньшем количестве, нежели при полном его насыщении. Для суждения о степени влажности воздуха принято сопоставлять содержащееся в воздухе количество паров с возможным максимальным содержанием влаги при данной температуре и атмосферном давлении. Отношение количества паров воды, содержащихся в воздухе, к максимальному количеству паров, которое воздух способен поглотить при данной температуре и атмосферном давлении, называется относительной влажностью воздуха. Относительная влажность определяется в процентах от абсолютной влажности.

Относительная влажность воздуха является основным фактором, подлежащим учету при сушке. Чем ниже относительная влажность воздуха, тем большее количество влаги он может поглотить из высушиваемого материала. При повышении температуры воздуха его относительная влажность уменьшается, а при понижении увеличивается. Если относительная влажность достигает 100%, то этот момент соответствует полному насыщению воздуха или наступлению точки росы. Поэтому стремятся производить сушку воздухом, имеющим возможно меньшую относительную

влажность, что достигается специальным нагреванием воздуха. В сушилках воздух нагревается особыми нагревательными приборами — калориферами.

Когда нагретый воздух приходит в соприкосновение с высушиваемым материалом, его относительная влажность начинает увеличиваться, и воздух постепенно теряет свою способность поглощать влагу из высушиваемого материала. Для того чтобы обеспечить быстрый и непрерывный процесс сушки, надо удалить из сушиллки воздух с повышенной относительной влажностью и ввести в сушилку новую порцию нагретого воздуха с низкой относительной влажностью. Этот обмен воздуха в сушилках достигается устройством специальной вентиляции.

Таким образом для быстрого процесса сушки в сушилке необходимо иметь: 1) прибор для нагрева воздуха, 2) особое устройство, обеспечивающее смену воздуха и непрерывное омывание высушиваемого материала воздухом с низкой относительной влажностью.

При устройстве сушилок необходимо, чтобы количество воздуха, пропускаемого через высушиваемый материал, было достаточным для поглощения при данной температуре всей влаги, которую предположено удалить из высушиваемого материала.

Требуемое для сушки количество воздуха должно быть нагрето до такой температуры, чтобы получить тепло, достаточное для испарения из древесины намеченного количества влаги и для покрытия всех потерь тепла через стены, потолки и при движении воздуха в сушилке.

Равновесная влажность древесины

Свойство древесины поглощать из воздуха водяные пары называется ее гигроскопичностью. Гигроскопичность древесины зависит от температуры воздуха и его относительной влажности. Каждому состоянию воздуха, характеризуемому его температурой и относительной влажностью, соответствует определенная влажность древесины. Величина влажности древесины, соответствующая определенному состоянию воздуха, носит название равновесной устойчивой влажности.

Установление зависимости между равновесной влажностью и состоянием воздуха имеет большое практическое и теоретическое значение. Эта зависимость впервые была определена в 1903 г. в США Н. Е. Маккензи. У нас в Советском союзе этот вопрос наиболее обстоятельно был изучен Н. Н. Чулицким.

На рис. 21 приведена диаграмма зависимости равновесной влажности древесины от температуры и влажности воздуха, составленная Н. Н. Чулицким.

На этой диаграмме по оси абсцисс (вертикали) отложены температуры воздуха, а по оси ординат (горизонталы) — его относительная влажность. Наклонные прямые линии диаграммы определяют разный процент равновесной влажности древесины. Поясним примером практическое применение этой диаграммы.

Допустим, что древесина хранится в помещении, имеющем температуру в 0° и относительную влажность в 85%. Требуется определить равновесную влажность древесины, соответствующую указанным условиям. На диаграмме находим, что вертикальная линия, соответствующая температуре в 0° , пересекает горизонтальную линию, отвечающую относительной влажности в 85%, около наклонной линии, соответствующей влажности древесины в 19%. Следовательно равновесная влажность древесины, соответствующая заданной температуре и влажности воздуха, в данном случае равняется 19%.

При организации топливного хозяйства основным фактором, определяющим порядок и сроки сушки и хранения древесного топлива, является равновесная влажность древесины. Весь смысл этих операций заключается в том, чтобы дать газогенераторам топливо определенной влажности.

Выше указывалось, что для газогенераторного топлива оптимальной является влажность в 11—16%. Этот процент влажности может оказаться меньше величины равновесной влажности, соответствующей данному состоянию окружающего воздуха. В этом случае высушенное топливо неизбежно будет впитывать

влагу из воздуха до тех пор, пока не достигнет устойчивой или равновесной влажности. Следовательно сушка топлива до такого состояния, при котором влажность будет меньше равновесной, нецелесообразна; в таких случаях древесину нужно высушивать до равновесной влажности. В некоторых климатических условиях равновесная влажность может иметь такую величину, при которой древесина непригодна как газогенераторное топливо. В таких случаях высушенное газогенераторное топливо должно храниться в специальных отапливаемых помещениях, имеющих температуру и относительную влажность воздуха, соответствующую величине равновесной влажности, допускаемой в газогенераторном топливе.

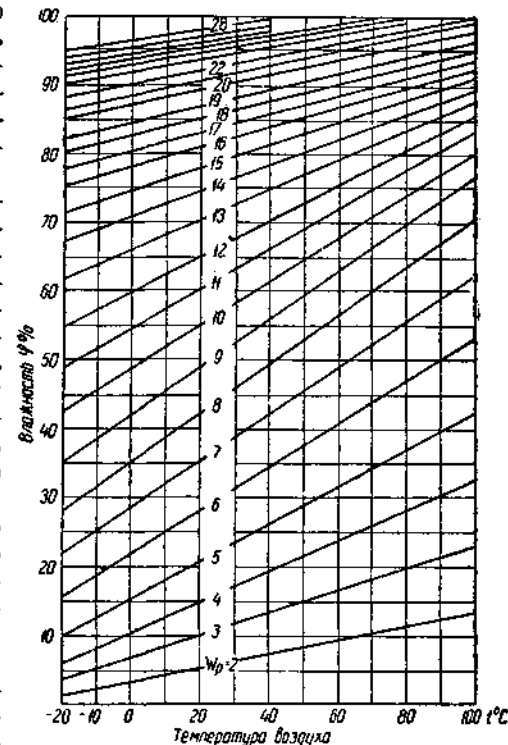


Рис. 21. Зависимость равновесной влажности древесины от температуры и влажности воздуха (Н. Н. Чулицкий)

Следовательно режим сушки газогенераторного топлива должен быть увязан с условиями и сроками дальнейшего его хранения. Руководящим моментом при установлении режима сушки и порядка хранения топлива является равновесная или устойчивая влажность. Отсюда становится понятным, что при организации топливного хозяйства эта влажность подлежит всестороннему изучению и учету.

Максимальная величина равновесной влажности, соответствующая более низким температурам и относительной влажности воздуха, близкой к 100%, не превышает 32—33%. Древесину с такой влажностью принято называть полусухой или лесосухой.

В летнее время при средней температуре в 18—20°C и относительной влажности воздуха в 75—80% равновесная влажность древесины близка к 15%. Такую древесину называют воздушно-сухой, причем это состояние влажности принято считать пределом сухости, которого можно достигнуть при естественной сушке деловой древесины (пиломатериалы, различные стройматериалы и т. д.).

Древесные породы с большим удельным (объемным) весом имеют несколько меньшую гигроскопичность, или, иными словами, обладают несколько пониженной равновесной влажностью. Под влиянием высокой температуры гигроскопичность древесины уменьшается. Опыты Иеллской лесной школы в Северной Америке показали, что древесина, подвергнутая сушке при температуре от 63 до 135° и затем в течение года предоставленная действию атмосферного воздуха, имела влажность 9,1%, а такие же куски древесины, подвергнутые воздушной сушке и оставленные в тех же атмосферных условиях, имели влажность в 12,3%.

Это явление у нас в Союзе изучалось Н. Н. Чулицким. Исследованию были подвергнуты две партии образцов. Образцы первой партии (контрольные) предварительно просушивались при температуре не выше 30°, а второй — при температуре 140°. Затем те и другие выдерживались некоторое время при температуре 20°C и относительной влажности воздуха в 100%. Результаты наблюдений нанесены на график (рис. 22).

График показывает, что образцы древесины, подвергнутой действию высокой температуры, впитывают в себя влагу медленнее, чем образцы древесины, высушенной при незначительной темпе-

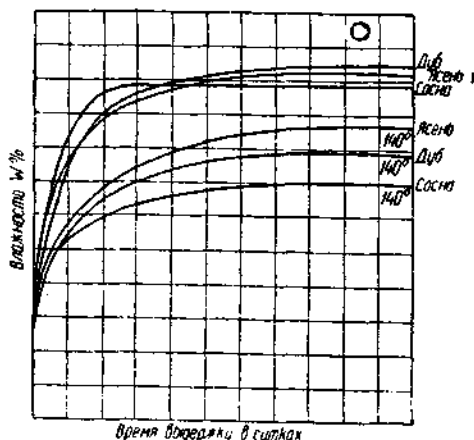


Рис. 22. Зависимость впитывания влаги древесины от действия высокой температуры

имеют несколько меньшую гигроскопичность, или, иными словами, обладают несколько пониженной равновесной влажностью. Под влиянием высокой температуры гигроскопичность древесины уменьшается. Опыты Иеллской лесной школы в Северной Америке показали, что древесина, подвергнутая сушке при температуре от 63 до 135° и затем в течение года предоставленная действию атмосферного воздуха, имела влажность 9,1%, а такие же куски древесины, подвергнутые воздушной сушке и оставленные в тех же ат-

ратуре. Устойчивая или равновесная влажность древесины, подвергнутой сушке при высокой температуре, оказалась ниже устойчивой влажности древесины, высушенной при незначительной температуре. Так например для дубовой древесины, подвергнутой сушке при температуре до 30°, устойчивая влажность равна 31%. Если такую же дубовую древесину предварительно высушить при температуре в 140°, то после выдержки ее в аналогичных условиях с первой партией древесины устойчивая влажность ее окажется равной 24,7%, т. е. на 6,3% ниже.

