

*В. В. Коробов  
Н. П. Рушнов*

**ПЕРЕРАБОТКА  
НИЗКО-  
КАЧЕСТВЕННОГО  
ДРЕВЕСНОГО  
СЫРЬЯ**

---

**проблемы  
безотходной  
технологии**



МОСКВА  
«ЭКОЛОГИЯ»  
1991

УДК 630'15.004.18

**Коробов В. В., Рушнов Н. П. Переработка низкокачественного сырья (проблемы безотходной технологии). — М.: Экология, 1991. — 288 с. — ISBN 5-7120-0354-6.**

Показаны ресурсы низкокачественной древесины и древесных отходов, образующихся на различных фазах лесозаготовительного процесса, в лесопилении и шпалопилении. Рассмотрена технология сбора и переработки отходов лесозаготовок в условиях лесосеки и нижних складов. Описано технологическое оборудование для производства щепы, складирования и хранения измельченной древесины, ее погрузки и доставки потребителю. Дана экономическая оценка малоотходной переработки низкокачественного сырья и древесных отходов.

Для инженерно-технических работников лесной промышленности.

Табл. 42. Ил. 73. Библиогр.: 19 назв.

Производственное (практическое) издание

**Коробов Валентин Васильевич  
Рушнов Николай Петрович**

**ПЕРЕРАБОТКА НИЗКОКАЧЕСТВЕННОГО СЫРЬЯ  
(проблемы безотходной технологии)**

Редактор *В. П. Сергеева*

Художник обложки *О. Е. Рыжсаев*

Художественный редактор *К. П. Остроухов*

Технический редактор *Н. В. Гончарова*

Корректоры *Е. П. Родионова, И. Б. Шеманская*

ИБ № 2530

Сдано в набор 21.11.90. Подписано в печать 16.05.91. Формат 60×88/16.  
Бумага офсетная № 2. Гарнитура литературная. Печать офсетная. Усл. печ. л. 17,64.  
Усл. кр.-отт. 17,64. Уч.-изд. л. 20,08. Тираж 4800 экз. Заказ 1576. Цена 2 р. 40 к.

Ордена "Знак Почета" издательство "Экология". 101000, Москва, ул. Кирова, 40а.

Ленинградская типография № 4 Государственного комитета СССР по печати. 191126, Ленинград,  
Социалистическая ул., 14

К 2902030000-150 36-91  
037(01)-91

ISBN 5-7120-0354-6

© Коробов В. В., Рушнов Н. П., 1991

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Перестройка, проводимая во всех сферах жизни нашего общества, касается многих назревших народнохозяйственных проблем. К ним прежде всего относится проблема более разумного использования сырьевого потенциала нашей страны.

В частности, нуждается в серьезной перестройке дальнейшее развитие лесного комплекса с учетом прежде всего экологических требований, а также требований коренного улучшения использования заготовляемой древесины, вовлечения в переработку низкокачественного древесного сырья и отходов лесозаготовительного производства.

Сокращение объемов образующихся отходов лесозаготовок или их исключение за счет разработки и внедрения малоотходной и безотходной технологии, а также переработка остатков сырья в ресурсосберегающих производствах позволяет более полно использовать биомассу дерева и таким образом сохранить значительное количество растущего леса как источника сырья и части окружающей среды.

Для успешного решения этих задач необходима реконструкция действующих предприятий на основе технического и технологического перевооружения существующих цехов и участков. Это означает, что на большинстве лесозаготовительных предприятий с учетом возможности реализации по прямым связям должны быть организованы специальные участки по переработке низкокачественной лиственной древесины и древесных отходов на технологическую щепу, короткомерные пиломатериалы, товары народного потребления и другую товарную продукцию.

Важнейшей народнохозяйственной задачей является использование мягколиственной древесины. Приоритетным направлением ее освоения должна быть химическая и химико-механическая переработка, требующая измельчения древесины на технологическую щепу.

Опыт целого ряда предприятий нашей отрасли свидетельствует о высокой эффективности комплексной переработки низкокачественного, в том числе лиственного древесного сырья и является убедительным примером высокорентабельной работы в условиях хозрасчетной самостоятельности.

В предлагаемой книге рассмотрены наиболее важные направления комплексной переработки и использования низкокачественного древесного сырья на товарную продукцию различного назначения.

# 1. РЕСУРСЫ И ХАРАКТЕРИСТИКА НИЗКОКАЧЕСТВЕННОЙ ДРЕВЕСИНЫ

## 1.1. ОТХОДЫ ЛЕСОЗАГОТОВОК, ТОНКОМЕРНАЯ И ФАУТНАЯ ДРЕВЕСИНА

Характеристика и объемы древесных отходов, образующихся в процессе лесозаготовок, зависят от состава лесонасаждения, техники и технологии лесозаготовительного производства. Основными видами лесосечных отходов и тонкомерной низкокачественной древесины при рубках главного пользования являются:

сучья и вершинки, образующиеся после очистки деревьев сучкорезными машинами;

сучья, вершинная часть хлыстов от обработки габаритов пакета деревьев при вывозке древесины по дорогам общего пользования;

кусковые отходы стволовой древесины, образующиеся в процессе выполнения валки, трелевки деревьев и погрузки хлыстов.

Наибольшее количество лесосечных отходов образуется при технологическом процессе лесозаготовок с обрезкой сучьев и обработке габаритов пакета деревьев на лесосеке. Малоотходным технологическим процессом лесозаготовок является организация работ с вывозкой деревьев без обработки габаритов пакета деревьев на лесовозном транспорте. Отходы в этом случае составляют 5...7 % общего объема заготовляемой древесины. При разработке древостоев машинным способом, особенно многоярусных, на лесосеке и на погрузочных площадках образуются кусковые отходы стволовой древесины в виде сломанных вершин, тонкомерных хлыстов. Объем такой древесины достигает 5...7 % общего запаса отводимой в рубку древесины.

На нижних складах лесозаготовительных предприятий в процессе разгрузки и переработки поступающих из леса хлыстов образуются кусковые отходы древесины в виде козырьков, откомлевок, вершинных остатков в общем объеме 2...3 %.

Размеры и форма сучьев весьма изменчивы и зависят от породы древесины и условий произрастания. Диаметр у основания до 3 см имеют около 40 % сосновых сучьев, до 70 % еловых, до 45 % березовых и около 25 % осиновых.

Размеры сучьев в наиболее часто встречающихся эксплуатационных насаждений приведены в табл. 1.1.

Длина сучьев колеблется в очень значительных пределах от 0,5 до 5 м.

## 1.1. Средняя и максимальная толщина сучьев

Средний объем хлыста (в коре), м <sup>3</sup>	Средний диаметр на высоте груди, см	Средний диаметр сучьев, см			Максимальный диаметр сучьев, см		
		сосна	ель и пихта	береза	сосна	ель и пихта	береза
0,14	15,0	2,5	1,3	2,9	9,5	4,2	8,8
0,22	17,2	2,8	1,5	3,1	11,0	4,8	10,2
0,30	20,0	3,2	1,7	3,3	11,5	6,4	12,2
0,40	22,0	3,4	2,0	3,7	12,0	6,8	13,0
0,50	24,0	3,7	2,1	4,1	12,5	7,2	13,5
0,76	29,0	4,3	—	—	16,0	—	—
1,11	33,0	—	—	—	17,0	—	—

В учитываемом объеме сучьев содержится до 20 % и более коры, которая в основном состоит из луба, обладающего волокнистой структурой и значительной механической прочностью. Коэффициент полнодревесности объема сучьев ветвей и вершин, уложенных в кучи без уплотнения, составляет приблизительно 0,2...0,25. Объемная масса складочного кубометра — от 150 до 250 кг.

При проведении лесосечных работ (валке, трелевке) происходит отпад части сучьев и ветвей, содержащихся на растущих деревьях, которые используются для укрепления волоков, а также оставляются в качестве удобрения.

Усредненные нормативы образования лесосечных отходов по экономическим районам страны, по данным ВНИПИЭИлеспрома, приведены в табл. 1.2.

## 1.2. Нормативы образования сучьев, ветвей и вершин на лесосеке

Экономические районы	Норматив образования лесосечных отходов, % объема вывозки древесины			
	Сучья, ветви вершины на растущем дереве	Отпад сучьев ветвей при валке, трелевке		Норматив свободных лесосечных отходов, пригодных к использованию
		используемый на укрепление волоков и оставляемый на месте	в том числе используемый на укрепление волоков	
СССР	14,5	11,4	6,0	3,0
Северный	16,1	12,5	6,0	3,6
Северо-Западный	13,3	8,1	2,8	5,2
Центральный	12,2	7,7	3,4	4,5
Волго-Вятский	13,3	7,5	2,7	4,7
Центрально-Черноземный	14,4	4,9	—	9,5
Поволжский	12,2	4,4	—	7,8
Северо-Кавказский	16,6	5,7	—	10,9
Уральский	14,4	10,2	5,0	4,2

Экономические районы	Норматив образования лесосечных отходов, % объема вывозки древесины			
	Сучья, ветви вершины на растущем дереве	Отпад сучьев ветвей при валке, трелевке		Норматив свободных лесосечных отходов, пригодных к использованию
		используемый на укрепление волоков и оставляемый на месте	в том числе используемый на укрепление волоков	
Западно-Сибирский	12,2	10,9	5,8	1,3
Восточно-Сибирский	13,3	10,1	5,3	3,2
Дальневосточный	15,5	11,8	6,2	3,7
Прибалтийский	13,3	9,8	4,3	3,5
Закавказский	11,1	4,2	—	6,9
Среднеазиатский	13,3	4,7	—	8,6
Казахская ССР	12,2	5,1	—	7,1
Белорусская ССР	12,2	9,6	4,3	2,6
Молдова	17,8	6,1	—	11,7

Технологические процессы лесозаготовок с использованием многооперационных машин, особенно в многоярусных насаждениях, сопровождаются образованием на лесосеке тонкомерной и поврежденной (фаутной) древесины, а также кусковых отходов в виде вершин и остатков хлыстов. Большие объемы древесного сырья в виде тонкомерной древесины образуются при проведении рубок ухода за лесом и реконструкции насаждений.

Из применяемых в нашей стране видов рубок ухода наибольшее значение для выработки технологической щепы имеют прореживание и проходные рубки. Что касается осветлений и прочисток, то при этих видах рубок вырубаются преимущественно тонкие стволики, использование которых на щепу нецелесообразно. При прореживаниях наибольшее количество вырубленной массы (данные ЛатНИИЛХП) составляют деревья диаметром на высоте груди от 4 до 6 см (35,4 %) и от 6 до 8 см (25,8 %). При проходных рубках подавляющее количество деревьев (80 %) имеют диаметр до 12 см.

Анализ качества тонкомерной древесины, получаемой при рубках ухода, показал, что поврежденные деревья (с гнилью, кривизной, механическими повреждениями) составляют для ели 25,8 %, для сосны 21,3 % общего количества. Для лиственных пород число поврежденных деревьев значительно выше (табл. 1.3), к категории здоровых отнесено всего 26,8...34,4 % хлыстов.

Как видно из табл. 1.3, качество тонкомерных хлыстов зависит от возраста (диаметра хлыстов) и пород древесины. Количество здоровых хлыстов в молодняковых группах значительно выше по сравнению с группами более высокого возраста.

**1.3. Распределение лиственных тонкомерных хлыстов по качественным показателям, % (ЛатНИИЛХП)**

Диаметр хлыста, см	Характеристика качества хлыстов							
	здоровых из		с гнилью из		с кривизной из		с механическими и другими повреждениями из	
	осины	березы	осины	березы	осины	березы	осины	березы
6...12	70,7	73,5	29,3	5,7	—	20,3	—	0,5
14...18	32,6	51,5	40,2	11,0	17,4	29,2	9,8	8,3
20...24	34,4	34,3	38,3	14,5	13,1	27,8	14,2	23,4
28...32	19,4	26,8	44,9	16,7	14,9	28,5	20,8	28,0

Наибольшее количество искривленных хлыстов отмечено у березы. В то же время осиновые хлысты в наибольшей степени поражены гнилью.

## 1.2. ОТХОДЫ ЛЕСОПИЛЕНИЯ И ШПАЛОПИЛЕНИЯ

Кусковые отходы (рейки, горбыли) в лесопильном производстве, как известно, образуются из заболонной части пиловочных бревен, которая содержит минимальное количество сучков и других пороков древесины.

Заболонная часть древесины обладает сравнительно высокой скоростью пропитки варочной жидкостью и более доступна для удаления смолистых веществ. В связи с этим получаемая из отходов лесопиления технологическая щепа имеет повышенное качество, что оказывает положительное влияние на эффективность процесса варки целлюлозы. Эти показатели характеризуют кусковые отходы лесопиления, как наиболее ценное технологическое сырье для выработки целлюлозы. Необходимым условием эффективного использования отходов лесопиления и шпалопиления для технологических целей является предварительная окорка пиловочного и шпального сырья.

Содержание коры в неокоренных горбылях и рейках достигает иногда 23 % и более, что делает их практически малопригодными для выработки технологической щепы, соответствующей требованиям ГОСТа. Количество отходов лесопиления, образующееся в лесопильных цехах, зависит не только от объема распиловки, но и от размеров перерабатываемого сырья, технологии распиловки (вразвал, с брусовкой). Соотношение между объемами выхода кусковых отходов при различных способах распиловки бревен хвойных пород со средним диаметром 20..28 см на обрезные пиломатериалы приведено в табл. 1.4.

#### 1.4. Выход и характеристика кусковых отходов лесопиления при различных способах раскroя пиловочного сырья

Наименование отходов	Выход отходов %, при различных способах распиловки на обрезные доски			Размеры отходов, мм		
	вразвал	при 50 %-ной брусовке	при 100 %-ной брусовке	длина	ширина	толщина
Горбыли	6	8	10	3000...6500	80...130	20...50
Рейки	14	10	7	2000...6500	35...100	25...100
Вырезки и торцы	2	2	2	25...150	30...300	18...250
Итого	22	20	19			

Размеры получаемых горбылей и реек зависят от характеристики самого сырья и принятого при распиловке постава пил. Если в поставе лесопильной рамы установлены контрольные боковые пилы, то горбыли, как правило, короче выпиливаемых досок в 2 раза, а иногда в 3 раза. Толщина горбылей, как известно, возрастает от вершины к комлю и зависит от сбекистости и длины распиливаемого сырья. Толщина реек всегда соответствует толщине досок, а длина в основном близка к длине выпиливаемых досок.

Следует иметь в виду, что при переработке короткомерных горбылей или реек качество (фракционный состав) щепы снижается. Если при переработке горбылей длиной 1,5 м и более (на рубительной машине МРНП-30) получается 84...85 % щепы длиной 15...21 мм, то при длине горбылей 0,5...1,5 м выход щепы этой длины снижается на 4...5 %.

В производстве шпал кусковые отходы представляют собой крупномерные горбыли или вырезки, выпиленные из периферийной зоны шпальных кряжей. В шпалопилении используется сырье преимущественно хвойных пород, поэтому кусковые отходы, образующиеся в цехах шпалопиления, — это высококачественная древесина, пригодная для выработки высокооцененной короткомерной пилопродукции и технологической щепы марки Ц-1 (ГОСТ 15815—83) для производства сульфитной целлюлозы.

В целом по стране на шпалы и переводные брусья ежегодно расходуется около 11 млн. м<sup>3</sup> сырья. Выход шпалопродукции от объема шпального сырья находится в пределах 50 %. Таким образом, общий объем образующегося вторичного сырья в шпалопилении составляет приблизительно 5,5 млн. м<sup>3</sup>.

Номенклатура кусковых отходов, а точнее вторичного сырья, образующегося в производстве шпал, в значительной степени определяется принятой технологией раскroя шпального сырья. Если при раскroе шпальных кряжей специально не выпиливаются подгорбыльные необрезные доски, а лишь делается вынужденная

вырезка досок в связи с наличием метиковых трещин или сердцевинной трубки, объем которых составляет 4...5 %, то выход делового горбыля, пригодного для дальнейшей переработки на черновые заготовки, тару или другую пилопродукцию, составит 24...27 %. При выпиливании из боковой зоны подгорбыльных досок выход делового горбыля сокращается на 7...8 %, а выход обрезных досок соответственно увеличивается. Таким образом, на долю сырья (кусковых отходов), которые должны быть направлены исключительно для переработки на технологическую щепу, приходится 23...28 % объема перерабатываемого шпальника.

Особое значение в повышении эффективности использования отходов шпалопилиния приобретает обеспечение чистовой окорки шпального сырья. Предварительная окорка шпальных кряжей позволяет полнее использовать все виды кусковых отходов не только для получения высококачественной технологической щепы, но и для выработки ценных короткомерных пиломатериалов и заготовок.

Кусковые отходы шпалопилиния имеют длину 2,75 м, за исключением мелкого дровяного горбыля, объемный выход которого незначителен. Толщина и ширина получаемых горбылей зависят от схемы раскroя и размеров перерабатываемого сырья, поэтому варьируют в довольно широких пределах.

При раскroе шпальных кряжей с выпиливанием подгорбыльной доски толщина горбыля меняется от 20 до 65 мм, а при раскroе сырья без выпиливания досок достигает 120...130 мм. Ширина горбылей при распиловке одношпальных кряжей находится в пределах 160...260 мм, двухшпальных — 300...400 мм, а при раскroе крупномерного шпального сырья ширина горбылей достигает 500 мм и более.

### 1.3. НИЗКОКАЧЕСТВЕННАЯ ДРЕВЕСИНА

Обобщающий термин "низкокачественная древесина" охватывает лиственные и хвойные круглые лесоматериалы, в том числе хлысты, которые по своим качественным показателям или размерной характеристике не соответствуют требованиям стандартов или технических условий на деловую древесину, но могут использоваться для получения деловых сортиментов путем дополнительной обработки или переработки, например, на короткомерные пиломатериалы, черновые заготовки, технологическую щепу и другую продукцию. Наиболее распространенным пороком древесины, по которому древесное сырье переводится в разряд низкокачественной древесины, является внутренняя гниль. По материалам обследования целого ряда лесозаготовительных предприятий, проведенного ЦНИИМЭ (табл. 1.5), основным пороком, по которому древесина переводится в разряд низкокачественной, является внутренняя гниль.

## 1.5. Качественные группы низкокачественной древесины

Номер группы	Объемное содержание гнили в кряжах, %	Удельный вес качественных групп от общего количества, %
I	0	15
II	1...15	10
III	16...25	25
IV	26...35	20
V	36...45	15
VI	46...65	15

Как видим из табл. 1.5, основная часть низкокачественной древесины — то кряжи, пораженные внутренней гнилью, и лишь 15 % имеют пороки формы ствола, сучковатость и др.

В связи с этим низкокачественная древесина подвержена быстрому разложению (гниению), особенно в летнее время, срок ее хранения на нижнем складе не должен превышать 3 мес.

При определении направления использования низкокачественной древесины, выборе технологии и оборудования для ее переработки важно знать не только ее пораженность пороками, но и размерную характеристику, а также структуру распределения сырья по размерам.

Путем переработки опытных партий низкокачественной древесины в леспромхозах, расположенных в различных регионах страны, ЦНИИМЭ получены фактические данные о распределении кряжей по толщине (табл. 1.6).

## 1.6. Распределение кряжей низкокачественной древесины по толщине (длиной 1...2 м)

Порода, регионы страны	Распределение кряжей, %, по диаметрам, см							
	4...10	12...18	20...26	28...34	36...42	44...50	52...54	56 и выше
Сосна Среднее значение Западные и центральные районы европейской части СССР	6,9 15,4	19,0 40,0	29,0 37,3	21,8 5,3	15,1 1,7	6,2 0,3	9,8 —	1,2 —
Районы Севера, Урала, Сибири Ель (пихта) Среднее значение Западные и центральные районы европейской части СССР	2,8 11,3 21,8	8,7 27,4 45,8	24,7 30,9 26,8	30,1 15,8 4,1	21,9 9,1 1,3	9,2 4,4 0,2	1,1 0,9 —	1,9 — —
Районы Севера, Урала, Сибири Береза	3,1	14,7	33,1	24,9	15,0	7,6	1,6	—

Порода, регионы страны	Распределение кряжей, %, по диаметрам, см							
	4...10	12...18	20...26	28...34	36...42	44...50	52...54	56 и выше
Среднее значение Западные и центральные районы европейской части СССР	7,2 10,5	30,8 45,7	28,4 26,1	22,2 12,2	9,6 4,6	1,7 0,9	—	0,1
Районы Севера, Урала, Сибири	5,0	21,4	29,9	28,4	12,9	2,2	—	0,2
Осина								
Среднее значение Западные и центральные районы европейской части СССР	4,0 6,5	17,0 25,3	24,4 27,4	23,3 18,2	19,5 15,9	8,6 5,3	2,5 0,6	0,7 0,8
Районы Севера, Урала, Сибири	1,6	8,7	21,4	28,4	23,1	11,9	4,4	0,5
Среднее значение для всех пород	7,3	23,5	28,2	20,6	13,2	5,2	1,5	0,5

По данным табл. 1.6, 30,8 % (в среднем для всех пород) приходится на кряжи диаметром 4...18 см; 48,8 % — на дрова толщиной 20...34 см и 20,4 % — на кряжи диаметром свыше 34 см. Следует отметить, что по определенным породам и географическим районам произрастания соотношение низкокачественной древесины по толщине меняется весьма существенно. Например, в западных и центральных районах европейской части СССР более половины сосновых, еловых и березовых кряжей имеют толщину менее 20 см, а на Севере, Урале и Сибири свыше 60 % сосновых и осиновых кряжей имеют толщину более 26 см.

Объемный выход низкокачественной древесины зависит преимущественно от товарности и породного состава насаждений. По обобщенным данным лесозаготовительных предприятий, средний выход низкокачественной древесины составляет 27 %.

По отдельным породам выход низкокачественной древесины в зависимости от товарности насаждений при сплошных рубках приведен в табл. 1.7.

Низкокачественная древесина для гидролизного производства и изготовления древесных плит поставляется по ОСТ 13-234-87 в неокоренном виде длиной от 0,5 до 6,5 (для ДВП и гидролиза) и от 1,0 до 6,0 м (для ДСП). В этом сырье не допускаются наружная трухлявая гниль и обугленность. Ядовая гниль допускается, но не более 0,5 толщины торца на одном конце и 0,3 толщины торца на другом. Остальные пороки допускаются без ограничения.

**1.7. Выход низкокачественной древесины, % объема древесины, отведенной в рубку (данные Н. П. Анучина)**

Порода	Выход, %, в зависимости от класса товарности насаждений			Порода	Выход, %, в зависимости от класса товарности насаждений		
	I	II	III		I	II	III
Ель	15	18	25	Бук	21	26	40
Пихта	16	23	30	Липа	25	40	60
Сосна	14	17	24	Береза	46	60	74
Кедр	16	19	27	Осина	56	67	78
Лиственница	25	31	38				

Для повышения эффективности комплексного использования низкокачественной древесины необходима не только ее подсортировка по породам, степени пораженности гнилью, но и специальная подготовка. Так, для выработки технологической щепы необходимо придать сырью определенные размеры и удалить кору и гниль.

Поступающую в переработку низкокачественную древесину можно подразделить еще по виду центральной гнили в конечной ее стадии на две группы — пораженную деструктивной (трухлявой) гнилью и коррозионной гнилью.

При деструктивном процессе происходит равномерное растворение клеточных оболочек без образования в них крупных и мелких отверстий. В результате изменения объема клеточных стенок в них появляются многочисленные трещины и она распадается на отдельные призматические кусочки. Помимо этого древесина становится трухлявой и легко растирается между пальцами в порошок. Характерной особенностью деструктивного гниения является также темно-коричневая окраска.

Коррозионный процесс гниения характеризуется образованием видимых простым глазом пустот в виде чечевиц, ямок. При этом процессе древесина сохраняет обычно свою вязкость.

В целлюлозно-бумажном производстве коррозионная гниль допустима в относительно больших количествах. Что касается деструктивной гнили, то она не может допускаться ни при каких условиях.

Как показывает опыт переработки низкокачественной древесины на технологическую щепу, деструктивная гниль из-за ее особенностей при прохождении через рубительную машину измельчается на мелкие частицы, которые почти полностью (до 80...95 %) отсортировываются и удаляются вместе с отсевом. Коррозионная гниль, обладая вязкостью, хорошо перерабатывается в рубительных машинах, получаемые при этом частицы щепы сохраняют форму и размеры нормальной щепы, отличаясь лишь по цвету.

По данным исследований ЦНИИБа, ЦНИИМЭ, СибНИИЛПа, из общего объема низкокачественной древесины деструктивной гнилью поражена приблизительно четвертая часть.

Концентрация низкокачественной древесины на нижних складах лесозаготовительных предприятий непосредственно связана с объемом вывозки древесины. При организации производств по переработке низкокачественного сырья следует учитывать реальные объемы, которые могут быть высвобождены для этой цели. В частности, необходимо учитывать потребность низкокачественной древесины на собственные нужды, ежегодные объемы отгрузки по нарядам лесосбыта и др.

Усредненные объемы низкокачественной древесины, поступающие на нижние склады различного грузооборота и приближенная количественная оценка возможных объемов ее использования в отрасли приведены в табл. 1.8.

Из приведенных в табл. 1.8 данных видно, что всего около половины объема низкокачественной древесины может перерабатываться на нижних прирельсовых складах, где имеются необходимые энергетические и трудовые ресурсы.

Значительные объемы низкокачественного сырья тяготеют к береговым нижним складам и вывозятся не полностью из-за трудностей организации ее переработки.

Если на береговых складах, примыкающих к судоходным рекам и водоемам, вопрос перевозки и использования низкокачественной древесины разрешается, то на склады при не-

#### 1.8. Количество низкокачественной древесины, поступающее на нижние склады леспромхозов

Грузооборот нижних складов, тыс. м <sup>3</sup>	Количество складов, ед.		Объемы низкокачественной древесины на одном складе, тыс. м <sup>3</sup>				Возможные объемы для переработки, тыс. м <sup>3</sup>	
	Всего в отрасли	В том числе прирельсовых	Вывозится на склад	Отбирается для технологической переработки по ОСТ 13-234-87	Расходуется на собственные нужды и поставляется по нарядам	Остается для переработки	Всего в отрасли	В том числе на прирельсовых складах
До 50	339	76	10	1,6	2,9	5,5	1865	418
51...100	505	166	19	3,0	5,5	11,5	5808	1909
101...150	345	157	31	5,0	8,9	17,1	5900	2685
151...200	185	92	44	7,0	11,3	25,7	4755	2364
201...250	87	51	56	9,0	14,3	32,7	2845	1668
251...300	62	41	69	11,0	15,5	42,5	2635	1743
301...350	24	12	81	13,0	18,1	49,9	1198	509
351...400	18	16	94	15,0	21,1	57,9	1042	926
401...500	16	14	112	18,0	21,5	72,5	1160	1015
501 и выше	23	21	180	28,8	34,6	116,6	2682	2449
Итого	1604	646					29890	15776

судоходных реках дровяная древесина практически не вывозится, а оставляется в лесу, в результате теряются значительные объемы древесного сырья.

#### 1.4. РАЗВИТИЕ БЕЗОТХОДНОЙ ТЕХНОЛОГИИ В ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Улучшение использования древесной биомассы, сокращение отходов и потерь древесины на всех фазах лесозаготовительного производства являются одной из важных задач нашей отрасли.

Главным направлением ускорения научно-технического прогресса, обеспечивающим интенсификацию лесозаготовительного и перерабатывающего производств, является переход на малоотходные, безотходные и ресурсосберегающие технологические процессы. В нашей стране ежегодно заготавливается около 400 млн. м<sup>3</sup> древесины.

Сокращение объема отходов за счет разработки и внедрения малоотходной технологии, а также переработка неизбежных остатков сырья в лесозаготовительном производстве позволяет более рационально использовать биомассу дерева и таким образом сохранить от рубок значительное количество растущего леса как источника сырья и часть окружающей среды.

По расчетам ВНИПИЭИлеспрома, для удовлетворения потребностей народного хозяйства в продукции лесопромышленного комплекса к 2005 г. производство целлюлозы необходимо увеличить в 2,7 раза, бумаги и картона в 2,9 раза, древесностружечных плит в 2,8 раза, древесноволокнистых в 2,3, мебели новых моделей в 2,0 раза. Все это потребует увеличения роста ресурсов лесных материалов в 1,8 раза. Планируемый же объем заготовки древесины в лесозаготовительных предприятиях к этому времени возрастет в 1,3 раза. Таким образом создаются реальные предпосылки к разработке и крупномасштабному внедрению в лесозаготовительное производство малоотходных технологических процессов и систем машин, обеспечивающих заготовку, сбор, транспортировку и переработку всех видов низкокачественной древесины, тонкомерной древесины от рубок ухода за лесом, древесины лиственных пород и кусковых древесных отходов, образующихся и не реализуемых на технологические цели при существующей организации производства, на различные виды сырья (балансы, технологическая щепа, стружка и др.) для химико-механических и плитных производств.

Рациональному использованию древесного сырья будет способствовать и новая организационная форма лесозаготовительного производства на базе комплексных лесных предприятий.

В лесопромышленном производстве традиционно используется стволовая древесина, которая составляет 60...65 % всей биомассы дерева. Остальная часть — сучья, вершины, пни и

корни — в процессе выполнения первичных операций лесозаготовок переходит в отходы. При выполнении последующей технологической операции — раскряжевки остаются дополнительные отходы в виде оторцовок, откомлевок, опилок. Все эти отходы частично или полностью утрачивают потребительские качества исходного сырья. При дальнейших технологических операциях лесозаготовок — вывозке сортиментов, хлыстов и деревьев — объемы отходов существенно не меняются, но концентрация этих отходов на лесосеке и нижнем складе различна. Так, при вывозке сортиментов практически почти все отходы лесозаготовок остаются на лесосеке, при вывозке хлыстов там остаются сучья и вершины, а отходы от раскряжевки концентрируются на нижнем складе. При вывозке деревьев часть отходов в виде сучьев и вершин концентрируется на нижних складах, т. е. в местах, более удобных для переработки. В этом случае, по сравнению с распространенным в настоящее время технологическим процессом вывозки хлыстов, на нижних складах предприятий дополнительно перерабатываются ветви, сучья и вершинки в объеме примерно 65...70 тыс. м<sup>3</sup> на 1 млн. м<sup>3</sup> вывезенного леса. Вырабатываемая при этом продукция эквивалентна 30...40 тыс. м<sup>3</sup> деловой древесины, заготовленной со 150...200 га растущего леса.

Вместе с этим если сравнивать технологические процессы, основанные на вывозке деревьев и хлыстов, то по ряду технико-экономических показателей технология вывозки деревьев имеет преимущества. В частности, она способствует более широкому применению электропривода, созданию комфортных условий труда, использованию древесных отходов как для технологических, так и для энергетических целей, снижению затрат на доставку рабочих и топливно-смазочных материалов по сравнению с традиционной технологией.