Такое понижение равновесной влажности под действием высокой температуры нужно использовать при организации топливного хозяйства газогенераторных баз.

Воздействие на древесину высокой температуры, уменьшая ее гигроскопичность, одновременно с этим резко понижает ее крепость, изменяет цвет и вызывает трещины. Все эти сопутствующие моменты для газогенераторного топлива значения не имеют.

В опыте Н. Н. Чулицкого древесина выдерживалась значительный период времени. Отдельные наблюдения за гигроскопичностью древесины производились через 5—10 суток. Для газогенераторного топлива такие интервалы во времени между отдельными наблюдениями не характерны, так как довольно часто топливо после сушки хранится до употребления лишь несколько часов. Поэтому в отношении газогенераторного топлива надо знать ход впитывания влаги древесиной из воздуха за более короткие промежутки времени. Наряду с этим следует установить зависимость между скоростью поглощения влаги древесиной и относительной влажностью воздуха. Проф. Е. Г. Кротовым¹ дан график для березовой древесины, иллюстрирующий скорость впитывания влаги из воздуха, имеющего различное насыщение при температуре 10°C (рис. 23).

Согласно этому графику березовая древесина достигает равновесной влажности тем скорее, чем меньше влажность воздуха; во всех случаях высушенная древесина впитывает наибольшее количество влаги в первые 1—1,5 суток после помещения в данную среду.

Так как от величины равновесной влажности и скорости ее восстановления зависят сроки сушки и организация хранения газогенераторного топлива, то эти факторы нами изучались до-

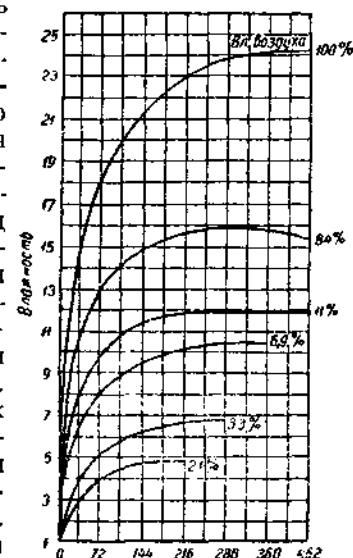


Рис. 23. Зависимость скорости поглощения влаги древесиной от относительной влажности воздуха

¹ Технология дерева, 3 изд., стр. 53, 1931 г.

полнительно, для чего на Загорской газогенераторной базе (Московская область) были поставлены специальные наблюдения за гигроскопичностью газогенераторного топлива. Наблюдения велись над березовой щепой, сначала высушенной в сушилке до абсолютно-сухого состояния при температуре в 100—110°. Затем эта щепка была сложена в закроем хранилище.

Результаты этих наблюдений сведены в табл. 18.

Таблица 18

№ проб	Влажность древесины через								
	1 час	2 часа	4 часа	20 час.	24 час.	36 час.	40 час.	86 час.	92 часа
1.	—	—	1,8	7,4	8,1	10,0	10,5	13,0	18,0
2.	—	—	3,4	9,3	10,0	12,4	13,0	14,4	14,7
3.	—	—	3,6	9,5	10,1	12,5	13,0	15,0	15,1
4.	—	—	4,4	11,7	12,0	14,0	14,0	15,0	15,0
5.	—	—	4,0	11,0	11,8	13,0	13,1	14,6	14,6
6.	—	—	6,7	13,0	14,0	14,6	15,0	15,2	15,2
7.	—	—	5,0	11,4	12,3	14,3	14,4	15,4	15,4
8.	—	—	3,2	8,4	9,6	13,0	13,0	15,8	15,8
9.	—	—	3,3	10,0	11,4	13,6	14,0	15,9	16,0
10.	—	—	3,6	9,3	10,4	13,9	14,0	15,6	15,6
11.	—	—	—	6,4	7,2	9,0	9,3	11,9	13,8
12.	—	—	—	11,2	12,5	14,7	15,0	16,3	16,5
13.	—	—	—	5,5	6,1	8,0	8,2	10,9	11,0
14.	—	—	—	6,2	7,0	9,4	10,0	13,2	13,3
15.	—	—	—	7,4	8,4	10,4	11,1	16,0	16,0
16.	—	—	—	7,1	8,0	11,0	11,4	15,1	15,2
17.	—	—	—	6,8	7,3	9,2	9,9	12,2	12,3
18.	—	—	—	4,6	5,3	6,4	6,8	9,4	9,5
19.	—	—	—	3,0	4,4	5,4	5,8	7,8	8,0
20.	—	—	—	5,2	5,7	6,8	7,2	9,3	9,4
21.	2,9	3,7	—	8,1	9,0	—	10,5	—	13,1
22.	1,3	2,1	—	7,0	7,5	—	10,0	—	12,0
23.	1,1	1,8	—	7,4	8,0	—	10,2	—	12,0
24.	2,1	3,2	—	9,9	10,8	—	12,6	—	14,0
25.	1,2	2,0	—	6,5	7,2	—	9,2	—	12,0
26.	2,4	5,4	—	9,5	10,4	—	12,4	—	14,3
27.	1,0	1,7	—	5,2	6,2	—	7,1	—	10,3
Среднее	1,7	2,8	3,9	8,1	8,9	11,1	11,1	13,6	13,6
Графически выравненные средние	1,7	2,7	3,8	8,1	8,9	10,8	11,2	13,6	13,9
Среднее приращение влажности за 1 час	1,7	1,4	1,0	0,4	0,37	0,31	0,28	0,16	0,16

Наблюдения над гигроскопичностью березовой щепы производились с 19 по 23 сентября 1936 г. Средняя температура наружного воздуха в период наблюдения равнялась 10—12°С, а относительная влажность воздуха 76%. По графику Н. Н. Чулицкого такому состоянию воздуха соответствует равновесная влажность древесины в 15%.

По нашим наблюдениям березовая щепка, высушенная до абсолютно-сухого состояния и сложенная в неотапливаемое хранилище, через 86—92 часа впитывает влагу из воздуха в среднем в количестве 13,6%. Эта цифра приближается к равновесной влажности, установленной по диаграмме Н. Н. Чулицкого.

Табл. 18 показывает, что наиболее интенсивно впитывается влага в первые часы после сушки. Через 24—36 час. впитывание влаги древесины резко падает, и практически оно при устойчивом состоянии воздуха заканчивается через 4—5 суток.

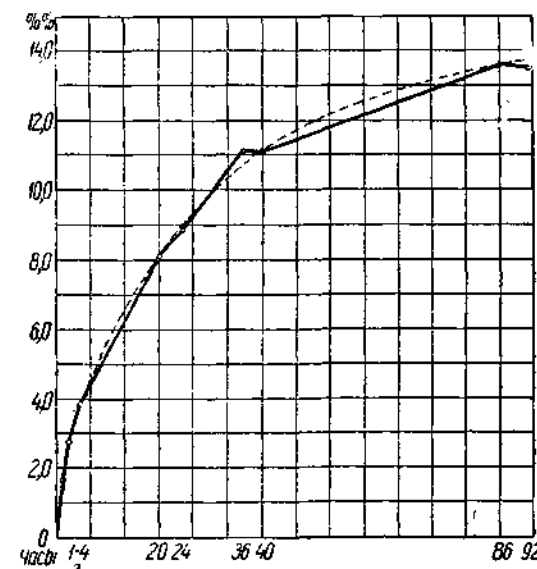


Рис. 24. Ход поглощения влаги из воздуха высушенным газогенераторным топливом (щепой)

При этих опытах всего было взято 27 проб. Сопоставляя результаты наблюдений за отдельными пробами, можно видеть, что для подавляющего большинства случаев цифры сравнительно близки между собой и из них могут быть выведены типичные средние данные. Среднеарифметические результаты, выведенные из данных для 27 проб, были наложены на график (рис. 24), подвергнутый затем выравниванию. Полученная при этом плавная кривая не имеет значительных отклонений от отдельных точек, по которым она построена. В табл. 18 кроме среднеарифметических величин попутно приведены графически выравненные данные. Сопоставление этих двух рядов цифр показывает, что они близки между собой; это дает основание считать полученную кривую линией достаточно типичной. На основании этой кривой установлено изменение влажности древесины за более короткие промежутки времени.

Эти данные сведены в табл. 19.