Однако и при технологии с вывозкой деревьев и применяемых при этом транспортных средствах проблема со средоточения отходов полностью не решается. Часть древесной массы в виде тонкомеря, обломков стволов, сучьев и вершин остается на лесосеке.

Механизация и машинизация лесозаготовительного производства позволяют снизить количество отходов за счет уменьшения высоты пня, правильной ориентированной укладки деревьев в пачки. Традиционно развивающее направление по срезанию деревьев пильным аппаратом практически исключает сколы и трещины комлевой части деревьев, а следовательно, перевод этой части ствола в отходы. Машинами для бесчокерной трелевки обеспечивается надежная укладка мелких деревьев на трактор и исключаются их потери при трелевке. Создаются средства для подсортировки деревьев при погрузке, для механизации обрезки нагруженных на транспортные средства де-

ревьев и укладки обрезков на автопоезд для доставки на нижний склад. Машинная раскряжевка хлыстов снижает количество отходов, повышает выход деловой древесины, а механизированная сортировка сортиментов обеспечивает повышение качества сортировки и улучшает учет выработанной продукции.

Однако сложившуюся технологию лесозаготовок с вывозкой деревьев необходимо совершенствовать для исключения загрязнения кроны и ее потерь на лесосеке.

Традиционная технология лесосечных работ основана на операциях валки деревьев на землю и их трелевки в полупогруженном положении. После выполнения этих операций и при многочисленных перегрузках теряется и загрязняется вся крона деревьев, повреждаются тонкомерные деревья, вершинная часть крупных деревьев. Разрабатываемая ВНПОлеспромом новая технология лесозаготовок на базе валочно-транспортной машины — ВТрМ (условно именуем МЛ-52 "Зубр") позволяет исключить потери биомассы, загрязнение кроны и обеспечить концентрацию значительных объемов сучьев, вершин, мелких стволов в одном месте для эффективной их переработки. Экспериментальный образец машины изготовлен и находится в стадии испытаний и доводки.

В настоящее время для вывозки деревьев на нижний склад разработан и прошел испытания экспериментальный образец автопоезда, который отвечает поставленной задаче — максимальному сохранению биомассы дерева.

Средняя масса сучьев, доставляемых на нижний склад экспериментальным автопоездом, составила 7,8 % массы стволовой древесины.

Одним из важнейших направлений улучшения использования ресурсов древесины является переработка на технологическую щепу отходов и тонкомерной древесины, образующихся на лесосеке.

Для производства щепы на лесосеке ВНПОлеспромом разработаны технологические процессы и комплект машин в составе погрузочно-транспортной машины ЛТ-168А, рубительной установки УРП-1 и контейнерного автопоезда ТМ-12А.

Различные сочетания машин в системе могут быть использованы для производства щепы из лесосечных отходов и тонкомерных деревьев от рубок главного, промежуточного пользования и при сведении низкотоварных насаждений.

Ресурсы сырья для производства щепы на лесосеке из древесины от рубок главного и промежуточного пользования оцениваются в Европейско-Уральской зоне более чем в 300 млн. м<sup>3</sup>. Однако наиболее доступными из них являются те ресурсы, которые расположены на расстоянии 100...150 км от потребителей щепы. С учетом этого условия возможные объемы производства щепы в настоящее время оцениваются в 3 млн. м<sup>3</sup>. Для выработки

такого количества щепы на предприятиях министерства должно находиться в эксплуатации около 300 комплектов машин производительностью 8...10 тыс. м<sup>3</sup> в год. Малая доступность сырья для производства щепы объясняется тем, что большинство потребителей щепы расположены на значительном расстоянии от лесозаготовительных предприятий. Это обстоятельство необходимо учитывать при проектировании новых цехов древесных плит, а также следует рассмотреть вопрос целесообразности строительства их в крупных леспромхозах. Последнее особенно важно, поскольку на перспективу планируется значительный рост древесных плит, а следовательно, и объемов потребления сырья. Значительная часть этого роста может быть покрыта за счет щепы, выработанной на лесосеке.

Исследованиями установлено, что несмотря на низкую концентрацию сырья на единице площади лесосеки, технико-экономические показатели производства щепы могут быть сравнимы с показателями, достигнутыми на рубках главного пользования. Это объясняется тем, что технология производства щепы включает значительно меньшее число операций, чем лесозаготовительный процесс рубок главного пользования. Эти показатели находят подтверждение в передовых предприятиях — Белоруссии, Эстонии, в Крестецком ЛПХ и др.

Совместными усилиями ЦНИИМЭ, отраслевых институтов и машиностроителей созданы и выпускаются системы машин, которые позволили довести производство технологической щепы для ЦБП из древесных отходов и низкокачественной древесины до 12,0 млн. м<sup>3</sup>, в том числе из отходов лесозаготовок 5,2 млн. м<sup>3</sup>.

На основе результатов анализа передового опыта эксплуатации установок УПЩ и выполненных исследований завершена модернизация установки УПЩ-6Б, которая сдана на серийное производство и под маркой УПЩ-ББ-1 выпускается НПО "Петрозаводскбуммаш". Производительность установки возросла на 20...25 %, улучшены другие показатели ее работы.

В настоящее время практически не используются для технологических целей отходы раскряжевки древесины (откомлевки, козырьки). Объем такого сырья на нижних складах с учетом концентрации составляют более 2 млн. м<sup>3</sup>. Для вовлечения этого вида сырья в переработку ЦНИИМЭ совместно с НИИЦмашем разработана и сдана на серийное производство специальная рубительная машина МРБР8-15Н с шахтной загрузкой сырья. Ее выпуск освоен НПО "Петрозаводскбуммаш". В этой машине использован принцип поперечного резания, что позволяет снизить энергоемкость производства щепы по сравнению с традиционными рубительными машинами на 25...30 %.

Щепа из откомлевок и козырьков предназначается для использования в производстве древесных плит и картона.

Кроме отходов раскряжевки на нижних складах леспромхозов при вывозке деревьев образуются отходы в виде вершин, сучьев и ветвей.

В настоящее время вывозка с кроной производится на 65 нижних складах, с учетом перспективы развития этой технологии, объем поступающих отходов по данным ВНИПИЭЛеспрома возрастет к 2000 г. до 1,8 млн. м<sup>3</sup>.

Для переработки сучьев и вершин ЦНИИМЭ совместно с ПКТИ Минлеспрома УССР разработана и сдана на серийное производство барабанная резцовая рубительная машина ДО-51, выпускаемая Ижевским заводом "Ижлесмаш".

ЦНИИМЭ проводит поисковые работы в направлении создания безотходной технологии и оборудования для разделки древесины. Создана промышленная установка безотходной раскряжевки лесоматериалов в составе линии ЛОРС-30 для производства экспортных балансов, разработанной совместно с СНПЛО.

Все операции в линии — подача долготья, окорка, зачистка сучьев, раскряжевка и пакетирование балансов — почти полностью автоматизированы.

Внедрение линии в промышленность высвободит на производстве балансов около 2,5 тыс. рабочих и обеспечит ежегодно экономию около 100 тыс. м<sup>3</sup> древесного сырья за счет применения способа безотходной раскряжевки.

Таким образом, развитие прогрессивной технологии, машинизации и автоматизации производственного процесса, освоение безотходных технологий заготовки древесного сырья, а также организация дополнительных ресурсосберегающих производств по переработке отходов лесозаготовок являются важнейшими направлениями улучшения использования биомассы заготавливаемых деревьев.

Рассмотренные технические и технологические аспекты естественно не исчерпывают всей проблемы развития в отрасли безотходного производства. Внедрению малоотходных технологических процессов способствует организация комплексных лесных предприятий.

Положительный опыт производственных объединений Украины, Латвии показывает, что на основе комплексного ведения хозяйства из 1 м<sup>3</sup> древесного сырья можно получить в 2...3 раза больше товарной продукции. Здесь все идет в дело: хвойная лапка — на хвойно-витаминную муку, очищенные ветки и тонкомерная древесина от рубок ухода, кусковые отходы от лесопиления и деревообработки перерабатываются на технологическую щепу, из еловой коры получают экстрактовое сырье, из опилок — древесную муку. Часть кусковых отходов склеивается и идет на изготовление щитов для полов и других товаров народного потребления.

Таким образом, генеральным направлением повышения эффективности использования биомассы дерева является комплексная безотходная переработка всех ее компонентов.

## 2. ПРОИЗВОДСТВО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЩЕПЫ ДЛЯ ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНОГО ПРОИЗВОДСТВА

### 2.1. ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЩЕПЕ

Особенности технологии производства щепы, предназначенной для целлюлозно-бумажного производства, в значительной степени определяются видом и характеристикой обрабатываемого сырья. Если в качестве сырья используется балансовая древесина, то технологический процесс включает три основные операции — раскряжевку долготя на отрезки, окорку и измельчение балансов. Выработка технологической щепы из низкокачественной древесины требует дополнительных операций, относящихся к подготовке сырья. Крупномерная низкокачественная древесина, пораженная центральной гнилью, помимо раскряжевки на метровые отрезки требует раскалывания отрезков на поленья (с целью обнажения гнили) и операций по окорке и удалению гнили. Тщательная подготовка сырья перед измельчением на щепу является необходимой мерой в связи с повышенными требованиями к засоренности щепы (корой, гнилью) размерной характеристике технологической щепы, используемой в целлюлозно-бумажном производстве.

Качественная и размерная характеристики технологической щепы регламентируются ГОСТ 15815—83. Длина щепы изменяется вдоль волокон древесины, ширина и толщина — поперек. Для обеспечения высоких показателей прочности целлюлозы очень важно сохранить в древесном сырье естественную длину волокон, т. е. свести до минимума число перерезаний их во время рубки. Согласно этому положению частицы щепы должны быть возможно длиннее. С другой стороны, процесс пропитки щепы варочным реагентом, растворение и удаление лигнина протекают наилучшим образом при короткой щепе. Стандарт рекомендует следующие оптимальные размеры частиц щепы: длина 15...25 мм, толщину не более 5 мм.

Для обеспечения рекомендуемых размеров щепы рассчитываются основные параметры рубительных машин, которые сохраняют свое значение лишь при условии правильной эксплуатации и поддержания необходимого технического состояния.

В данном случае имеется в виду своевременная заточка (или замена) режущих ножей и контрножей, правильная их установка на рабочем органе с обеспечиванием необходимой

точности выступа режущих кромок над поверхностью диска (барабана) и зазоров между режущими ножами и контрножом.

Однако даже при выполнении всех технических требований и настройке рубительной машины получаемая щепа всегда имеет значительное рассеивание размеров частиц, которое и нормируется стандартом.

Рассеивание размеров частиц щепы принято характеризовать фракционным составом, определяемым методом лабораторного ситового анализа.

В зависимости от конкретного назначения технологическая щепа для целлюлозно-бумажного производства изготавливается трех марок — Ц-1, Ц-2, Ц-3. Щепа марки Ц-1 используется для получения сульфитной целлюлозы и древесной массы для бумаги с регламентируемой сорностью. Сульфитная целлюлоза и древесная масса для бумаги и картона с нерегламентированной сорностью, а также сульфатная и бисульфитная целлюлоза для бумаги и картона с регламентируемой сорностью изготавляются из щепы марки Ц-2. Для производства сульфатной целлюлозы и различных видов полуцеллюлозы для бумаги и картона с нерегламентируемой сорностью используется технологическая щепа марки Ц-3.

Требования к распределению щепы по размерам частиц в зависимости от ее марки приведены в табл. 2.1.

На потребительские свойства продукции целлюлозно-бумажного производства отрицательное воздействие оказывают различного рода примеси в щепе. Поэтому качество щепы характеризуется также и содержанием в ней примесей.

К таким примесям относятся кора, гниль и минеральные частицы.

При сульфитном (кислом) способе варки целлюлозы дубильные и экстрактивные вещества, содержащиеся в коре, препятствуют растворению и удалению лигнина. Кроме того, кора повышает сорность целлюлозы и не поддается отбеливанию. Поэтому к содержанию коры в щепе для сульфитной варки предъявляются более жесткие требования по сравнению со щепой, предназначенной для сульфатной варки, где отрицательное влияние коры не столь значительно. В зависимости от марки щепы (Ц-1, Ц-2, Ц-3) ГОСТом допускается следующее количество (доля, % по массе) примесей:

## 2.1. Фракционный состав щепы

Марка щепы	Допустимый остаток щепы, %, на ситах с размером отверстий, мм			
	30, не более	20 и 10, не менее	5, не более	на поддоне, не более
Ц-1	3,0	86,0	10,0	1,0
Ц-2	5,0	84,0	10,0	1,0
Ц-3	6,0	81,0	10,0	3,0

	Кора	Гниль	Минеральные частицы
Ц-1 . . . . .	1,0	1,0	не допускается
Ц-2 . . . . .	1,5	3,0	0,3
Ц-3 . . . . .	3,0	7,0	0,3

Для получения целлюлозы и полуцеллюлозы, используемой в производстве картона и упаковочной бумаги с нерегламентированной сорностью, по согласованию с потребителем допускается изготовление щепы марки Ц-3 с содержанием коры до 10 %.

В связи с тем, что процесс варки целлюлозы связан с проникновением варочной жидкости в древесину через торцевые срезы частиц щепы, очень важно, чтобы поверхность среза и кромки щепы не были разрушены и смяты. Угол среза к направлению волокон должен находиться в пределах 30...60°.

Количество щепы, не соответствующей этим требованиям, не должно превышать 30 % объема партии.

Состав технологической щепы по породам древесины оказывает существенное влияние на целый ряд показателей (выход, качество и др.) вырабатываемой из нее целлюлозно-бумажной продукции.

По своему строению, а также физическим, механическим и химическим свойствам древесные породы значительно отличаются друг от друга. В связи с этим для обеспечения наиболее высоких показателей процесса получения продукции (целлюлозы, бумаги) стандарт регламентирует применение той или иной породы древесины для получения каждого из видов продукции (табл. 2.2). Одновременно ограничивается соотношение хвойных и лиственных пород древесины при поставке смеси.

Отгрузка щепы производится насыпью в транспортную емкость, предварительно очищенную от посторонних примесей. При перевозках щепы в транспортных единицах необходимо принять все меры, предотвращающие потери щепы и ее засорение. Отгружаемая партия щепы должна сопровождаться документом, удостоверяющим ее качество и соответствие требованиям стандарта. Размер партии определяется по согласованию с потребителем.

Учет технологической щепы производится в кубометрах плотной массы с точностью до 0,1 м<sup>3</sup>. При расчетах с потребителем для перевода насыпного объема щепы в плотный при перевозке железнодорожным транспортом применяют различные переводные коэффициенты в зависимости от расстояния перевозки и способа погрузки (табл. 2.3).

При перевозке щепы автомобильным транспортом применяются следующие коэффициенты перевода насыпного объема щепы в плотный: 0,36 — до отправки потребителю; 0,40 — после перевозки на расстояние до 50 км и 0,42 — на расстояние более 50 км.

## 2.2. Требования к составу технологической щепы по породам

Назначение щепы	Массовая доля пород древесины в щепе, %			
	хвойных 100	лиственных 100	в смеси	
			хвойные	лиственные
Производство целлюлозы:				
сульфитной	Ель, пихта	— Береза, осина, тополь, ольха, бук, граб	Не менее 90 Не более 10	Не более 10 Не менее 90
сульфатной	Все породы, лиственница отдельно	—	Не менее 90	Не более 10
нейтрально-сульфитной	— Не допускается	Все породы Все породы	Не более 10 Не допускается	Не менее 90
Производство полуцеллюлозы	Все породы	—	Не менее 90	Не более 10
Производство древесной массы	— Ель, пихта	Все породы Не допускается	Не более 10 Не допускается	Не менее 90 Не допускается

## 2.3. Коэффициенты перевода насыщенного объема щепы в плотный

Способ погрузки	Коэффициенты перевода при расстоянии перевозки, км			
	0	до 200	201..650	более 650
Механическими устройствами	0,36	0,38	0,39	0,41
Пневмопогрузка	0,41	0,41	0,43	0,43

Качество технологической щепы оценивается по следующим показателям: содержанию примесей коры, гнили и минеральных частиц; фракционному составу; качеству поверхности и углу среза частиц; составу щепы по породам. Контроль качества ведется методом отбора проб щепы, их анализа и оценки по указанным выше показателям.

Пробу щепы массой не менее 1 кг отбирают из транспортной емкости на глубине 20 см от верхнего уровня щепы или в процессе перегрузки (разгрузки) транспортной единицы через равные промежутки времени. Можно отбирать пробы щепы также из кучи после разгрузки ее на приемную площадку или с транспортера (ленточного, скребкового) через определенные интервалы времени. Отобранные пробы затем соединяют вместе, тщательно перемешивают и весь полученный объем высыпают на плоскость, образуя конусообразную кучу. После

двухкратного квартования кучи ее массу доводят до 2,0...2,5 кг. Образованная таким образом навеска щепы является основной для дальнейшего анализа качества щепы. Из навески отбирают частицы, полностью состоящие из коры или гнили, и щепу с частичным наличием коры и гнили. Кору и гниль отделяют от частиц щепы и присоединяют к отобранный коре и гнили, взвешивают с точностью до 1 г. Массовую долю коры и гнили определяют в процентах.

Фракционный состав щепы определяется с помощью ситового анализатора марки АЛГ-М с набором контрольных сит с отверстиями 30, 20, 10 и 5 мм и поддоном.

Навеску щепы после отбора из нее коры и гнили высыпают на верхнее сито, затем набор сит закрепляют стяжками, включают анализатор и сортируют навеску в течение 1 мин. После остановки анализатора остатки на ситах взвешивают с точностью до 1 г и определяют их процентное (по массе) соотношение в навеске.

## 2.2. ПОДГОТОВКА СЫРЬЯ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКУЮ ЩЕПУ

Технология подготовки древесного сырья для последующего измельчения на технологическую щепу зависит от требований к качеству щепы, вида производства, в котором предполагается использовать эту щепу.

Наиболее трудоемким является технологический процесс подготовки сырья, идущего в переработку на технологическую щепу для целлюлозно-бумажного производства (ЦБП).

Установленные стандартом ограничения по содержанию в щепе для ЦБП коры и гнили предопределяют введение в технологию подготовки сырья процессов окорки и отделения гнили.

Если сырье перерабатывается на щепу для древесно-плитного и гидролизного производства, то необходимость в окорке отпадает в связи с тем, что содержание коры в исходном сырье, как правило, не выходит за пределы установленных ГОСТом ограничений по этим видам производств.

Существуют две основные технологические схемы подготовки и переработки низкокачественной древесины на щепу. Первая схема предполагает окорку древесины в долготье и последующую переработку долготья в рубительных машинах с горизонтальной подачей сырья. Эта схема применяется в том случае, когда низкокачественное сырье в основном имеет пороки формы ствола, поражение центральной гнилью по суммарному объему не превышает пределы, установленные стандартом для конкретного вида щепы, получаемой из этого вида сырья. Подготовка сырья по второй схеме состоит в раскряжевке долготья в неокоренном виде, раскалывании на четыре или шесть частей (поленьев) и

обработке поленьев с целью отделения коры и удаления гнили. При этом может использоваться как групповой (в окорочных барабанах или бункерах), так и индивидуальный методы (на позиционных станках). В связи с повышенной трудоемкостью обработки индивидуальные методы отделения гнили и окорки поленьев имеют ограниченное применение.

Окорка древесины в долготье производится преимущественно на роторных окорочных станках. В отечественной и зарубежной практике используются роторные окорочные станки различных типоразмеров, с диаметром ротора от 25 до 120 см. В ЦНИИМЭ разработана унифицированная гамма окорочных станков, в том числе двухроторных, обеспечивающих круглогодовую окорку не только хвойного, но и лиственного сырья. Значительная часть окорочных станков гаммы к настоящему времени разработан и выпускается Петрозаводским станкостроительным заводом [18].

Производительность окорочных станков зависит от многих факторов, характеризующих не только породный состав, но и состояние окашиваемого сырья. Исходя из требуемого качества окорки с учетом влияния этих факторов назначается режим окорки сырья, который характеризуется в основном средней скоростью подачи сырья.

Особое внимание уделяется эксплуатации окорочных станков в зимнее время в связи с изменением состояния древесины, увеличением сцепления коры с древесиной, ведущим к резкому

#### Техническая характеристика окорочных станков Петрозаводского станкозавода

	ОК40-2	2ОК63	ОК80-2	2ОК80-1	ОК100-1
Диаметр просвета ротора, мм . . . . .	400	600	800	800	1000
Размеры окашиваемой древесины:					
толщина, см . . . . .	6...35	10...55	12...70	12...70	20...90
длина, м . . . . .	1,5...6,5	2,7...6,5	2,7...7,5	2,7...7,5	2,7...7,5
Скорость подачи, м/с . . . . .	0,2...1,2	0,2...1,0	0,2...1,0	0,2...1,2	0,1...0,75
Частота вращения ротора, с . . . . .	3,4...6,6	2,2...5,0	2,5...4,2	2,5...3,4	2,5
Количество короснимателей, шт. . . . .	6	12	6	12	6
Количество надрезателей, шт. . . . .	2	2	2	2	2
Габарит станка с транспортерами, м:					
длина . . . . .	13,22	14,5	11,8	14,2	14,3
ширина . . . . .	2,20	2,67	3,50	3,5	3,76
высота . . . . .	1,83	2,06	2,62	2,6	2,55
Мощность привода (общая), кВт . . . . .	62,0	65,1	70,1	115,1	84,0
Общая масса, кг . . . . .	6 500	12 500	15 300	19 200	19 800

снижению качества окорки. К зимнему периоду работы окорочных станков относится время с температурой окружающей среды ниже минус 4°.

В этих условиях для обеспечения необходимого качества окорки сырья следует изменить усилие прижима короснимателей к поверхности лесоматериала, применять ступенчатую заточку режущей кромки короснимателей с формированием у каждой ступени определенных углов заточки. Острозаточенная часть режущей кромки удерживается от врезания в древесину за счет ступени, затачиваемой под большим углом. Для достижения качественной окорки в зимнее время очень важно обеспечить равномерный прижим короснимателей к окашиваемой поверхности. Отклонение усилий прижима в зимнее время не должно превышать 5 % среднего значения для данного типа станка.

Одним из важных условий высокого качества окорки является правильный выбор скорости подачи сырья с учетом породы и состояния древесины.

Переработка низкокачественного сырья, пораженного центральной гнилью, предполагает раскряжевку долготя на метровые чураки для последующего раскалывания на поленья с целью обнажения гнили.

Раскряжевка дровяной древесины на чураки производится как на основных потоках нижнего склада, так и на специализированных узлах.

В основных потоках древесное долготье раскряжевывается на установках ЛО-15С с однодисковым пильным станком для мелких и средних насаждений. В регионах с крупномерной древесиной используются двухдисковые раскряжевочные линии ЛО-68 и ЛО-30.

Раскряжевочная установка ЛО-15С разработана и серийно выпускается взамен полуавтоматических линий ПЛХ-ЗАС. В отличие от последней она имеет повышенную скорость продольной подачи древесины под пилу (1,8 м/с). В состав установки также входит двухстrelовой манипулятор ЛО-13С и продольный транспортер для подачи хлыстов.

Сучкорезно-раскряжевочная установка ЛО-30 используется для обрезки сучьев и раскряжевки крупномерных хлыстов со средним объемом свыше 0,8 м<sup>3</sup>. Она снабжена одностреловым манипулятором для поштучной подачи хлыстов на шаговый подающий транспортер.

Специализированные узлы для разделки дровяного долготя на метровые чураки чаще всего создаются на базе круглопильных станков АЦ-1 с пильным диском 1200 мм и АЦ-2М, имеющим пильный диск 1500 мм.

Для раскряжевки дровяного долготя также используются балансирные круглопильные станки ЦБ-5 с гидрофицированным зажимом кряжа и надвиганием пильного диска.

Раскряжевку дровяной древесины часто производят бензиномоторными и электропилами на ручных площадках, размещаемых вблизи основных потоков нижнего склада. Здесь же располагается оборудование для раскалывания чураков.

Чураки раскалывают на поленья, на две или четыре части на одно- или двухклиновых цепных колунах. Поленья, требующие дополнительного деления, возвращают повторно для раскалывания, после чего их сортируют с целью отделения лучшей части, идущей на изготовление балансов и технологической щепы для ЦБП. Поленья с большой кривизной, наплывами или малым содержанием здоровой древесины (толщиной менее 5 см) реализуются как топливо.

Для раскалывания кряжей с одновременным удалением гнили в ЦНИИМЭ разработан и сдан в серийное производство станок КГУ-1, выпускаемый Новозыбковским станкозаводом. В качестве базы для этого станка использован гидрофицированный колун КГ-8А.

На Тарбагатайском станкозаводе начат выпуск (взамен КЦ-7) усовершенствованного цепного колуна КЦ-8 с механизированным возвратом остатка кряжа для повторного раскалывания.

Значительный интерес представляет разработанный Дальневосточным институтом лесной промышленности станок для продольного деления короткомерной древесины модели ДО-20. Существующие дровокольные станки, как известно, основаны на принципе чисто радиального деления (раскалывания) древесины, при котором размер (ширина) получаемого полена не зависит от того, на сколько частей делится чурак и всегда составляет 0,5 диаметра. При этом часто возникает необходимость возврата заготовок для повторного деления, особенно при переработке крупномерного сырья. Станок ДО-20 основан на принципе тангенциально-радиального деления древесины. Размеры сечения получаемых заготовок определяются размерами ячеек делительной головки. Независимо от диаметра чурака деление на станке ДО-20 производится за один цикл с получением заготовок (поленьев) заданного сечения.

Групповая обработка расколотых поленьев (окорка и отделение гнили) производится в корообдирочных барабанах типа КБ. Учитывая отличия в физико-механических свойствах древесины разных пород, обработку хвойного и лиственного сырья в корообдирочных барабанах следует вести раздельно, с обязательным выделением елово-пихтового сырья. Примесь другой породы в обрабатываемой партии не должна превышать 10 %. Смесь поленьев крупного и малого сечения также приводит к снижению качества обработки и повышенным потерям древесины. Поэтому тонкомерное и крупномерное сырье целесообразно перерабатывать раздельно.

### Технические данные дровокольных станков

	ДО-20	КГУ-1	КЦ-7	КЦ-8
Наибольший диаметр раскалываемых чурakov, см . . .	100	100	70	60
Длина чурakov, см . . . . .	120	125	125	125
Число получаемых поленьев за один цикл, шт. . . . .	2...25	2...6	2	2...3
Усилие раскалывания, кН.	568,4	300,0	49,0	50,0
Длительность цикла раскалывания, с . . . . .	15...26	14,4	10,0	6,0
Установленная мощность, кВт . . . . .	30,0	16,5	10,0	11,0
Масса, кг . . . . .	6 000	4 000	2 160	3 160
Габарит, мм:				
длина . . . . .	5 150	5 000	4 370	4 850
ширина . . . . .	1 740	1 800	1 575	1 950
высота . . . . .	2 120	2 000	1 330	1 800

Важным фактором, влияющим на производительность и качество обработки, является степень загрузки сырьем корообдирочного барабана во время работы.

Как видно из рис. 2.1, наиболее эффективно процесс обработки сырья происходит при степени загрузки барабана на 0,55...0,60 рабочего объема. Длительность обработки сырья в барабане в значительной степени зависит от породы и состояния древесины (времени года). В зимний период времени для достижения необходимого качества окорки требуется удлиненный цикл обработки сырья (табл. 2.4). Повышенной длительности обработки требуют такие породы древесины, как береза и ель (при отрицательной температуре).

Производительность корообдирочных барабанов при отрицательных температурах среды резко падает (в 2...2,5 раза), возрастают потери качественной древесины. В связи с этим в зимнее время необходимо использовать методы, интенсифицирующие процесс окорки и отделения гнили. Одним из эффективных методов повышения производительности окорочных барабанов является подогрев древесины в корообдирочных барабанах насыщенным водяным паром или газовым теплоносителем [14]. Тепловая обработка древесины в барабане паром

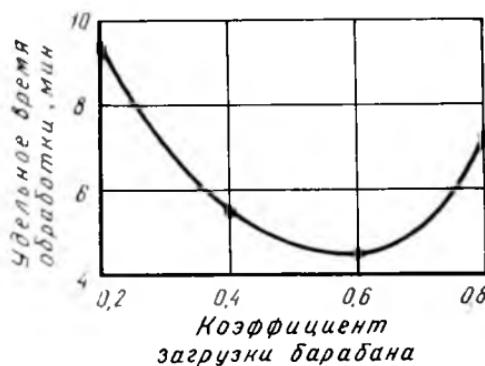


Рис. 2.1. Удельные затраты времени на обработку еловой древесины в зависимости от степени загрузки корообдирочного барабана (время года — осень)

## 2.4. Длительность цикла обработки древесины в корообдирочном барабане

Вид сырья	Поро-да дре-весины	Цикл обработки, мин					
		летом	осенью	зимой при температуре °C			
				-5°	-15°	-25°	
Круглые поленья диаметром 3...18 см, длиной 0,3...1,5 м Сучья любой кри- визны диаметром 3...10 см, длиной 0,5...1,5 м	Сосна	10...15	20...25	40...50	55...65	50...60	
	Ель	12...17	25...30	55...65	90...105	115...130	
	Береза	15...20	30...35	45...55	65...80	60...70	
	Осина	10...15	25...30	35...45	50...60	45...55	
	Сосна	10...15	20...25	35...45	50...60	45...55	
	Осина	0...15	20...25	30...40	45...55	40...50	
Колотые поленья с линией раскола до 20 см, длиной 0,8...1,0	Сосна	20...25	40...45	85...95	100...110	95...105	
	Ель	25...30	45...50	120...130	140...155	155...170	
	Береза	30...35	55...60	115...125	135...145	130...140	
	Осина	20...25	45...50	95...105	115...125	110...120	

может производиться как от центральной котельной, так и от встроенной в здание цеха малогабаритной котельной целевого назначения. Для этой цели могут быть использованы паровые котлы сельскохозяйственного назначения типа КВ-200М и КВ-300М (КВ-300ТМ), работающие на жидком и твердом топливе.