Таблица 19

Изменение влажности абсолютно-сухой древесины при хранении

Время хранения в часах	Влажность древесины в %	Влажность древесины в % от равновесной влажности, принятой за 100
1	1,7	11,1
2	2,7	17,6
3	3,3	21,5
4	3,8	24,8
5	4,2	27,4
6	4,6	30,0
7	4,9	32,0
8	5,2	33,3
10	5,8	37,8
12	6,3	41,2
14	6,7	43,7
16	7,2	47,0
20	8,1	53,0
24	8,9	58,1
28	9,6	62,7
32	10,3	67,3
36	10,8	70,6
40	11,2	73,2
44	11,4	74,5
48	11,6	77,1
56	12,0	78,4
64	12,5	81,7
72	12,9	84,3
80	13,3	87,0
88	13,7	89,5
96	14,1	92,2
104	14,5	94,7
112	14,9	97,4
120	15,3	100,0

Табл. 19 содержит данные, которыми можно руководствоваться при организации сушки газогенераторного топлива и последующего его хранения.

Температура и относительная влажность воздуха, как известно, изменяются по временам года и кроме того они различны для отдельных климатических районов. При таком положении данные табл. 19 могут иметь ограниченное практическое применение. Поэтому для каждого из районов Союза составлены специальные таблицы, не помещаемые здесь из-за недостатка места.

Научным сотрудником ЦНИИМЭ А. Н. Рыжковым в феврале-марте 1937 г. были поставлены в Сибири, в Батурином механизированном лесопункте треста Томлес, наблюдения над гигроскопичностью газогенераторного топлива, заготовленного в виде чурок размерами 50 мм × 60 мм × 70 мм и 30 мм × 50 мм × 70 мм.

В результате этих наблюдений получены следующие данные:

Продолжительность хранения в сутках	2	4	6	8	10	12	14	16	20	24	28	36	48
Влажность чурок в %	2,5	3,5	4,5	5,2	5,8	6,4	7,0	7,5	8,2	8,8	9,4	10,3	11,4

Из приведенных цифр видно, что поглощение влаги газогенераторными чурками, высушенными до абсолютно-сухого состояния, идет весьма медленно. После 48-суточного хранения чурок их влажность не достигла равновесного состояния с окружающим воздухом.

Данные А. Н. Рыжкова значительно отличаются от приведенных выше наших наблюдений, относящихся к щепе. Более медленное поглощение влаги древесиной в условиях Сибири повидимому следует объяснить пониженной влажностью воздуха и влиянием размеров кусков древесины.

Газогенераторное топливо, заготовленное в виде чурок, менее гигроскопично, нежели щепа, к которой относятся наши данные.

Сопоставление результатов опытов над гигроскопичностью древесины в условиях Московской области и Сибири показывает необходимость постановки аналогичных опытов в ряде районов. В результате этих опытов представится возможным составить правила хранения газогенераторного топлива для районов, имеющих разные климатические условия.

Глава V

ИСКУССТВЕННАЯ СУШКА ГАЗОГЕНЕРАТОРНОГО ТОПЛИВА

Особенности сушки газогенераторного топлива

Искусственная сушка газогенераторного топлива представляет новую техническую задачу. Разрешение ее, казалось бы, облегчается использованием накопившегося опыта по устройству и эксплуатации сушилок для деловой древесины. Однако в действительности условия и режимы сушки деловой древесины и газогенераторного топлива значительно разнятся между собой.

Искусственная сушка деловой древесины обычно производится непосредственно на деревообрабатывающем предприятии, концентрирующем на одной территории значительный объем производства. В таких условиях для сооружения сушилки возможны крупные капитальные затраты, устройство каменных зданий, постановка паровых котлов и т. д. При установлении режима сушки деловой древесины стремятся к тому, чтобы избежать повреждения древесины трещинами, снижения ее механических свойств, изменения цвета и т. д.

Сушка газогенераторного топлива должна производиться в отдаленных лесных районах; этим топливом должны быть обеспечены отдельные пункты, расположенные вдоль тракторных и автомобильных лесовозных дорог. С перенесением мест ежегодной рубки леса может оказаться необходимым перенос сушилок газогенераторного топлива с одного места на другое.

При таких условиях капитальные затраты на устройство сушилок и срок амортизации последних должны быть минимальными. Это требование в большинстве случаев исключает возможность устройства неогнеопасных каменных сушилок с паровыми калориферами. Наряду с этим появление при сушке трещин и ухудшение механических свойств древесины для газогенераторного топлива значения не имеют, поэтому здесь сушка воздухом, имеющим высокую температуру, весьма желательна, так как это ускоряет процесс сушки и понижает гигроскопичность древесины.

Отмеченные особенности не позволяют целиком применять накопившийся опыт по сушке деловой древесины (за исключением отдельных принципов и теоретических положений, являющихся

общими для сушки древесины и ряда других материалов). Поэтому при разработке рациональных методов искусственной сушки газогенераторного топлива пришлось произвести ряд дополнительных исследований и расчетов.

Требования, предъявляемые к сушилкам газогенераторного топлива, в основном заключаются в следующем:

1. Размер сушильных камер и их число должны определяться количеством высушиваемого материала.

2. Сушилка должна давать равномерную просушку всего материала в возможно короткий срок.

3. Топка сушилки должна иметь достаточную тягу, обеспечивающую полное сгорание, но в то же время без излишней потери тепла через дымоход.

4. В сушилке необходимо иметь надлежащую циркуляцию воздуха для лучшей просушки материала.

5. Количество воздуха, пропускаемого через высушиваемые дрова, должно быть достаточным, чтобы при температуре выхода воздух имел полную возможность поглотить надлежащее количество влаги, находящейся в дровах.

6. Требуемое количество воздуха должно быть нагрето с таким расчетом, чтобы содержащегося в нем тепла было вполне достаточно для испарения влаги, находящейся в дровах, а также для покрытия потерь, происходящих при движении воздуха в сушилке.

7. Площадь нагрева калориферов должна быть достаточной для данных размеров сушилки.

8. Сушилка должна быть безопасной в пожарном отношении; печь и дымоход должны быть пригодны для длительной бесперебойной топки.

9. Стоимость сушилки должна быть невысокой, причем сушилка должна быть построена из местных недефицитных материалов.

При проектировании сушилки, удовлетворяющей перечисленным основным требованиям, необходим ряд расчетов. Последние должны предопределять размер и полезную емкость сушильных камер.

Основным является тепловой расчет, определяющий количество циркулирующего воздуха, расход тепла на испарение влаги и размеры калорифера. Ко всем этим расчетам должна быть дана объяснительная записка по технологической, тепловой и строительной части.

Так как существующие типы сушилок перечисленным требованиям не удовлетворяют, то в ЦНИИМЭ была спроектирована сушилка нового типа и составлен ее полный расчет.

Сушилка ЦНИИМЭ

В современных условиях работы большинства леспрохозов для искусственной сушки газогенераторных дров возможно использовать огневые и воздушно-огневые сушилки.

Простейшие огневые сушилки представляют большую опас-

ность в пожарном отношении. Поэтому при выборе типа деревянных сушилок наиболее рациональными следует признать воздушно-огневые, осуществляющие нагревание агента сушки — воздуха — посредством особых печей, имеющих дымовые трубы.

Режим сушки должен быть установлен такой, при котором в течение 1—2 суток можно было бы высушивать дрова до влажности 15%.

Исходя из указанных основных предпосылок, автором был разработан следующий тип сушилки (рис. 25—27).

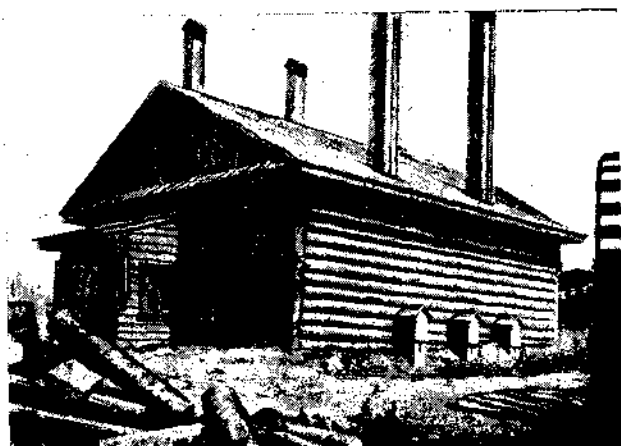


Рис. 25. Общий вид сушилки ЦНИИМЭ для газогенераторного топлива

Сушилка представляет собой деревянное здание размером 8,5 м × 6,5 м × 3,2 м. Стены рубленые, из бревен толщиной 25 см. Для придания им возможно меньшей теплопроводности их оштукатуривают с обеих сторон. Во избежание быстрой порчи оштукатурку желательно производить цементным раствором состава 1:3 с добавлением водоупорных составов.

Калорифер (рис. 28), служащий для нагревания сушильных камер, кирпичный. В его конструкции учтены особенности печей системы проф. Лукашевича и архитектора Свиязева. Калорифер имеет ряд опускных колодцев, сложенных в футлярах из кровельного железа, расположен по середине сушильной камеры и топка его выходит наружу. Вокруг топки для истопника устраивается дощатый тамбур. Топливник и верхний боров калорифера (рис. 29), распределяющий горячие газы по опускным колодцам, должны иметь облицовку из огнеупорного кирпича. Верхний распределительный боров устраивается сводом. Для свода предпочтительна более крутая полуциркулярная арка, при которой отсутствует распор боковых стенок борова. У таких арок (сводов) отношение стрелки дуги к длине хорды должно быть не менее 0,13.