### Технические данные паровых котлов

	KB-200M	KB-300M (KB-300TM)
Производительность, кг/ч:		
на угле, торфе и дровах . . . . .	200	300
на жидком топливе . . . . .	315	450
Избыточное давление пара, МПа . . . . .	0,07	0,07
Температура пара, °C . . . . .	115	115
Габаритные размеры с учетом вспомогательного оборудования, мм:		
длина с дымовой коробкой . . . . .	2 250	2 850
для твердого топлива . . . . .		
ширина . . . . .	1 330	1 500
высота . . . . .	1 300	1 500
Масса с учетом вспомогательного оборудования, кг:		
для жидкого топлива . . . . .	800	1 250
для твердого топлива . . . . .	860	1 150
Заводы-изготовители . . . . .	Радвилинский завод сельскохозяйственного машиностроения Литовской ССР	Белогорский машиностроительный завод Амурской обл. (для твердого топлива) Зарайский механический завод Московской обл. (для жидкого топлива)

Тепловая обработка древесины газовым теплоносителем применяется в корообдирочных барабанах, эксплуатируемых на открытом воздухе. При использовании в качестве теплоносителя чистого воздуха обработку сырья можно вести в помещениях. Для получения горячего теплоносителя рекомендуются наиболее распространенные серийно выпускаемые теплогенераторы, работающие либо на принципе подогрева воздуха в теплообменнике и подаче его в корообдирочный барабан, либо путем смешивания продуктов сгорания топлива с воздухом и подачи смеси на обработку сырья (модели МПМ-85К, ТГ-150 ВИЗСХ, ВПТ-400, ЛВ-115 и ЛВ-150 ЦНИИМЭ).

Теплогенератор устанавливается со стороны загрузки барабана на расстоянии 4...5 м от торцовой (неподвижной) стенки барабана. Горячий теплоноситель вводится в полость корообдирочного барабана по трубопроводу в точке торцовой стенки, расположенной ниже горизонтальной оси симметрии стенки на 0,4 м и правее (относительно направления движения сырья) вертикальной оси симметрии на 0,5 м (при вращении барабана против часовой стрелки).

При воздействии теплоносителя на древесину происходит таяние льда в камбиальном слое, ослабляющее связь между корой и древесиной. Опыт показал, что для обеспечения эффективной окорки достаточно прогреть поверхностный слой древесины до 0...4 °С. Оптимальной температурой газовой среды при размораживании древесины является температура 160...170 °С. При поддержании этой температуры необходимое время подогрева сырья в барабане составляет от 20 до 30 мин.

### 2.3. СИСТЕМЫ МАШИН ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЩЕПЫ НА НИЖНИХ СКЛАДАХ

На нижних складах лесозаготовительных предприятий концентрируются различные виды древесных отходов, образующиеся в процессе первичной обработки поступающих хлыстов. Приблизительно четвертая часть объема вывозимой на нижний склад древесины составляет низкокачественное сырье, которое так же, как и древесные отходы, целесообразно перерабатывать на различную продукцию с тем, чтобы повысить товарность отгружаемой предприятием продукции. Работа предприятий в новых условиях требует существенного расширения перерабатывающих производств, обеспечения их рентабельности. В связи с этим необходимо применение комплексных методов переработки низкокачественной древесины и древесных отходов с использованием эффективных систем машин.

Для переработки низкокачественной древесины на технологическую щепу, отвечающую требованиям целлюлозно-бу-

мажного производства, на нижних складах леспромхозов используются две системы машин различной производительности (НЩ-1 и НЩ-2).

Система машин НЩ-1 на базе установки УПЩ-ЗА производительностью 5 000 м<sup>3</sup> щепы в год применяется на складах с концентрацией низкокачественного сырья не менее 7 тыс. м<sup>3</sup> в год. В систему НЩ-1 (рис. 2.2) входят: гидрофицированный дровокольный станок КГ-8А, предназначенный для продольного деления чурakov на 2, 4 или 6 поленьев с максимальной линией раскола торца до 20...22 см; корообдирочный барабан КБ-ЗА циклического действия с растаскивающим пятицепным конвейером, вмещающим весь объем низкокачественной древесины, обрабатываемый в корообдирочном барабане за один цикл; ленточный конвейер, по дающий древесину в рубительную машину; дисковая рубительная машина МРНП-10, плоская гирационная щепосортировочная установка СЦМ-60, пневмотранспортная установка ПНТУ-2М с трехпозиционным переключателем трубопроводов. Система НЩ-1 должна комплектоваться также заточенным станком ВЗ-173 (ТчН12-3) для заточки ножей

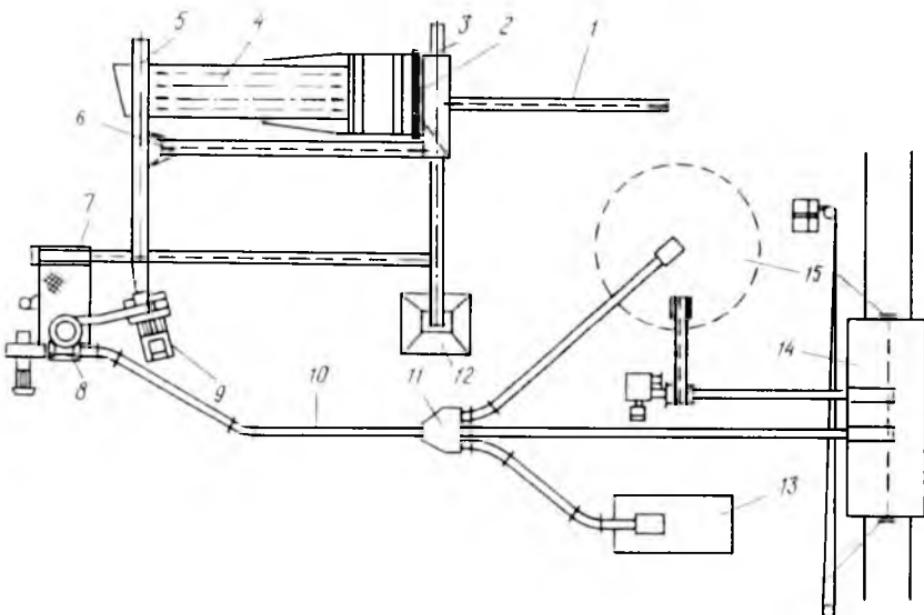


Рис. 2.2. Система машин НЩ-1:

1 — цепной конвейер для подачи сырья; 2 — корообдирочный барабан КБ-ЗА; 3 — ленточный конвейер для отходов; 4 — пятицепной конвейер растаскивателя; 5 — ленточный конвейер; 6 — цепной конвейер возврата сырья на доокорку; 7 — щепосортировочная установка СЦМ-60; 8 — пневмотранспортная установка ПНТУ-2М (или ТС-66); 9 — рубительная машина; 10 — транспортный трубопровод; 11 — трехпозиционный переключатель трубопроводов; 12 — бункер для отходов (или скиповый погрузчик); 13 — автощеповоз; 14 — вагон; 15 — склад открытого хранения

рубительной машины и ситоанализатором щепы АЛГ-М.

Направляемая на переработку тонкомерная древесина подается непосредственно в корообдирочный барабан КБ-ЗА, а толстомер идет на гидроколун КГ-8А для раскалывания до требуемого сечения. Вместе с тонкомерной древесиной расколотые поленья поступают в корообдирочный барабан, заполняемый на 50...60 % его объема. После загрузки барабан запускается в работу, а подающий лесотранспортер останавливается. В результате групповой обработки поленья очищаются от коры и частично от гнили. Отходы обработки (кора, гниль) через разгрузочные окна-люки в обечайке барабана высыпаются на ленточный конвейер для уборки отходов.

Остановка корообдирочного барабана и выгрузка сырья путем открытия шибера производятся по достижении 85...90 % окорки поверхности древесины. Полное освобождение полости барабана от сырья достигается кратковременным пуском барабана после открытия шиберной заслонки. Цикл загрузки, окорки и выгрузки сырья затем повторяется. Поступившие на буферный пятицепной транспортер окоренные поленья поштучно подаются в рубительную машину. Измельченная древесина из рубительной машины по щепопроводу через циклон поступает на сортировку СЩМ-60, а затем после разделения щепы кондиционная часть транспортируется пневмотранспортной установкой на отгрузку или промежуточное складирование. Изменение направления подачи щепы производится с помощью трехпозиционного переключателя трубопроводов, который управляется оператором дистанционно.

Система машин НЩ-2 (рис. 2.3) также предназначена для переработки низкокачественной древесины и отходов лесозаготовок на технологическую щепу, отвечающую требованиям целлюлозно-бумажной промышленности. В отличие от системы НЩ-1, основанной на циклическом принципе работы, система машин НЩ-2 имеет непрерывное движение перерабатываемого сырья. В ее составе тарельчатый питатель ПТ-40, двухцепной конвейер для подачи древесины в окорочный барабан, гидрофицированный дровокольный станок для раскалывания толстомерных чурок, корообдирочный барабан непрерывного действия, ленточный конвейер с морозостойкой лентой, на котором установлен металлоискатель ЭМИ-64П, рубигельная машина МРНП-30, щепосортировочная установка СЩ-1М, пневмогранспортная установка ПНТУ-2М. При расстоянии подачи щепы более 70 м вентилятор ВВД-9У в пневмотранспортной установке заменяется трубовоздуходувкой ТВ-80-1,2.

Система машин должна быть укомплектована ножеточным станком ВЗ-173 и ситоанализатором АЛГ-М.

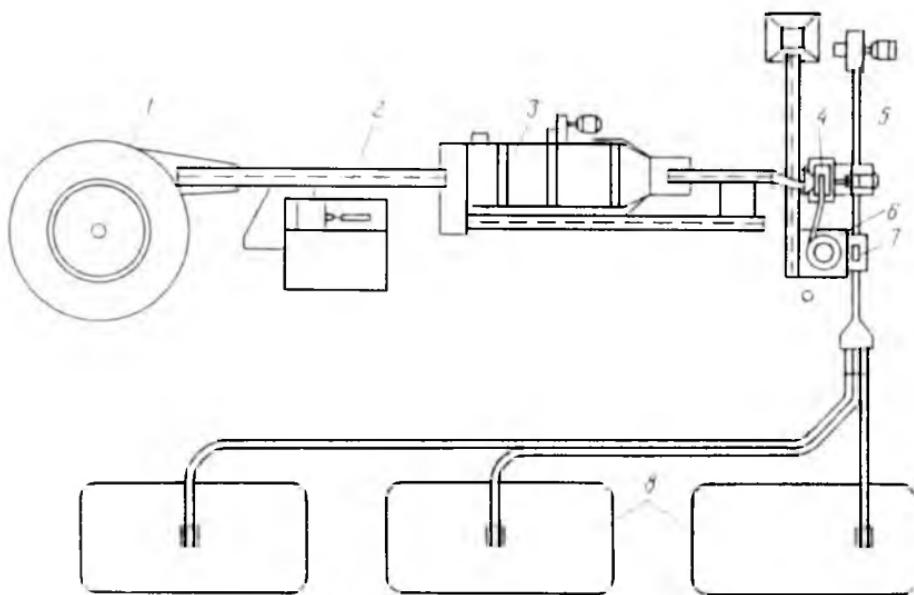


Рис. 2.3. Система машин НЩ-2:

1 — тарельчатый питатель; 2 — гидроколун; 3 — корообдирочный барабан; 4 — рубительная машина; 5 — пневмотранспортная установка; 6 — щепосортировочная установка; 7 — учетчик щепы; 8 — склад открытого хранения

Перерабатываемое сырье должно быть рассортировано по породам. Подача сырья со склада в тарельчатый питатель или к гидроколуну производится башенным краном КБ-572 (КБ-572А). Древесина может подаваться на переработку, минуя промежуточный склад.

Расколотые поленья и тонкомерные чурки цепным конвейером подаются в корообдирочный барабан, в котором они окоряются с одновременным отделением гнили. Обработанные поленья из барабана через разгрузочное окно с щибером поступают равномерно на ленточный конвейер, который подает их в патрон рубительной машины. Недоокоренные поленья сбрасываются с ленточного конвейера и направляются в корообдирочный барабан на повторную обработку.

Из рубительной машины щепа по отводящему трубопроводу через циклон поступает на плоскую щепосортировочную установку, где отделяются мелкие и крупные частицы. Технологическая щепа после установки подается на промежуточное хранение (открытый склад, бункерная галерея, контейнеры).

Для условий лесоизбыточных регионов, примыкающих к крупным целлюлозно-бумажным предприятиям, а также пунктам отгрузки щепы на экспорт, разработана система машин (НЩ-3) большой единичной мощности.

## Технические данные систем машин НЩ-1, НЩ-2

	НЩ-1	НЩ-2
Производительность, тыс. м <sup>3</sup> щепы в год . . . . .	5 000	12 500
Габаритные размеры (без учета пневмотранспортера), м:		
длина . . . . .	20,0	42,0
ширина . . . . .	12,5	30,0
высота . . . . .	6,5	7,0
Установленная мощность, кВт . . . . .	188,7	320,0
Масса, т . . . . .	35,0	110,0
Количество обслуживающего персонала, чел. . . . .	5	5

Система машин НЩ-3 (рис. 2.4) предназначена для переработки целых низкокачественных хлыстов и доляготья диаметром до 80 см на щепу для целлюлозно-бумажной промышленности.

В состав системы входит погрузчик на колесной базе ЛТ-163 для разгрузки хлыстов или кран ЛТ-62 с грейфером ЛТ-59, разгрузочно-растаскивающее устройство РРУ-10М, сучкорезно-раскряжевочная установка ЛО-30, включающая манипулятор, выносной конвейер со сбрасывателями на 3...4 кармана-накопителя; лесонакопители сортиментов; разобщитель бревен ЛТ-108, окорочный станок ОК-100-1, лесонакопитель окоренной древесины, цепной конвейер для подачи окоренного сырья к рубительной машине и установка УПЩ-15, включающая рубительную машину МРР8-50ГН с подающим конвейером, щепосортировочную установку СЩ-140, промежуточный бункер, пневмотранспортную установку с учетчиком щепы. Линия комплектуется тремя кабинами оператора типа ВО-88.

Особенности функционирования линии состоят в следующем. Хлысты, подсортированные по группам пород, разгру-

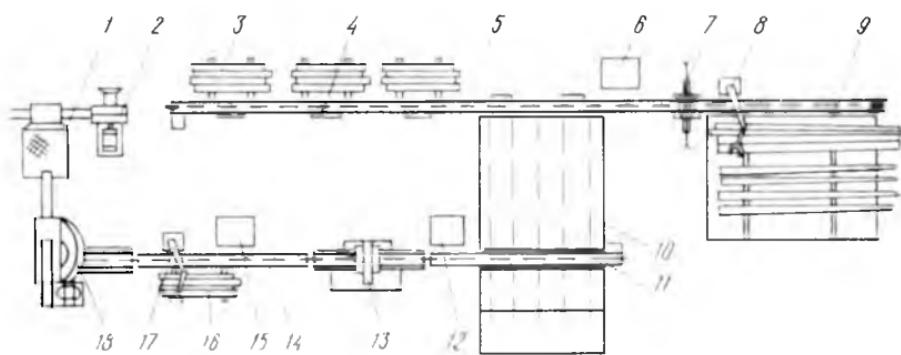


Рис. 2.4. Система машин НЩ-3:

1 — щепосортировочная установка; 2 — пневмотранспортная установка; 3 — лесонакопитель для сортиментов; 4 — сбрасыватель; 5 — цепной сортировочный конвейер; 6, 12, 15 — кабины: операторов; 7 — пильный механизм установки ЛО-30; 8, 17 — манипуляторы; 9 — разгрузочно-растаскивающее устройство; 10 — разобщитель бревен; 11 — роликовый конвейер; 13 — окорочный станок; 14 — цепной конвейер; 16 — лесонакопитель для окоренной древесины; 18 — рубительная машина

жаются непосредственно с автолесовоза или подаются из запаса на эстакаду. Пачка хлыстов растаскивается и подается в зону, доступную манипулятору, который поштучно подает хлысты на сучкорезно-раскряжевочную линию ЛО-30. При прораскряжевывании хлыста производится дозачистка сучьев сучкорезной головкой. Далее хлысты раскряжевываются на отрезки длиной от 3 до 6,5 м в зависимости от его качества. При этом выпиливаются особо ценные сортименты, переработка на щепу которых нерациональна. Разделанная древесина подается на конвейер, оборудованный сбрасывателями. Сортименты, не подлежащие переработке на щепу, сбрасываются в лесонакопители, откуда колесным погрузчиком или краном доставляются на склад. Оставшаяся часть хлыста поступает в разобщитель ЛТ-108, являющийся одновременно межоперационным бункером, обеспечивающим ритмичную работу раскряжевочного и окорочного станков.

Окорка сырья, направляемого на переработку, производится роторным окорочным станком. Для обеспечения проектной производительности линии предусмотрена ее подпитка через второй разобщитель ЛТ-108 низкокачественной древесиной с других раскряжевочных потоков нижнего склада.

Последующая переработка сырья производится на установке УПЩ-15. Для компенсации разницы в скоростях подачи сырья в окорочном станке и рубительной машине между ними установлен накопитель окоренной древесины и манипулятор, обеспечивающий при тонкомерном сырье пачковую загрузку рубительной машины. Полученная после переработки сырья щепа скребковым (или ленточным) конвейером из-под рубительной машины подается на щепосортировочную установку СШ-140. Отсортированная щепа через промежуточный бункер со шнековым питателем подается в дозатор пневмотранспортной установки, которая подает ее в одну из трех куч открытого склада щепы или непосредственно в автощеповоз.

Отсортированные крупная фракция и мелочь подаются в емкость скипового погрузчика и отвозятся к месту использования.

#### 2.4. ПЕРЕРАБОТКА ОТХОДОВ ЛЕСОПИЛЕНИЯ

В нашей отрасли накоплен значительный опыт переработки кусковых отходов лесопиления на технологическую щепу, отвечающую требованиям целлюлозно-бумажного производства (ЦБП).

Технологическая щепа наряду с пиломатериалами является важнейшим видом товарной продукции лесопильных предприятий.

Объем производства технологической щепы из отходов лесопиления для предприятий ЦБП превысил в отрасли 5 млн. м<sup>3</sup>. Отечественной промышленностью освоены эффективные техно-

логические схемы, организован серийный выпуск оборудования для производства технологической щепы, которое постоянно совершенствуется.

В настоящее время используют несколько вариантов организации производства технологической щепы из отходов лесопиления. Многие предприятия в нашей стране и за рубежом организуют участки производства щепы непосредственно в лесопильных цехах.

В зависимости от общезаводской планировки участок может находиться в конце цеха или в середине его, а также в отдельной пристройке, примыкающей к зданию цеха.

Участок включает необходимое оборудование для транспортирования и измельчения отходов, сортирования и подачи щепы на склад или непосредственно в транспортные емкости.

Наиболее целесообразным считается вариант расположения участка по производству щепы вне лесопильного цеха, в отдельном помещении. В ряде случаев в отдельном помещении устанавливают только сортирующее и доизмельчающее оборудование, а рубительные машины монтируются в здании лесопильного цеха.

Технологический процесс переработки отходов лесопиления на щепу включает ряд последовательных операций. В практике отечественного лесопиления сложилась технология производства щепы из отходов лесопиления, включающая следующие основные операции:

сбор, концентрацию отходов и транспортирование их к рубительным станциям, с обеспечением контроля и удаления металлических предметов из состава отходов;

переработку (измельчение) отходов на специальных рубительных машинах с одновременной подачей получаемой щепы на сортирующее устройства;

сортирование и отделение от основной массы щепы крупных кусков древесины, мелочи и опилок;

вторичное измельчение (доизмельчение) крупных кусков и сортирование полученной щепы;

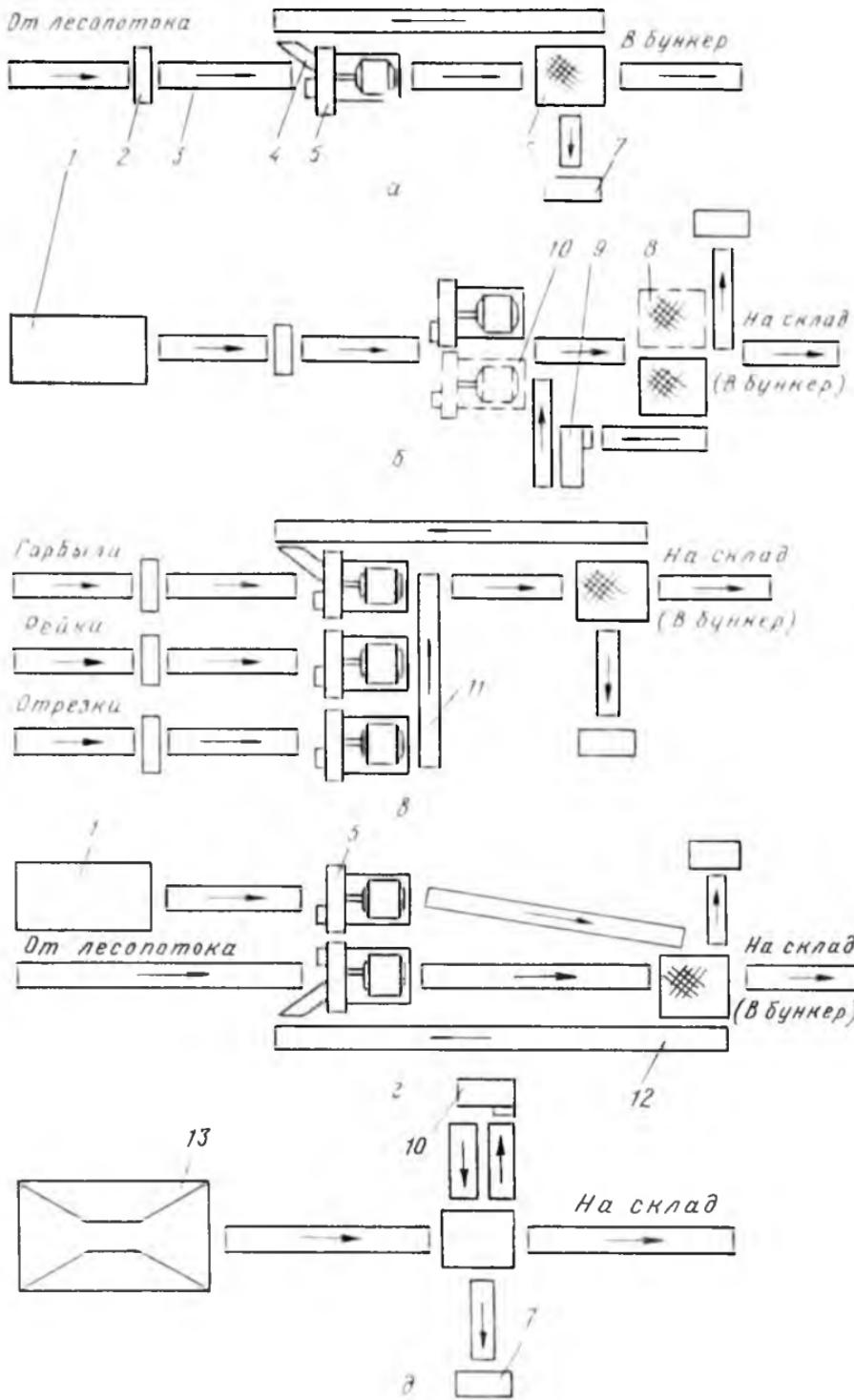
лабораторный анализ вырабатываемой щепы;

внутризаводское транспортирование кондиционной щепы и мелочи (отсева) после щепосортировочной установки;

промежуточное накопление щепы в малых емкостях (бункерах) или подача непосредственно на открытый склад кучевого хранения;

отгрузку щепы в подвижной состав.

При организации производства технологической щепы из кусковых отходов лесопиления применяют различные технологические схемы. Наиболее распространенными из них являются попоточная, централизованная, специализированная, комбинированная и на базе агрегатной переработки бревен (рис. 2.5).



### Рис. 2.5. Технологические схемы переработки отходов лесопиления на щепу:

*a* — попоточная; *b* — централизованная; *v* — специализированная; *z* — комбинированная; *д* — на базе агрегатной переработки бревен; *1* — накопитель отходов; *2* — металлоискатель; *3* — конвейер; *4* — дополнительный патрон; *5* — рубительная машина; *6* — щепосортировочная установка; *7* — бункер для мелочи; *8* — резервная сортировка; *9* — дезинтегратор; *10* — резервная рубительная машина; *11* — конвейер сбора не сортированной щепы; *12* — конвейер возврата крупной фракции в рубительную машину; *13* — агрегатная установка

Поточная схема переработки отходов (рис. 2.5, *a*) предполагает установку рубительных машин в каждом лесопильном потоке. В зависимости от объема перерабатываемых отходов может использоваться одна щепосортировочная установка *б* для щепы на несколько потоков или устанавливаться в каждом потоке.

Горбыли, рейки и отрезки древесины на большинстве лесопильных предприятий подаются в рубительные машины совместно. Отсортированные крупные частицы подаются для доизмельчения в дополнительный патрон-приставку *4*, устанавливаемый на одной из рубительных машин. На случай выхода из строя одной из рубительных машин предусматривается временная передача отходов на другой поток.

В каждой из применяемых технологических схем мелочь от щепосортировочных установок удаляется в специальный бункер *7*, а кондиционная часть в промежуточную емкость или на открытый склад кучевого хранения щепы.

Особенность централизованной схемы переработки (рис. 2.5, *б*) заключается в том, что все отходы лесопиления от нескольких потоков перерабатываются на щепу в одной рубительной машине.

Крупная фракция щепы также подается на доизмельчение. При централизованной схеме целесообразна установка резервной рубительной машины *9* и щепосортировочной установки *8*.

Технология специализированной переработки (рис. 2.5, *в*) отходов лесопиления на щепу отличается от двух рассмотренных выше тем, что кусковые отходы группируются отдельно по видам (горбыли, рейки, отрезки и крупные щепки). В соответствии с этим применяются рубительные машины различных марок.

Комбинированные технологические схемы (рис. 2.5, *г*) могут содержать в себе различные сочетания попоточной, централизованной и специализированной схем производства щепы.

Особое место занимают технологические схемы с использованием агрегатных установок для переработки пиловочного сырья (рис. 2.5, *д*). В этих схемах используются лишь щепосортировочные установки и дезинтеграторы, необходимость в установке рубительных машин здесь отпадает, так как щепа в данном случае получается в процессе обработки бревен на фрезерных агрегатах.

Оценка эффективности переработки отходов лесопиления на щепу производится не только по качеству и объемному выходу кондиционной щепы, но и другим важным показателям, таким, как трудоемкость, энергоемкость процесса, уровень удельных капитальных вложений и др.

По показателям качества щепы наилучшие результаты могут быть достигнуты при переработке отходов по специализированной схеме, так как в ней используются рубительные машины, обеспечивающие для данного вида исходного сырья более выгодные условия резания. Однако применение этой схемы целесообразно лишь при большой мощности лесопильных цехов с образованием больших объемов каждого из видов отходов.

Наиболее полное использование оборудования, в частности рубительных машин и щепосортировочных установок, обеспечивается при централизованной переработке отходов (рис. 2.5, б) или при комбинированной схеме при условии, что рейки и горбыли со всего цеха концентрируются для переработки в одной рубительной машине, а короткомерные отрезки в другой или в той же самой, но оснащенной патроном-приставкой.

Применение централизованной переработки отходов лесопиления имеет и ряд других преимуществ: сокращается потребность в основном оборудовании (рубительных машинах и др.), в связи с чем сокращается производственная площадь участка, повышается производительность рубительных машин, увеличивается выработка на одного рабочего, появляется возможность иметь резервную рубительную машину, что позволяет улучшить условия эксплуатации и ремонта машин, снизить простояи оборудования по этой причине. Все эти факторы способствуют снижению себестоимости производства щепы, улучшению экономических показателей работы предприятия в целом.

## 2.5. НОРМИРОВАНИЕ РАСХОДА СЫРЬЯ

В производстве технологической щепы для ЦБП, древесных плит, гидролиза, а также для энергетических целей на лесозаготовительных предприятиях используются следующие виды сырья: низкокачественная древесина технологического назначения (ОСТ 13-234-87), дрова для отопления (ГОСТ 3243-88), отходы раскряжевки хлыстов (откомлевки, козырьки), обломки стволовой древесины, сучья, ветви, вершины.

На нижних складах леспромхозов количество низкокачественной древесины составляет в среднем 20 % объема вывозки.

Существенным сырьевым резервом для производства древесных плит может быть тонкомерная древесина и лесосечные отходы, образующиеся при рубках главного пользования и рубках ухода за лесом.

Заготовка щепы непосредственно в лесу получила развитие особенно в лесодефицитных районах как нашей страны, так и за рубежом. Для этой цели разработан технологический процесс и система передвижных машин. Требования к качеству щепы, заготовляемой из неокоренной древесины, регламентируются специальными техническими условиями (ТУ 13-735-83).

В условиях нижних лесных складов производство технологической щепы организовано в основном на установках типа УПЩ. Технологическая щепа на этих установках вырабатывается в соответствии с требованиями ГОСТ 15815-83.

По результатам исследований, выполненных в ЦНИИМЭ, определены коэффициенты выхода продукции и полуфабрикатов на все стадиях технологического процесса производства щепы. Расход сырья на выработку 1 м<sup>3</sup> технологической щепы определяется по формуле

$$q = \frac{1}{\eta_1 \eta_2 \eta_3 \eta_4},$$

где  $\eta_1$  — коэффициент выхода полуфабриката после отделения коры в корообдирочном барабане;  $\eta_2$  — коэффициент выхода полуфабриката после отделения гнили;  $\eta_3$  — коэффициент выхода сырья, учитывающий потери здоровой древесины;  $\eta_4$  — коэффициент выхода технологической щепы после отделения нестандартных фракций.

Коэффициент  $\eta_1$  определяется исходя из содержания коры в обрабатываемом сырье. Объемное содержание коры для хвойных пород в вершинной части ствола составляет 14 %, в комлевой 8 %. Для лиственных пород содержание коры в вершинной части 17 %, в комлевой 11 %.

Учитывая, что при обработке в барабане сырье должно быть очищено от коры на 85...100 % (щепа для ЦБП) или направлено в переработку вместе с корой, коэффициент  $\eta_1$  может иметь значения от 0,83 до 1.

Коэффициент  $\eta_2$  зависит от пораженности гнилью сырья и допустимого его содержания в конечном продукте (щепе). При сложившейся технологии 30...35 % гнили удаляется в корообдирочных барабанах и до 35 % при измельчении в рубительных машинах и щепосортировочных установках. Отсюда следует, что для получения щепы марки Ц-1 (для сульфитной целлюлозы с регламентированной сортостью) можно использовать лишь вершинную часть ствола, не содержащую гниль.

Щепу Ц-2 можно вырабатывать лишь при добавке в общий объем сырья не менее 40 % древесины без гнили.

При выработке щепы Ц-3, в которой допустимое содержание гнили 7 %, может быть использована вся дровяная древесина.

Таким образом, в зависимости от назначения вырабатываемой щепы величина коэффициента  $\eta_2$  изменяется от 0,76 до 1.