Для придания своду большей устойчивости он должен быть обязательно скреплен железным каркасом. Каркас состоит из полос железа, проложенных по бокам борова. Эти железные полосы стягиваются болтами, охватывающими боров снизу и сверху.

Сушилка имеет две камеры, расположенные по бокам калорифера. Вдоль сушильных камер на высоте 95 см от земли проложены узкоколейные пути, идущие от разделочного дровяного

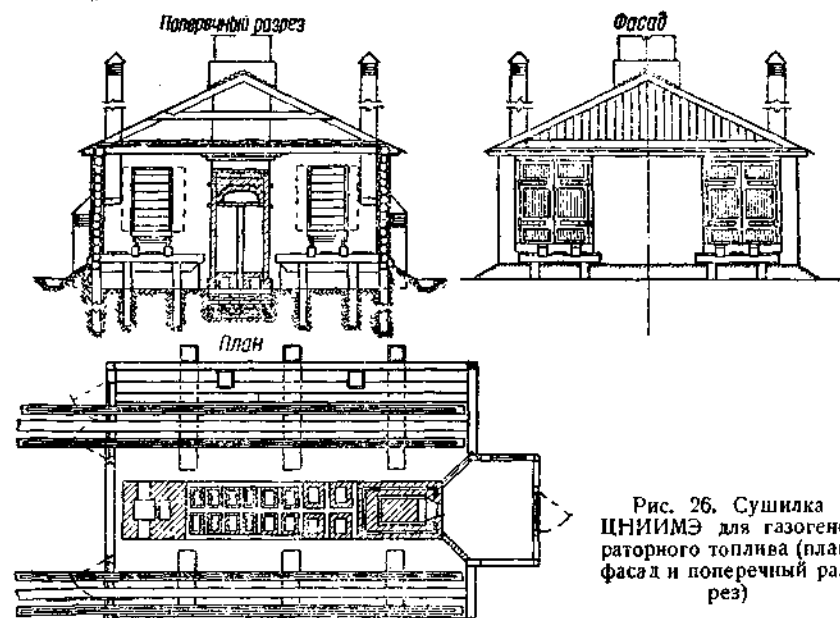


Рис. 26. Сушилка ЦНИИМЭ для газогенераторного топлива (план, фасад и поперечный разрез)

склада. Стены в обеих камерах имеют двустворчатые двери, с внутренней стороны обшиваемые кровельным железом по войлоку.

Высушиваемый материал насыпается на проволочные сетки, натянутые на деревянные рамки. Сетки укладываются на вагонетки специальной конструкции (рис. 30). У вагонеток имеются вертикальные стойки с опорными полками из углового железа для укладываемых на них сеток. Ширина вагонеток 1 м, длина 2,5 м и высота 2 м. Каждая камера вмещает по три вагонетки (рис. 31).

Сушка осуществляется циркуляцией нагреваемого воздуха. Процесс циркуляции воздуха проектируется по следующей схеме. Холодный воздух, подаваемый в низ сушильных камер через специальные подсосные трубы, поступает к калориферу. Он обтекает горячие стенки калорифера, быстро нагревается и, имея меньший удельный вес, поднимается вверх. В результате получается так называемый восходящий ток горячего воздуха. При движении вверх горячий воздух встречает на своем пути сырые дрова. Часть своего тепла он расходует на испарение влаги из дров. Несколько охладившаяся часть воздуха приобретает больший удельный вес и в результате этого будет опускаться вниз.

В свою очередь горячий воздух, скопившийся сверху под потолком, от соприкосновения с последним также несколько охлаждается, приобретает большой вес и поэтому также постепенно будет опускаться вниз. Этому ходу воздуха вниз будут способствовать новые порции нагретого воздуха, идущие от калорифера и стремящиеся занять место под потолком. Движение несколько охлажденного воздуха сверху вниз вызывается нисходящим током.

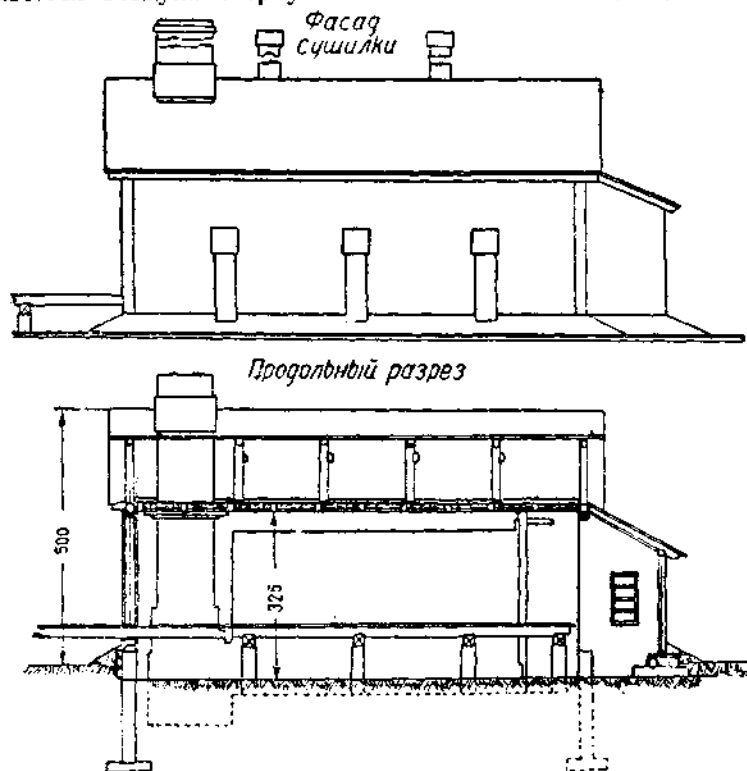


Рис. 27. Продольный разрез сушилки ЦНИИМЭ

При нисходящем токе воздух стремится двигаться в сторону наименьшей температуры окружающей среды. Наименьшую температуру будут иметь высушиваемые дрова, расходующие большое количество тепла на испарение влаги. При таком положении нисходящий ток воздуха будет омывать охлаждающиеся поверхности чурчак и таким образом высушивать их.

Охладившийся холодный воздух, как имеющий большой вес, окажется внизу сушильной камеры, откуда через вытяжную трубу, сложенную из кирпича вместе с дымовой трубой, он будет выходить наружу. Часть его подается в два поддувала топки, усиливающие вытягивание из камеры отработанного воздуха.

Отработанный воздух, опускающийся в низ камеры, частично будет использован для вторичной циркуляции после нагрева тем же калорифером.

При проектировании описанной системы сушилки имелись в виду следующие соображения.

Нагревательный прибор — калорифер — должен обладать максимальной теплоотдачей на единицу площади. Наряду с этим он

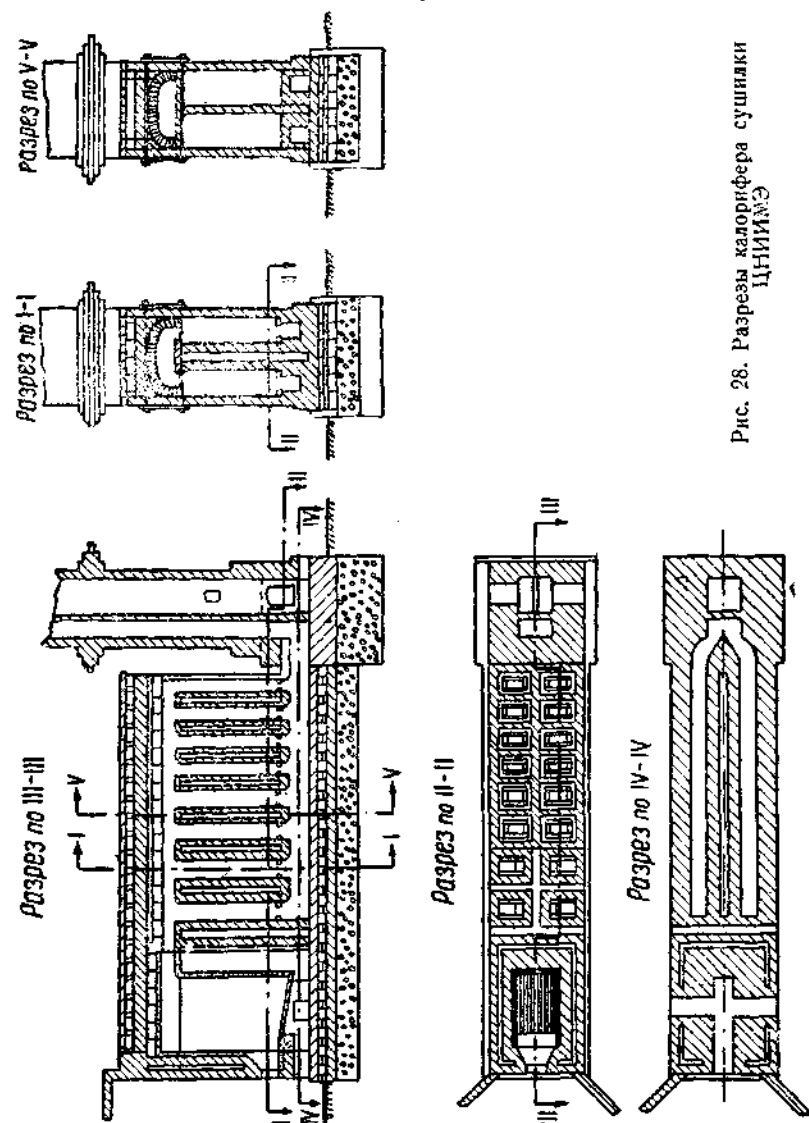


Рис. 28. Разрезы калорифера сушилки ЦНИИМЭ

должен быть достаточно устойчив и безопасен в пожарном отношении. Наибольшую теплоотдачу дают металлические печи, однако от них в данном случае пришлось отказаться, так как производительность сушилки, определяемая в 12—15 м³ древесины в