## 2.5. Потери древесины при переработке сырья на технологическую щепу

Назначение щепы	Вершинной части ствола				Комлевой части ствола			
	хвойной		лиственной		хвойной		лиственной	
	летом	зимой	летом	зимой	летом	зимой	летом	зимой

Потери при обработке в барабане, %

Для сульфитной целлюлозы	1,1	9,3	1,7	7,8	2,2	14,6	4,3	16,4
Для сульфатной целлюлозы	1,0	9,0	1,6	7,6	2,0	13,8	3,8	15,5

Отсев мелочи после сортировки, %

Для сульфитной целлюлозы	5,0	15,0	3,0	9,5	13,0	13,0	11,0	11,0
Для сульфатной целлюлозы, древесных плит, гидролиза	4,0	11,5	3,0	9,5	12,0	12,0	11,0	11,0

## 2.6. Нормы расхода дровяной древесины и отходов лесозаготовок на производство 1 м<sup>3</sup> щепы в условиях леспромхозов

Назначение щепы	Вид перерабатываемого сырья							
	обломки стволов, обрезки при раскрывке вершинок		топливные дрова		тонкомерные деревья от рубок ухода и лесосековки нетоварного молодняка		сучья ветви	
	хвойные	листственные	хвойные	листственные	хвойные	листственные	хвойные	листственные
Для производства целлюлозы и древесной массы								
Марки:								
Ц-1	1,35	1,39	—	—	—	—	—	—
Ц-2	1,33	1,37	1,67	1,67	—	—	—	—
Ц-3	1,29	1,32	1,44	1,49	—	—	—	—
Для ДВП (ПВ)	1,09	1,10	1,30	1,30	1,22	1,23	1,32	1,34
Для ДСП (ПС)	1,09	1,10	1,30	1,30	1,07	1,09	1,24	1,25
Для гидролизного производства								
Марки:								
ГП-1	1,12	1,14	1,39	1,41	1,10	1,11	1,13	1,14
ГП-2, ГП-3	1,23	1,25	1,52	1,54	—	—	—	—

Что касается потерь здоровой древесины в виде отщепов, сколов и др. (коэффициент  $\eta_3$ ), то при групповой обработке сырья они неизбежны. Величина потерь зависит от времени года, породы древесины (табл. 2.5). В процессе измельчения сырья в рубительных машинах наряду с кондиционной щепой образуется и мелкая фракция, которая при сортировке уходит в отсев и учитывается коэффициентом  $\eta_4$  (табл. 2.5). Данные табл. 2.5 относятся к большинству промышленных пород, кроме лиственницы.

Исходя из данных о потерях древесины определены нормы расхода основных видов сырья для выработки технологической щепы различного назначения (табл. 2.6).

Приведенные в таблице 2.6 нормы являются усредненными по различным временам года (зима, лето).

## 2.6. РЕНТАБЕЛЬНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА ЩЕПЫ ДЛЯ ЦБП

Показатели экономической эффективности производства щепы для ЦБП в условиях леспромхозов зависят от целого ряда факторов и, в первую очередь, от качества (марки) вырабатываемой щепы, концентрации производства, характеристики перерабатываемого сырья. Для выработки технологической щепы, отвечающей требованиям ЦБП, используются три основных системы машин: НЩ-1, НЩ-2 и НЩ-3 на базе установок соответственно УПЩ-3, УПЩ-6 и УПЩ-15. Рентабельность производства щепы при использовании этих систем машин будет зависеть от организации работ по их эксплуатации в конкретных условиях предприятий. В частности, необходимо обеспечить соответствие возможностей каждой из систем машин по производительности с фактической концентрацией сырья на предприятии. Степень использования мощностей систем машин решающим образом влияет на рентабельность производства щепы.

Структура сырья должна обеспечивать наибольший ценностный выход товарной щепы.

Области рентабельного производства технологической щепы различного назначения с применением существующих систем машин можно определить по графику, представленному на рис. 2.6.

При выработке щепы для сульфитной варки марки Ц-1, имеющей наиболее высокую цену, рентабельность может быть достигнута уже при концентрации сырья 2,5...3,0 тыс. м<sup>3</sup> в год, на установках УПЩ-6А при 3,5...4,0 тыс. м<sup>3</sup>, а на линиях (система НЩ-3) — 13,5...14,0 тыс. м<sup>3</sup>.

Если учесть, что в установках в основном перерабатывается дровяная древесина и получить из нее щепу высокого качества не представляется возможным, то необходимо ориентироваться

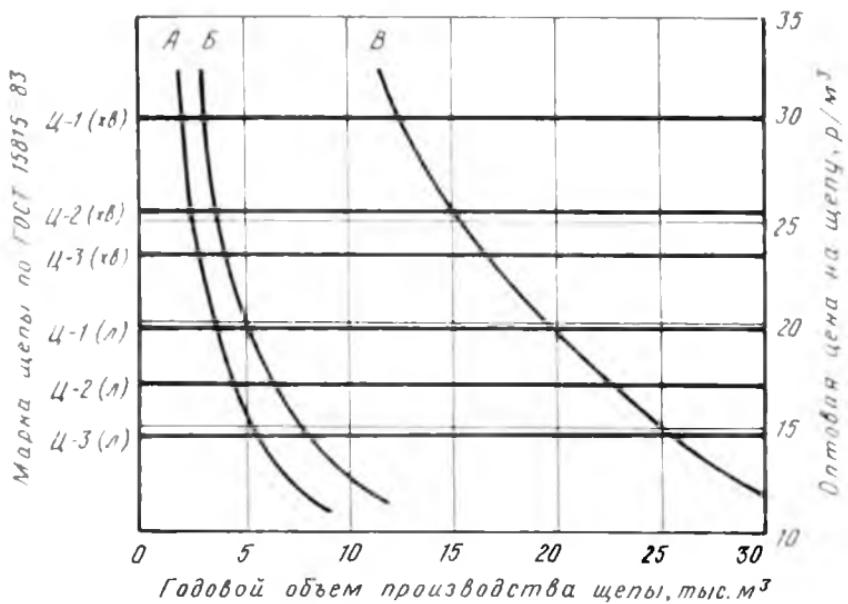


Рис. 2.6. Области рентабельного производства технологической щепы на установках УПЩ:

А – УПЩ-3А; Б – УПЩ-6А; В – линия на базе УПЩ-15

на более низкие сорта щепы. Оценивая условия эксплуатации, например, установки УПЩ-3А, можно считать, что при достижении ее проектной мощности (5 тыс. м<sup>3</sup>) рентабельной будет выработка на этой установке щепы марки Ц-2 из лиственных пород для сульфатной варки. Выработка же щепы из лиственных пород марки Ц-3 экономически невыгодна.

Наиболее эффективна эксплуатация систем машин НЩ-2 и НЩ-3. Рентабельность производства щепы на этом оборудовании достигается даже при выработке щепы из лиственных пород самого низкого качества (марки Ц-3) для сульфатной варки. При этом загрузка оборудования может быть неполной (85 %).

### 3. ПЕРЕРАБОТКА ОТХОДОВ ЛЕСОЗАГОТОВОВОК И ТОНКОМЕРНОГО СЫРЬЯ НА ЩЕПУ ДЛЯ ДРЕВЕСНО-ПЛИТНОГО ПРОИЗВОДСТВА И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ЦЕЛЕЙ

#### 3.1. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К ЩЕПЕ ИЗ ТОНКОМЕРНЫХ ДЕРЕВЬЕВ И СУЧЬЕВ

Ускоренное развитие производства древесных плит и продуктов микробиологии требует расширения сырьевой базы.

Одним из источников получения дополнительного древесного сырья для древесно-плитного и гидролизного производств яв-

ляются отходы лесозаготовок и целые тонкомерные деревья, остающиеся на лесосеке.

В отличие от щепы из окоренной стволовой древесины щепа, полученная при переработке целых тонкомерных деревьев и отходов лесозаготовок (сучьев, ветвей и вершин), содержит не только кору, но и древесную зелень (хвою, листья, неодревесневшие побеги).

Технологическая щепа, вырабатываемая из тонкомерных деревьев и сучьев хвойных и лиственных пород, в основном предназначается для производства древесных плит и в меньшей степени для гидролизного производства.

Требования к технологической щепе для этих видов производства регламентируются двумя документами: ГОСТ 15815—83 "Щепа технологическая" и техническими условиями на щепу технологическую из тонкомерных деревьев и сучьев (ТУ 13-735—83).

Согласно ГОСТ 15815—83 технологическая щепа для гидролизного производства вырабатывается трех марок ГП-1, ГП-2 и ГП-3, для производства древесных плит — двух марок ПВ и ПС.

Из щепы ГП-1 вырабатываются спирт, дрожжи, глюкоза и фурфурол; щепа ГП-2 используется для получения пищевого кристаллического ксилита; ГП-3 — фурфурола и дрожжей при двухфазном гидролизе; ПВ — древесноволокнистых плит; ПС — древесностружечных.

Регламентируемые номинальные размеры частиц щепы в зависимости от марок следующие:

	Длина	Толщина (не более)
ГП-1, ГП-2, ГП-3	5...35	5
ПВ	10...35	5
ПС	10...60	30

Так же, как и для других видов производства, к технологической щепе для древесных плит и гидролизного производства предъявляется целый ряд требований по качеству и размерной характеристике (фракционному составу) щепы, ограничиваются вредные включения и засоренность минеральными примесями.

По показателям качества технологическая щепа (ГОСТ 15815—83) должна отвечать следующим требованиям:

Марка щепы . . . . .	ГП-1	ГП-2	ГП-3	ПВ	ПС
Массовая доля коры, % (не более) . . . . .	11,0	3,0	3,0	15,0	15,0
Массовая доля гнили, % (не более) . . . . .	2,5	1,0	1,0	5,0	5,0
Массовая доля минеральных примесей, % (не более) . . . . .	0,5	не допу- скается	0,3	1,0	0,5

Массовая доля остатков на ситах с отверстиями диаметром:

30 мм (не более) . . .	5,0	5,0	5,0	10,0	5,0
20 и 10 мм (не более)	90,0	90,0	94,0	79,0	85,0
5 мм (не более) . . .				10,0	
на поддоне (не более)	5,0	5,0	1,0	1,0	10,0
Обугленные частицы и металлические включения . . .			не допускаются		

### 3.1. Состав щепы различного назначения (по ТУ 13-735-83)

Наименование показателей	Норма, %				
	для производства ДВП		для производств ДСП	для гидролизных производств	для котельных установок
	мокрым способом	сухим способом			
Массовая доля коры, не более	20	20	20	20	Не регламентируется
Массовая доля гнили, не более	3	3	3	3	То же
Массовая доля зелени (хвои, листьев), не более	5	5	5	5	То же
Массовая доля минеральных примесей, не более	1	1	1	1	8
Остаток на ситах с отверстиями диаметром, мм:					
30, не более	7	1	—	5	50
20, не более	—	6	—	—	—
10, не менее	81	50	83	—	—
5, не более	10	11	10	—	—
на поддоне, не более	2	2	7	95	50
Обугленные частицы, металлические и другие включения	Не допускаются			Не регламентируются	

сырья и необходимостью привлечения дополнительных сырьевых источников ЦНИИМЭ разработана технология и создана система передвижных машин для сбора и переработки отходов лесозаготовок и тонкомерной древесины на неокоренную технологическую щепу. Для этого вида щепы разработаны специальные технические условия ТУ 13-735-83 для использования ее в качестве добавки к технологической щепе по ГОСТ 15815-83 в древесно-плитном и гидролизном производствах, а также в качестве топлива для котельных установок. По сравнению с ГОСТ 15815-83 эти технические условия разрешают некоторое увеличение допустимых количеств примеси коры, минеральных включений и т. д. (табл. 3.1.)

Величина добавки щепы, полученной из тонкомерных деревьев и сучьев, к щепе по ГОСТ 15815-83 в производстве ДВП мокрым способом не должна превышать 20 %, сухим способом — 30 %.

В производстве ДВП для наружных слоев допускается использовать до 20 % щепы из сучьев, а для внутренних слоев без ограничений. В гидролизном производстве добавка щепы может достигать 30 %. Для котельных установок щепа из сучьев и тонкомерных деревьев используется без каких-либо количественных ограничений.

В случае, если содержание зелени в щепе технологического назначения превышает установленные нормы, величина добавки должна быть пропорционально уменьшена.

Что касается соотношения в щепе хвойных и лиственных пород древесины, то требования в зависимости от ее назначения следующие (% по массе):

	Хвойных пород	Мягколиственных пород
Для производства древесноволокнистых плит (ДВП):		
мокрым способом .....	не менее 70	не более 30
сухим способом .....	не более 30	не менее 70 в любом соотношении
Для производства древесностружечных плит (ДСП) .....		в любом соотношении
Для гидролизных производств:		
спиртовый профиль .....	не менее 70	не более 30
дрожжевой профиль .....	в любом соотношении	
Для котельных установок .....	в любом соотношении	

По соглашению между поставщиком и потребителем щепы допускаются другие соотношения породного состава.

Влажность щепы, поставляемой для технологических целей, не нормируется.

### 3.2. ВЫРАБОТКА ЩЕПЫ В УСЛОВИЯХ НИЖНИХ СКЛАДОВ

Наряду с получением технологической щепы, отвечающей требованиям ЦБП, на нижних складах лесозаготовительных предприятий организуется выработка щепы для древесно-плитного производства, гидролизных предприятий, а также топливной щепы, идущей для сжигания в котельных установках.

При поставке технологической щепы заводам древесных плит и гидролиза нет необходимости в предварительной окорке сырья, поэтому низкокачественное долготье и целые фанутные хлысты могут перерабатываться на участках по производству щепы, организуемых на базе резцовой рубительной машины МРР8-50ГН по упрощенной технологической схеме (рис. 3.1). В основе схемы заложен принцип разделения сырья на два потока — тонкомерный и крупномерный с применением соответствующих рубительных машин. Для переработки крупномерной древесины используется резцовая рубительная машина МРР8-50ГН, а в потоке тонкомера может быть установлена одна из ножевых рубительных машин МРГ-40, МРГ-50 или МРН-100 в зависимости от объема сырья, подлежащего переработке.