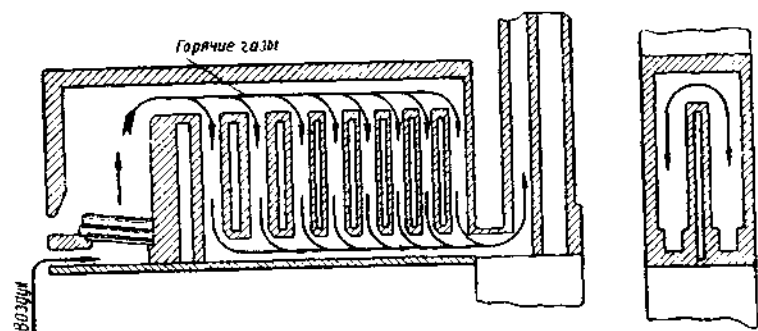


Рис. 29. Схема движения дымовых газов в калорифере

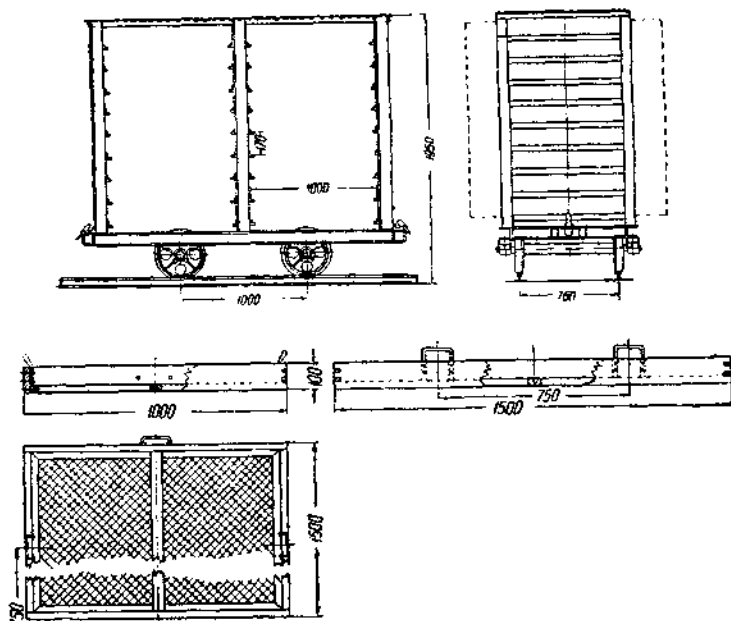


Рис. 30. Вагонетки и сетки для сушки щепы

сутки, требует исключительно больших печей. Изготовление же их из металла связано с большими затратами и кроме того такие печи будут огнеопасны.

В целях обеспечения наибольшей теплоотдачи принят кирпичный калорифер, стенки которого укладываются в $\frac{1}{2}$ и $\frac{1}{4}$ кирпича (кирпич кладется плашмя и на ребро). Для большей устойчивости кладка кирпичных стенок калорифера производится в железных кожухах. Для получения большей площади тепловосприятия и теплоотдачи калорифер имеет 16 вертикальных опускающих колодцев. При таком положении дымовые газы до выхода в дымовую трубу соприкасаются с значительной площадью стенок и в резуль-

тате отдадут большую часть своей теплоты. Коэффициент полезного действия такой печи достигает 0,85—0,90. Калорифер имеет длину 7,2 м, ширину 1,5 м, высоту 3 м и площадь теплоотдачи 94 м² (рис. 32, стр. 70).

Облицовка кровельным железом дымовых каналов калорифера имеет ряд преимуществ. Прежде всего она увеличивает прочность печи и предупреждает возможность проникания продуктов горения в отапливаемое помещение через стенки дымооборотов. Наряду с этим, как уже было указано, наличие кожухов дает возможность уменьшать стенки дымооборотов до $\frac{1}{4}$ кирпича и тем улучшать условия теплоотдачи.

Для железных кожухов может быть использовано не только новое, но и бывшее в употреблении железо. Из отдельных листов железа сначала изготавливаются кожухи, по высоте равные ширине



Рис. 31. Загрузка сушильных сит со щепой на вагонетки сушилки

листа. Поперечное сечение этих кожухов определяется сечением опускающих колодцев и толщиной их стенок. При изготовлении кожухов отдельные листы соединяются между собой при помощи плоского фальца. При соединении отдельных кожухов между собой верхний кожух краем надевается на нижний. Во время кладки кирпичных опускающих колодцев надо следить за тем, чтобы каждый кирпич плотно прилегал к кожуху и чтобы при этом большая часть глины выдавливалась и получалось полное соприкосновение между железом и кирпичом. Если между ними остаются воздушные прослойки, то они будут уменьшать теплоотдачу, так как воздух является плохим проводником тепла.

Для увеличения площади тепловосприятия и теплоотдачи калорифер имеет систему (16 шт.) опускающих вертикальных колодцев.

В таком калорифере горячие газы поднимаются из топливника кверху и идут по верхнему горизонтальному распределителю-борову, расположенному над системой опускающих колодцев. При прохождении потока горячих газов по борову этот поток постепенно распределяется между опускающими колодцами. В опускающих колодцах горячие газы идут сверху вниз, где собираются

в два нижние горизонтальные канала, выходящие в дымовую трубу. Таким образом при наличии верхнего борова, опускных колодцев и нижних дымовых каналов горячие газы проходят от верха до самого низа печи. Это обстоятельство ценно в том отношении, что делает активной в смысле отдачи тепла всю боковую поверхность печи. Движение дымовых газов в калорифере можно уяснить из схемы (рис. 29, на стр. 68).

Принятая система параллельных опускных колодцев, питающихся одновременно из общего распределительного борова вместо последовательных дымооборотов, заставляющих горячие газы не-



Рис. 32. Внутренний вид сушилки ЦНИИМЭ

сколько раз подниматься и опускаться, имеет то преимущество, что в данном случае печь получается однооборотной. В однооборотных печах дымовые газы встречают на своем пути меньшее сопротивление, в результате чего достигается лучшая тяга.

Первые две пары опускных колодцев имеют стенки толщиной в $\frac{1}{2}$ кирпича. Остальные 12 устраиваются в $\frac{1}{4}$ кирпича. Такое постепенное утончение стенок выравнивает температуру наружной поверхности теплоотдачи.

Для лучшей утилизации тепла запроектированный кирпичный калорифер возможно дополнить системой железных труб, через которые целесообразно пропускать дымовые газы из нижних горизонтальных боровов. Температура дымовых газов в нижних боровых калорифера изменяется в пределах от 200 до 350°. При такой температуре прохождение дымовых газов из нижних кирпичных боровов через железные трубы и затем в дымовую трубу никакой опасности в пожарном отношении не представляет, но

дает возможность использовать значительную часть тепла отходящих газов.

Основание калорифера вместо сплошной кладки имеет шанцы, представляющие собой своеобразную решетчатую кладку, при которой образуется ряд продухов. Такие продухи уменьшают потерю тепла в землю, и через них нагреваемый воздух соприкасается с нижними стенками дымовых каналов. Сверху над калорифером также имеются шанцы, позволяющие через продухи наиболее полно использовать нагрев стенок верхнего борова. Наряду с этим кирпичное перекрытие верхних шанцов уменьшает пожарную опасность сушилки, ограждая потолок от действия высоких температур.

Запроектированный калорифер, как и каждая печь, состоит из двух главных частей: топливника и дымооборотов.

Топливник служит местом сжигания топлива. При топке печи перемешивание воздуха с газообразными продуктами горения должно происходить в топливнике и в нем же должен заканчиваться процесс горения.

К этому необходимо стремиться потому, что обычно в топливнике температура достаточно высокая и летучие соединения сгорают без остатка. Что касается дымооборотов, то температура в них оказывается значительно ниже, поэтому попавшие в дымообороты газообразные продукты не будут сгорать полностью. Несгоревшие частицы выходят из калорифера в виде сажи через дымовую трубу. Древесина при горении в отличие от угля дает ряд летучих соединений, для полного использования которых в топливнике над слоем дров должно оставаться значительное пространство. Наряду с этим топливник должен иметь приспособление для регулирования количества притекающего к топливу воздуха.

Для того чтобы температура в топливнике не понижалась, стенки должны быть нетеплопроводны. С этой целью они запроектированы толщиной в 1 кирпич и кроме того топливник окружен кирпичным кожухом толщиной в $\frac{1}{2}$ кирпича.

Для исчисления общего количества тепла, потребного на сушку, сначала было определено влагосодержание в килограммах воздуха, входящего и выходящего из сушилки. Затем на основании этих двух состояний воздуха было исчислено количество паров в килограммах, уносимое из сушилки 1 кг воздуха. Соответственно этой величине найдено количество сухого воздуха в килограммах, потребное на испарение 1 кг влаги и всей влаги, запроектированной к испарению за 1 час работы сушилки.

Так как температура наружного и нагретого воздуха была известна, то было исчислено количество тепла, которое необходимо для нагрева 1 кг воздуха, и общее количество, требующееся для сушки заданного объема древесины.

Далее были учтены потери тепла, происходящие при сушке древесины. К числу этих потерь относятся:

1) потери тепла, идущие на нагревание древесины от наружной температуры до температуры, с которой древесина выходит из сушилки;

- 2) потери тепла на охлаждение через стены, двери и потолки;
3) потери тепла, идущие на нагревание вагонеток с сетками.

Суммированием количества тепла, требующегося для нагрева воздуха до температуры в 100° , с общими потерями в конечном итоге найдено общее количество тепла в калориях, на которое должна быть рассчитана часовая отдача тепла калорифером.

Для компенсации потерь тепла необходимо в сушильные камеры ввести дополнительное количество воздуха. Это добавочное количество воздуха и количество тепла, требующееся для его нагрева, исчислены тем же методом, что и для основной его массы. В конечном итоге найден полный расход сухого воздуха на 1 кг и на общее количество испаряемой влаги.

Применительно к температурам и относительной влажности найдены удельные веса сухой части воздуха, входящего в камеру, затем нагретого до расчетной максимальной температуры, для воздуха, находящегося в середине камеры и при выходе из камеры. Соответственно этим удельным весам объем потребного воздуха для сушки заданного количества древесины и количество тепла, требующееся для нагрева воздуха и компенсации всех потерь в результате подробного теплового расчета, оказались следующими (табл. 20):

Таблица 20

	Зима	Весна	Лето
Объем воздуха в m^3 при температуре наружного воздуха	4 630	4 880	5 075
Объем воздуха в m^3 после его нагрева в сушилке	7 060	6 580	6 360
Объем воздуха, уходящего из сушилки, в m^3	5 925	5 617	5 577
Общее количество тепла, потребное для нагрева воздуха в кал/час и компенсации всех тепловых потерь	167 876	135 654	110 924

На основании температуры горения дров средней влажности и коэффициента полезного действия топки в 0,85 были исчислены температуры внутренней поверхности топливника, верхнего распределительного боровца, опускных колодцев, нижних боровцов и дымовой трубы. Соответственно этим температурам и толщине стенок в отдельных частях калорифера по графику М. И. Грудева и Т. П. Дагаева определено количество тепла, передаваемого в час 1 m^2 стенки. Умножением определившегося количества тепла, передаваемого 1 m^2 отдельных частей калорифера, на площадь этих частей, была найдена общая теплоотдача. В результате всех произведенных вычислений оказалось, что запроектированный калорифер имеет общую площадь теплоотдачи в 94 m^2 . С этой площади в один час можно получить тепла 171 640 кал.

Согласно нашему тепловому расчету при сушке зимою в самый холодный месяц для нашей сушилки требуется тепла округленно 168 000 кал/час.

Теплоотдача запроектированного калорифера близка к этой величине, превышая ее на 2,1%.

Запроектированный калорифер может обеспечить ожидаемый тепловой эффект в том случае, если процесс топки печи будет подчинен определенному правильному режиму. Для установления такого режима прежде всего необходимо уяснить сущность самого процесса горения и соответственно особенностям этого процесса наметить мероприятия, обеспечивающие наиболее полное использование тепловых свойств топлива.

Процесс горения в топке протекает следующим образом. На раскаленные угли, находящиеся на колосниковой решетке, набрасывается слой дров. Под влиянием тепла горящих углей из новой порции дров начинается испарение влаги, а затем выделение углеводородных летучих соединений. Эти летучие соединения поднимаются над слоем дров и сгорают в верхней части топки, соединяясь с кислородом воздуха, поступающего в топку. На колосниковой решетке после выделения летучих горючих соединений остается слой топлива в виде угля, состоящего почти из чистого углерода. Сгорание этой части топлива происходит на самой колосниковой решетке.

Необходимый для горения воздух поступает через поддувало под колосники. При прохождении воздуха через слой дров часть кислорода расходуется на горение дров в слое, а вторая часть проникает в верх топки, где происходит сгорание летучих соединений.

Процесс горения в топке протекает крайне непостоянно. В первый момент после загрузки из дров начинают быстро и в большом количестве выделяться горючие вещества. Для полного сгорания этих веществ в топке обычно не хватает воздуха, и они вылетают из топливника, не успев сгореть до конца. В последующие моменты, когда из дров выделяются летучие соединения, дрова в значительной мере обугляются, слой их на решетке окажется более тонким и поступающий в топку воздух оказывается в избытке. Это обстоятельство также ведет к излишней потере тепла с отходящими газами.

Горение дров с неполной подачей, а также с излишком воздуха легко распознается по внешним признакам. При недостаточной подаче воздуха из дымовой трубы выходит густой черный дым. Наряду с этим в топке можно наблюдать длинное пламя с черными прослойками, представляющими собой скопления сажи или, иными словами, несгоревший углерод. После того как из дров выделится и сгорит значительная часть летучих соединений, дым, выходящий из дымовой трубы, становится более светлым. В этот момент пламя в топке имеет меньшую длину и становится более светлым, причем самый процесс горения идет более спокойно. К концу горения пламя становится коротким, беспокойным от избытка воздуха, рвущимся вверх. В этот момент оно имеет ослепительно белый цвет.

Таким образом в первый период имеются потери тепла от хи-

мической неполноты горения, а в последний период — потеря в отходящие газы.

Для устранения этих потерь кочегару необходимо регулировать процесс горения, стремясь сделать его более равномерным. При этом кочегар должен руководствоваться следующими примерными правилами:

1. Дрова в топку следует класть ровно и плотно. Крестообразное набрасывание поленьев в топку не допускается, так как в этом случае получаются излишние пустоты и неравномерное распределение воздуха по слою, обуславливающее неправильное и неравномерное горение.

2. Загрузка дров в топку должна производиться через такой промежуток времени, при котором толщина слоя дров в топке еще не успела резко измениться. Следовательно при регулировании процесса горения надо избегать чрезмерной загрузки топки и не давать дровам сгорать до конца.

3. Во избежание сильного охлаждения топки через открытую загрузочную дверку загрузку дров необходимо производить возможно быстрее. Для уменьшения засоса в топку холодного воздуха рекомендуется в момент загрузки прикрыть выюшку трубы. После того как загрузочная дверка будет закрыта, выюшка трубы должна быть немедленно открыта полностью.

4. Во время топки надо следить за цветом пламени в топке и цветом дыма, выходящего из дымовой трубы. Цвет пламени в топке можно видеть через особые оконца, устраиваемые в топочной дверце.

5. При наличии неполного сгорания, распознаваемого по черному дыму и длинному пламени с черными прослойками, надо усилить тягу, открыв полностью выюшку дымовой трубы. Если после полного открытия выюшки горение все же идет с недостаточным притоком воздуха, следует на некоторое время приоткрыть загрузочную дверку. К этой мере чаще всего приходится прибегать при сжигании сухих и мелких дров.

6. В тех случаях, когда пламя в топке становится ослепительно ярким, коротким и беспокойным, тягу нужно уменьшить, несколько прикрыв выюшку дымовой трубы. Для уменьшения притока воздуха в топку не рекомендуется прикрывать поддувало, так как при этом во всех дымоходах получается разрежение газов, вследствие чего воздух начинает проникать через неплотности кладки.

7. Для более быстрого увеличения температуры в сушилке необходимо чаще загружать дрова, одновременно увеличивая приток воздуха в топку.

8. Если в сушилке температура чрезмерно высока и ее необходимо снизить, то дрова следует загружать с большими промежутками и кроме того нужно несколько прикрыть выюшку трубы.

9. При окончании работы топки поддувальную дверцу надо прикрывать постепенно.

Результаты испытания сушилки

Сушилка описанной выше конструкции построена ЦНИИМЭ на Загорской газогенераторной автобазе. С июля по август 1936 г. проводились ее испытания. В среднем ежедневно в ней высушивалось 11,9 кл. м³, или 5,24 пл. м³ щепы, что составляло около 50% проектной производительности. Это объясняется тем, что в период испытаний сушилка не имела полного комплекта сушильных сит, имевшиеся сита не загружались полностью и между отдельными загрузками сушилки допускались значительные простои.

Во время испытаний продолжительность сушки щепы в среднем составляла 20,6 часа. После такого срока сушки щепы имела в среднем влажность в 5,6% против средней начальной влажности в 37,6%. Следовательно за каждый час нахождения в сушилке щепы теряет 1,5% веса в абсолютно-сухом состоянии.

Наблюдения показали, что наиболее интенсивно идет сушка щепы в первые 8 часов. За это время влажность щепы в среднем понизилась до 12%. Таким образом, в течение первых 8 час. щепы теряет $37,6 - 12 = 25,6\%$, а в один час $25,6 : 8 = 3,2\%$.

В последующий период интенсивность сушки резко падает. За вторые 8 час. щепы теряет в весе в среднем $12 - 8 = 4\%$, а в один час 0,5%. Примерно такими же цифрами характеризуется ход сушки за третий период (от 16 до 24 час.).

Приведенные нами средние цифры сравнительно близки к показателям, полученным по отдельным дням сушки. Поэтому выводы, основывающиеся на средних цифрах, целиком могут быть распространены на все дни периода испытания сушилки.

Во время испытаний в сушилке средняя температура составляла 71°С. Температура в сушилке непостоянна, она все время увеличивается от начала сушки к ее концу. В среднем ее изменение ограничивается пределами 45—115°.

Относительная влажность воздуха в сушилке в среднем составляла 26%. Эта цифра свидетельствует о том, что по сравнению с высушиваемым количеством щепы в сушилке имеется избыток теплого воздуха, который далеко не достигает предела влажности, принимаемого для сушки в 70—80%. При таком положении теплый воздух выходит из сушилки в ненасыщенном состоянии, и сушилка работает с малым коэффициентом полезного действия.

В сушилке сжигалось в среднем 2,4 пл. м³ осиновых дров, что составляет 46% объема высушиваемой щепы. Такой расход топлива на сушку следует признать чрезмерно высоким и вызванным нерациональной организацией сушки в период испытаний. Соотношение между количеством сжигаемого топлива и количеством высушиваемой щепы можно резко изменить. Для этого прежде всего необходимо сократить срок сушки. Наблюдения показывают, что в летний период (июнь — август) для достижения щепой оптимальной влажности вместо 20—24 час. достаточен срок сушки в 8 час. Соответственно этому, расход

топлива на сушку сократится в 2—2,5 раза и окажется близким к 20%, по отношению к объему высушиваемой щепы.

Кроме того нужно принять меры к полному использованию проектной мощности сушилки. Для этого необходимо сушилку обеспечить полным комплектом сушильных сит и одновременно с этим увеличить толщину слоя щепы, загружаемого на сита. Это увеличение особенно необходимо в верхней половине сит, находящихся под действием более высокой температуры.

Во время испытаний сушилки производилась запись температур по сухому и мокрому термометрам. Сравнение температур за отдельные дни показывает, что в большинстве случаев они имеют между собой сходство. Температура в момент загрузки в среднем в два раза ниже температуры к концу сушки.

Более низкие температуры в первые часы сушки объясняются тем, что печь начинают топить лишь после того, как сушилку полностью загрузят щепой. Вследствие этого значительную часть тепла, получаемого в первые часы топки, охладившийся калорифер аккумулирует в себе, отдавая тепло в последующие периоды сушки. Наряду с этим в первые часы сушки значительное количество тепла расходуется на испарение влаги из высушиваемой древесины, что в конечном итоге также приводит к падению температуры.

Таким образом к концу процесса сушки сильно нагретый воздух выходит из сушилки неиспользованным. Для устранения отмеченного недостатка сушку необходимо организовать так, чтобы топка сушилки производилась непрерывно и вновь загружаемая в сушилку щепа попадала не в остывшую камеру (как это было в период испытаний), а с температурой, близкой к 100°. При такой организации возможно резко сократить срок сушки, тем самым повысить производительность сушилки и одновременно с этим уменьшить расход топлива. Для такого порядка сушки необходимо было бы иметь два комплекта вагонеток с сушильными ситами. В этом случае второй комплект вагонеток с ситами мог бы нагружаться в то время, когда вагонетки первого комплекта находятся в сушилке, и самая загрузка сушилки могла бы произойти в несколько минут, так как на место вагонеток с высушенным топливом можно было бы немедленно поставить второй комплект вагонеток, заранее нагруженных сырой щепой.

Разгрузка и загрузка сушилки при недостатке рабочей силы и ненадежности технологического процесса на Загорской автобазе в общей сложности отнимали не менее 5—6 час. Все это время сушилка стояла пустой, и топка прекращалась. В результате подобной постановки дела создаются неблагоприятный режим сушки и резкое сокращение производительности сушилки.

Так как оборудовать сушилку двумя комплектами металлических вагонеток на многих автобазах затруднительно, то можно ограничиться вместо полного запасного комплекта вагонеток с ситами только вторым комплектом сит. Сита второго комплекта должны загружаться в тот период, когда первый комплект сит находится в сушилке. Сита второго комплекта, загруженные ще-

пой, должны складываться в стопки, расположенные возможно ближе к сушилке. После того как вагонетки будут освобождены от сит первого комплекта с сухим топливом, второй комплект сит должен немедленно ставиться на вагонетки и завозиться в сушилку. Этот второй вариант организации работы хотя и будет связан с некоторым простым сушилки, однако эти простои по сравнению с указанными выше сократятся не менее чем в 5 раз.

Слабым местом в работе большинства сушилок является то, что в различных частях сушильной камеры процесс сушки идет с разной интенсивностью. Обычно вверху сушильной камеры сушка идет быстро, а внизу значительно медленнее.

Нами были поставлены наблюдения над ходом сушки щепы, находящейся на разных вагонетках и на разной высоте от пола.

Результаты этих наблюдений сведены в табл. 21 (стр. 78).

Из этой таблицы можно сделать следующие выводы.

1. Положение вагонетки в сушильной камере на процесс сушки влияния не оказывает. На всех трех вагонетках (независимо от того, находится ли вагонетка в середине камеры, против топливника или против дымовой трубы) сушка идет с одинаковой скоростью, что подтверждается примерно равными процентами влажности щепы на всех трех вагонетках.

2. Интенсивность сушки зависит от положения сушильных сит на вагонетке. В ситах, находящихся в верхней части вагонеток, процесс сушки идет быстрее, чем на ситах в средней и нижней частях. На нижних ситах щепа сохнет медленнее, чем на верхних и средних. После 8-часовой сушки на верхних ситах щепа имела в среднем влажность в 4,9%, на средних — 10,8% и на нижних — 14,6%. Через 16 час. сушки щепа верхних сит приблизилась к абсолютно-сухому состоянию (влажность на верхних ситах оказалась 1,5%). В средних ситах через 16 час. щепа имела влажность в 3,4% и в нижних — 7,7%.

3. Сопоставление средних цифр позволяет заключить, что несмотря на некоторое отставание просыхания нижних сит, состояние щепы после 8-часовой сушки соответствует оптимальной влажности, установленной для газогенераторного топлива.

4. Чтобы вся щепа по своим топливным свойствам была равноценной, необходимо при разгрузке сушилки ее перемешать. С этой целью вместе со щепой, взятой с нижнего сита, должна сыпаться щепа верхнего сита и т. д.

Указанная неравномерность сушки в вертикальном направлении в значительной мере может быть устранена путем изменения толщины слоя щепы на сушильных ситах. На верхние три сита, на которых процесс сушки идет особенно быстро, необходимо нагружать максимально толстый слой щепы. Средние сита должны иметь среднюю толщину слоя и нижние сита минимальную. Для автоматического регулирования толщины слоя на ситах, находящихся на разной высоте, необходимо при изготовлении вагонеток устраивать гнезда для сит разной высоты. Так например в нижней части вагонетки между ситами можно установить расстояние в 12 см, в средней части — 20 см и в верхней — 30 см.

Таблица 21

Дата	№ вагонеток	Через 8 час. сушки			Через 16 час. сушки			Через 24 часа сушки		
		верх вагонетки	середина вагонетки	низ вагонетки	верх вагонетки	середина вагонетки	низ вагонетки	верх вагонетки	середина вагонетки	низ вагонетки
16/VII	1	4,6	6,4	9,2	1,5	3,2	5,9	1,2	2,5	4,2
	2	3,5	9,7	8,9	2,1	1,9	5,8	0,7	1,4	2,9
	3	4,1	5,4	9,4	1,2	2,7	4,7	1,2	1,6	4,9
Среднее		4,1	7,2	9,2	1,6	2,6	5,5	1,0	1,9	4,0
17/VII	1	2,6	8,3	15,4	1,9	2,3	9,1	0,7	0,7	4,0
	2	2,5	9,2	14,0	1,5	2,8	11,9	0,4	0,7	6,4
	3	3,1	6,2	10,9	1,6	2,4	9,1	0,5	0,9	2,9
Среднее		2,7	7,9	13,4	1,8	2,5	10,0	0,5	0,8	5,5
18/VII	1	4,2	8,9	12,4	1,1	1,4	2,6	0,7	0,8	1,6
	2	5,5	10,2	28,2	1,7	2,7	9,9	1,7	2,6	3,5
	3	4,2	11,2	17,2	1,1	2,1	6,4	0,9	1,5	3,0
Среднее		3,6	10,1	18,6	1,3	2,1	6,1	1,1	1,6	2,9
20/XII	1	11,4	17,2	17,9	2,0	4,8	13,4	0,5	1,2	9,9
	2	8,3	17,5	20,0	0,9	2,7	14,8	0,3	0,6	10,9
	3	7,2	19,4	14,0	2,7	3,6	5,6	0,2	0,6	3,0
Среднее		9,0	18,0	17,3	1,9	3,7	11,3	0,3	0,8	7,9
21/VII	1	—	—	—	0,7	1,6	6,3	—	—	—
	2	—	—	—	0,8	0,7	2,7	—	—	—
	3	—	—	—	0,9	0,9	4,1	—	—	—
Среднее		—	—	—	0,9	1,1	4,8	—	—	—
1/VIII	1	—	—	—	4,3	9,4	9,5	0,3	3,5	5,6
	2	—	—	—	1,4	7,1	8,8	0,9	2,8	6,8
	3	—	—	—	0,7	5,5	7,6	—	3,7	5,2
Среднее		—	—	—	1,8	7,3	8,6	0,6	3,3	5,8
Среднее из всех наблюдений . .		4,9	10,8	14,6	1,5	3,4	7,7	0,7	1,7	5,2

В сушилках с естественной вентиляцией скорость движения воздуха, производящего сушку материала, зависит от температурного градиента, или, иными словами, разницы в температуре вверх и вниз сушилки. При разных температурах воздух имеет разный удельный вес. Чем больше разница в температурах, тем значительнее различие в удельном весе воздуха и тем больше предпосылки для более быстрого продвижения воздуха при восходящем и нисходящем токе, наблюдаемом в сушилке принятой нами конструкции.

Ввиду этого во время испытания сушилки были поставлены специальные наблюдения за изменением температур на различной высоте.

На основании этих наблюдений можно сделать следующие выводы.

1. Отработанный воздух, выходящий наружу через нижнее отверстие основного вентиляционного канала, в летнее время имеет среднюю температуру 40° и относительную влажность 80%. Эти цифры полностью совпадают с цифрами теплового расчета. Такое их совпадение служит подтверждением правильности расчетов, определяющих расход тепла и воздуха для сушки газогенераторного топлива в намеченном объеме.

2. Во время испытаний средняя температура вверх сушилки составляла 80—85° Ц, а на высоте головки рельсов 40°, или примерно 50% по отношению к температуре вверх сушилки. Средняя температура на уровне пола сушилки равняется 38°, или 44% от температуры в верхней части сушилки.

За все дни испытаний между температурами вверх и вниз сушилки наблюдается довольно устойчивое постоянное соотношение. При таком положении указанные средние температуры на разной высоте от пола следует признать для данного вида сушилки типичными, характеризующими этот вид сушилок.

3. Воздух верхней и нижней частей сушилки имеет температурный градиент в 47°. Соответственно такому температурному градиенту при общей высоте сушилки около 3 м воздух в сушилке должен двигаться, по данным Н. Я. Любимова¹, со скоростью в 1,2 м/сек. Если около одной трети своей скорости он будет терять на сопротивление слою высушиваемой щепы или чурок, то и в этом случае эта скорость окажется около 0,8 м/сек. Такая скорость для сушилок с естественным движением воздуха должна быть признака весьма высокой, способствующей быстрой смене воздуха и интенсивной сушке древесины.

Наличие значительной скорости в движении воздуха на практике себя вполне оправдало, поскольку при неблагоприятном режиме сушки описываемая сушилка обеспечила сушку щепы до требуемой влажности в течение 8 часов.

Сушилка описанной выше конструкции была построена на Загорской автобазе в мае 1936 г. На протяжении всего истек-

¹ Н. Я. Любимов, Теория и практика сушки дерева, Гослестехиздат, стр. 342, 1933 г.

шего года она находилась под систематическим наблюдением ЦНИИМЭ. Как показывают наблюдения, в течение всего года сушилка бесперебойно снабжала сухим топливом все 12—18 грузовых газогенераторных машин, работающих на базе. Калорифер оказался весьма прочным, не дающим трещин и пригодным для данного типа сушилок. Опыт его эксплуатации показал, что внутренние стенки топливника и верхнего распределительного борова должны быть облицованы огнеупорным кирпичом. На Загорской автобазе за отсутствием огнеупорного кирпича топливник и верхний боров были облицованы обыкновенным красным кирпичом. В результате этого в топливнике пришлось сменять облицовку через каждые 6 месяцев, а в верхнем борове — через 1 год.

Весь уход за калорифером и топливником выражается в том, что через каждые 2—3 дня из поддувала приходится удалять накопившуюся там золу. Летучие соединения в топливнике и верхнем борове сгорают полностью, без остатков в виде сажи. Это исключает необходимость чистки верхнего распределительного борова и вертикальных опускающих колодцев. В нижних двух горизонтальных каналах задерживается зола, уносимая из топливника горячим потоком дымовых газов. Эти каналы должны очищаться от золы через каждые 1½—2 месяца. Для их очистки устраиваются специальные оконца (чистки), закрываемые после очистки кирпичом с глиняной замазкой.

Наибольшему износу в сушилке подвергаются сушильные ящики—сита. Слабым их местом является деревянная рама ящиков.

Для придания последней большей крепости необходимо углы обивать наугольниками из железа толщиной 2—3 мм. Чтобы ящики не рассыхались, доски, из которых они изготавливаются, должны быть предварительно высушены до влажности 8—10%.

В последнее время Загорская автобаза в качестве газогенераторного топлива вместо щепы использует чурки. Сушка последних осуществляется в течение 18—20 часов. За этот период влажность чурок падает с 35—40% до 8—13%. Одновременно в сушилку загружается около 7,5—8 пл. м³ чурок. Для их сушки расходуется от 2 до 2,5 пл. м³ дров, т. е. 20—30% от количества высушиваемой древесины. Средняя температура в сушилке 75—80°; она изменяется в пределах от 60 до 100°.

В дополнение к изложенному приведем ряд технико-экономических показателей.

Сушилка рассматриваемого типа имеет емкость 135 м³. Наибольшая нагрузка древесиной обеих камер нами исчислена в 12 пл. м³. Отсюда полезная емкость сушилки составляет 9%. Для сушилок, предназначенных для сушки деловой древесины, полезная емкость обычно определяется в 20—25%. Сопоставление этих цифр говорит о том, что в данном типе сушилки емкость использована недостаточно. При сушке газогенераторного топлива вследствие большого его измельчения полезная емкость сушильных камер хотя и не может достичь емкости сушилок для деловой древесины, но все же имеются возможности ее увеличить примерно до 15%.

Это увеличение можно получить прежде всего за счет изменения размеров вагонеток. Длина и высота последних должны быть такие, чтобы между потолком и стенами вагонеток оставались разрывы не более 0,3—0,4 м.

Сушилка рассматриваемого типа имеет калорифер с площадью теплоотдачи в 94 м², или 7,8 м² на каждый кубометр подлежащего сушке материала. В паровых сушилках, устраиваемых для деловой древесины, при наличии калорифера из гладких металлических труб на 1 м³ подлежащего сушке материала приходится 5—6 м² поверхности нагрева.

На сушилку описанного типа составлена строительная смета, согласно которой общая стоимость сушилки, не считая ее оборудования (вагонеток и сушильных сит), составляет 8090 руб., из них 4517 руб. (55,8%) падает на строительные материалы, а остальная сумма на заработную плату с начислениями и на транспорт.

Фактически постройка сушилки в Загорске обошлась в 8607 руб. и стоимость вагонеток с ситами в 3400 руб., или 43% стоимости сушилки.

Одним из основных преимуществ описанной выше сушилки является ее безопасность в пожарном отношении, позволяющая устраивать такие сушилки вместе с другими, связанными с ней агрегатами непосредственно на территории самой автобазы.

Предвидя необходимость устройства на верхних складах и в лесу более простых сушилок, не требующих при постройке значительного количества кирпича и железа, в настоящее время ЦНИИМЭ разработал проект простейшей огневой сушилки, производящей сушку непосредственно дымовыми газами. Описание этой простейшей сушилки будет дано после ее экспериментальной проверки.

ОПЕЧАТКИ

<i>Стр.</i>	<i>Строка</i>	<i>Напечатано</i>	<i>Должно быть</i>
57	Рис. 2	11%	71%
60	Табл. 19, 3-я колонка	6,9% принятой за 190	69% принятой за 100

Организация топливного хозяйства.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Стр.

Глава I

П. П. Москвин и Н. П. Анучин. Характеристика дровяного газогенераторного топлива	3
Влияние древесной породы на качество газогенераторного топлива	—
Влажность газогенераторного топлива	6
Размеры и форма отдельных кусков топлива	10

Глава II

Н. П. Анучин—Воздушная сушка дров	14
Интенсивность воздушной сушки древесины	—
Влияние дробности разделки древесины на интенсивность воздушной сушки	15
Влияние окорки на интенсивность воздушной сушки	17
Технические условия на дрова для газогенераторного топлива	20

Глава III

Б. Н. Стогов и Т. Б. Хованский. Заготовка газогенераторного древесного топлива	23
Машины для заготовки газогенераторного топлива	—
Конструкция дробилки № 8	28
Технологический процесс заготовки газогенераторного топлива—щепы	41
Бункер для загрузки щепы и склад для хранения щепы	46
Транспортные устройства	—

Глава IV

Н. П. Анучин—Факторы сушки и равновесная влажность древесины	53
Сущность процесса сушки	—
Равновесная влажность древесины	54

Глава V

Н. П. Анучин—Искусственная сушка газогенераторного топлива	62
Особенности сушки газогенераторного топлива	—
Сушилка ЦНИИМЭ	63
Результаты испытания сушилки	75

Отв. ред. В. В. ПРОТАНСКИЙ

Техн. ред. И. А. ВПКІОРОВ

Сдано в производство 28 марта 1937 г.

Подписано к печати 29 июля 1937 г.

Формат печ. бумаги $62 \times 14 \left(\frac{1}{16}\right)$

Объем $5\frac{1}{4}$ печ. листов—5,4 уч. авт. л.

Количество знаков в печ. листе 47 200

Тираж 4000 экз. Инд. 4241

Цена 1 руб. 90 коп., переплет 60 коп.

Уполномоченный Главлита Б-22250

Калуга, типография Мособлполиграфа

Заказ тип. 3359.