При поштучной подаче сырья питателем 1 (рис. 3.1) на продольный конвейер 2 лесоматериал диаметром менее 30 см

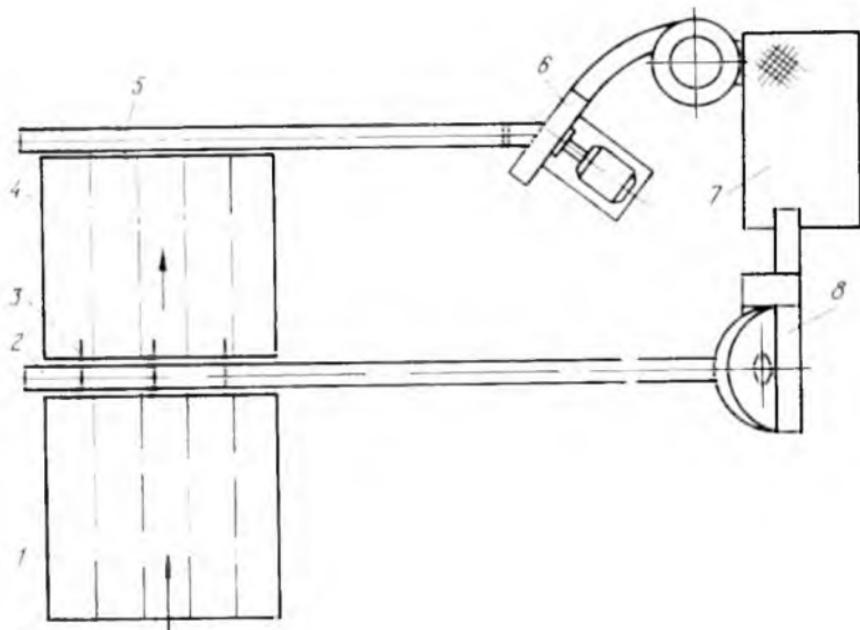


Рис. 3.1. Технологическая схема участка по производству технологической щепы для древесно-плитного и гидролизного производства:

1 — питатель; 2 — конвейер крупномерного сырья; 3 — делитель потока сырья; 4 — поперечный конвейер; 5 — конвейер тонкомерного сырья; 6 — ножевая рубительная машина; 7 — щепосортирующая установка; 8 — резиновая рубительная машина

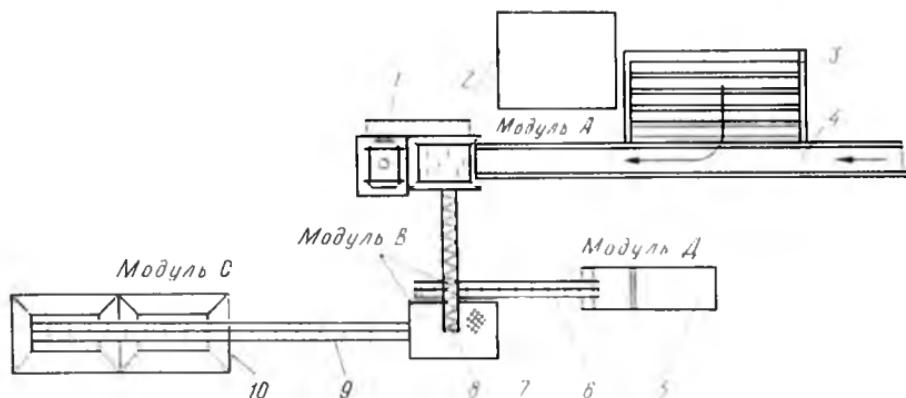


Рис. 3.2. Технологическая схема переработки кусковых отходов стволовой древесины с применением системы НЩ-4

перекатывается на поперечный конвейер 4. В этом случае рычаги делителя потока 3 опущены. При поступлении крупномерного сырья рычаги 3 поднимаются и лесоматериал загружается на продольный конвейер 2, подающий его в рубительную машину МРР8-50ГН. После измельчения сырья в рубительных машинах

6, 8 щепа поступает на щепосортировочную установку 7. Возможный годовой объем переработки сырья на этой системе машин достигает 150 тыс. м<sup>3</sup>. Систему обслуживаются два оператора и два вспомогательных рабочих. Применение резцовой рубительной машины МРР8-50ГН сокращает потери древесины на 6...8 %, снижает себестоимость производства щепы на 25...30 %, уменьшает капитальные вложения в 1,3...1,5 раза.

При раскряжевке хлыстов на нижних складах лесозаготовительных предприятий образуется значительное количество кусковых отходов в виде откомлевок, козырьков, короткомерных стволовых отрезков до 75 см.

Для переработки этого вида вторичного сырья разработана система машин НЩ-4 (рис. 3.2). Базовой машиной этой системы является резцовая рубительная машина МРБ8-15Н с шахтной загрузкой сырья. Рабочий орган машины выполнен в виде вращающегося барабана, на образующей поверхности которого по спирали размещены трехлезвийные резцы. Резцовый барабан приводится через клиноременную передачу от электродвигателя мощностью 75 кВт.

Основой системы машин НЩ-4 является модуль А, включающий конвейер 4, рубительную машину 1, кабину оператора 2 и бункер-накопитель отходов раскряжевки 3. Отходы можно подавать к машине либо непосредственно от раскряжевочной установки по конвейеру 4, либо через бункер-накопитель 3, в который они подвозятся автосамосвалом.

Модуль В системы используется при выработке сортированной щепы. В его составе выносной конвейер 8 и щепосортировочная установка 7. Бункер 10 для щепы и скребковый транспортер 9 образуют модуль С, который применяется при вывозке щепы автощеповозом. Для сбора и вывозки отходов сортировки и мусора используется модуль Д, состоящий из конвейера 6 и бункера 5, в который подаются отсев, измельченные гниль и кора. При необходимости щепа может подаваться с конвейера 8 непосредственно на конвейер 9, минуя щепосортировочную установку 7. Вся система машин управляется оператором из кабины, входящей в состав модуля А. При выработке из отходов раскряжевки топливной щепы необходимость в использовании модуля В отпадает.

Для переработки на щепу отходов от стационарных сучкорезных и сучкорезно-раскряжевочных линий применяется система машин НЩ-5 на базе барабанной рубительной машины ДУ-2АМ, которая заменяется более современной машиной ДО-51, выпуск которой организован на Ижевском заводе "Ижлесмаш". В состав этой системы, кроме рубительной машины, входят конвейер подачи сучьев, конвейер отводя мусора, скиповые погрузчики: один для технологической щепы, второй — для мусора.

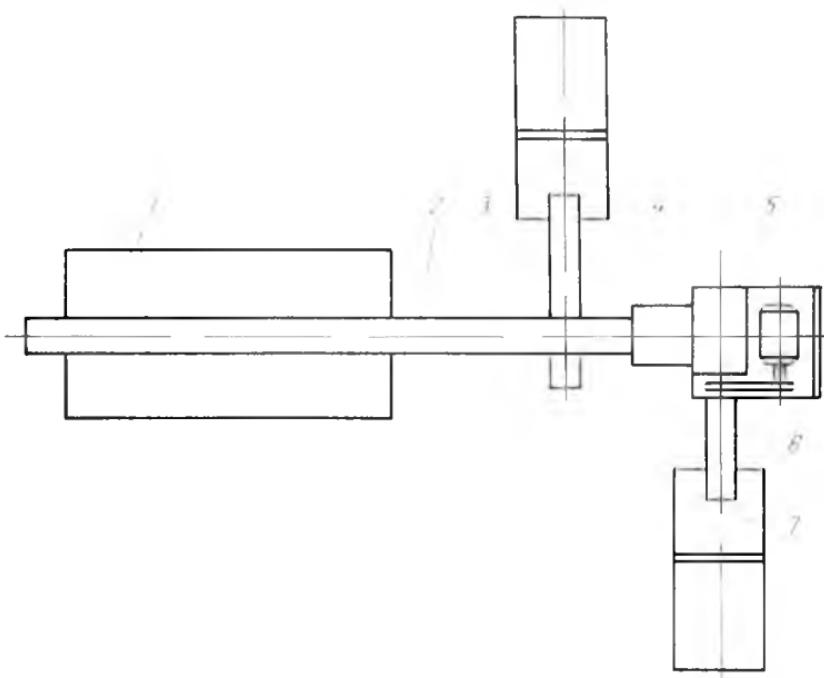


Рис. 3.3. Технологическая схема переработки отходов с применением системы машин НЩ-5:

1 – эстакада сучкорезно-раскряжевочной линии; 2 – конвейер подачи отходов; 3 – конвейер для мусора; 4 – скраповый погрузчик; 5 – рубительная машина ДО-51; 6 – конвейер для щепы; 7 – скраповый погрузчик

Технологическая схема переработки древесных отходов на нижнем складе с применением системы машин НЩ-5 приведена на рис. 3.3.

При больших концентрациях отходов на нижних складах рекомендуется применять систему машин НЩ-6 на базе рубительной машины МРБ4-30ГН. Система НЩ-6 рассчитана на переработку практически всех видов отходов нижнескладского производства (сучьев, ветвей, вершин, откомлевок и др.). Вырабатываемая щепа в зависимости от исходного сырья может использоваться в древесноволокнистом, гидролизном производстве, а также в качестве топлива.

При использовании системы машин НЩ-6 для переработки отходов от сучкорезно-раскряжевочных линий рубительную машину рекомендуется размещать на продольной оси одной из линий, отходы от других линий подавать на основной конвейер с помощью поперечных лесотранспортеров или манипуляторов.

Для более полного использования возможностей рубительной машины в ряде случаев у основного конвейера устраивается площадка для привозных отходов, которые подаются в лоток конвейера манипулятором с грейферным захватом.

**Технические данные систем машин для переработки сучьев, ветвей и вершин на нижних складах**

	НШ-5	НШ-6
Производительность, тыс. м <sup>3</sup> в год . . . . .	12	30
Установленная мощность, кВт . . . . .	126	220
Размер перерабатываемого сырья, мм:		
высота . . . . .	400	1 000
ширина . . . . .	600	900
длина . . . . .	2 000	не ограничена
Количество обслуживающего персонала, чел. . . . .	1	1

**3.3. ТЕХНОЛОГИЯ И СИСТЕМА МАШИН ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ЩЕПЫ НА ЛЕСОСЕКЕ**

Развитие производства технологической щепы на лесосеке продиктовано стремлением более полного использования древесного сырья на лесных площадях, отводимых в рубку.

Важность этого направления непрерывно возрастает в связи с тем, что лесосыревая база многих предприятий иссякается, увеличивается расстояние вывозки, а в ряде регионов интенсивного лесопользования выбытие производственных мощностей по лесозаготовкам опережает ввод новых мощностей. Строительство новых лесозаготовительных предприятий в многолесных районах требует больших капитальных вложений. Эти обстоятельства определяют необходимость поиска путей сокращения потерь древесины, более полного использования лесосечного фонда.

Производство щепы на лесосеке является одним из важных направлений вовлечения в эксплуатацию имеющихся резервов древесного сырья. К ним прежде всего надо отнести тонкомерную древесину и лесосечные отходы, образующиеся, при рубках главного пользования, низкотоварные насаждения, разработка которых для получения круглых лесоматериалов экономически неэффективна, древесина, остающаяся от рубок ухода за лесом в комплексных лесных предприятиях.

Лесосечные отходы, образующиеся при рубках главного пользования, можно разделить на две большие группы, использование которых имеет существенные различия: отходы кроны деревьев и отходы, образующиеся за счет поломки тонкомерных деревьев.

Расчетные оценки и имеющийся практический опыт доказывают, что отходы кроны экономически целесообразнее перерабатывать на нижних складах леспромхозов, т. к. их переработка на верхних складах после передвижных сучкорезных машин в 2 раза дороже. Это объясняется более высокой их концентрацией на нижних складах, где могут быть применены высокопроизводительные рубительные машины, работающие в едином технологическом потоке.

Таким образом, перспектива более широкого использования отходов кроны связана с переходом на технологию лесозаготовок, основанную на вывозке целых деревьев.

Что касается второй группы отходов — обломков тонкомерной стволовой древесины, образующихся в процессе валки деревьев и погрузки хлыстов на лесовозный транспорт, то для их переработки целесообразно применение передвижных систем машин, обеспечивающих выработку щепы непосредственно в лесу (на погрузочных площадках) и вывозку ее потребителю. Количество такой древесины может достигать 10 % ликвидного запаса.

В основу технологического процесса производства щепы в лесу положен принцип концентрации отходов и тонкомерной древесины на площадке у лесовозной дороги, где размещаются передвижная рубительная установка и контейнерный автопоезд для переработки древесного сырья и вывозки щепы.

Для улучшения использования лесной биомассы в процессе рубок главного пользования целесообразно внедрение малоотходной технологии лесозаготовок, заключающейся в сокращении образования отходов за счет поломки тонкомерных деревьев посредством их отсортировки и укладки в процессе валки в отдельный штабель как сырья для производства щепы. Этот технологический процесс может реализоваться как традиционными машинами, так и специальной малогабаритной техникой.

В государственном лесном фонде имеется много малоценных лиственных молодняков, не имеющих хозяйственного значения. Кроме того, непрерывно растут объемы рубок ухода за лесом, значительная часть получаемой при этом древесины остается неиспользованной. Производство щепы из этих видов сырья рентабельно за счет того, что количество операций при этом уменьшается более чем в 2 раза, по сравнению с производством круглых лесоматериалов. Исключаются такие трудоемкие операции, как обрезка сучьев, погрузка, раскряжевка, сортировка сортиментов и др.

Показатели комплексной выработки при производстве щепы на лесосеке в настоящее время достигли на ряде передовых предприятий  $975 \text{ м}^3/\text{чел}$ . Себестоимость производства — 14 р/м при отпускной цене франко-нижний склад леспромхоза 19 р/м<sup>3</sup>.

Базовая система передвижных машин для производства технологической щепы в лесу включает: погрузочно-транспортную машину ЛТ-168А, рубительную установку УРП-1, контейнерный автопоезд ТМ-12 (ТМ-12А).

Заготовка тонкомерных деревьев при малоотходной технологии лесосечных работ может быть организована с применением бензиномоторных пил и трелевочных тракторов с канато-чокерным оборудованием или на базе валочно-пакетирующей машины в комплексе с трелевочной машиной [15].

При использовании бензиномоторных пил лесосека разрабатывается методом узких лент. На ней оборудуется площадка для складирования и отгрузки крупномерных хлыстов (деревьев) и переработки на щепу тонкомерных деревьев. После разрубки волока вальщик, начиная с конца лесосеки, производит валку тонкомерных деревьев (ликовидных и неликовидных) диаметром до 12 см, которые одновременно укладываются в пачки по 3...5 шт. или более. Вытрялевку пачек на площадку производит трактор с канаточекерным оборудованием. Валку и трелевку оставшихся крупномерных деревьев ведут после уборки тонкомерных деревьев.

Переработка уложенных в штабель тонкомерных деревьев на площадке ведется передвижной рубительной установкой УРП-1 (рис. 3.4) с одновременной подачей щепы непосредственно в съемный контейнер автопоезда ТМ-12А (рис. 3.5). Рубительная установка размещается вдоль штабеля сырья так, чтобы загрузочный патрон был обращен в сторону комлевой части штабеля и его продольная ось совпадала с направлением укладки сырья в штабеле. Это исключит необходимость какого-либо разворота деревьев в процессе их подачи в патрон рубительной установки. Контейнерный автопоезд устанавливается по другую сторону рубительной машины, параллельно ей. Деревья подаются в патрон



Рис. 3.4. Передвижная рубительная установка УРП-1:

1 — базовый трактор Т-150К; 2 — гидроманипулятор; 3 — отводящий трубопровод; 4 — механизм подачи; 5 — ножевой диск; 6 — прицепная платформа; 7 — аутригеры; 8 — грейферный захват

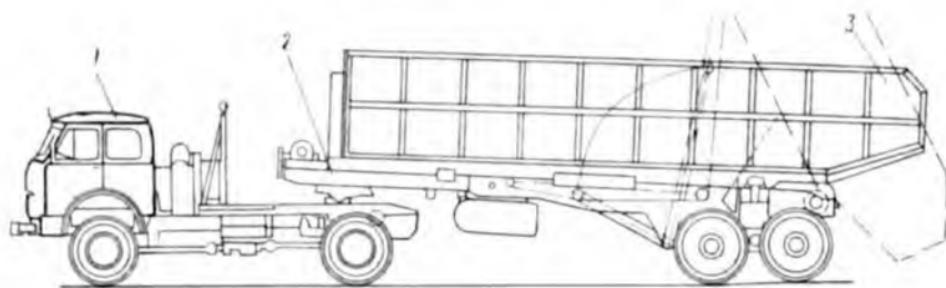


Рис. 3.5. Контейнерный автопоезд ТМ-12А:

1 — тягач; 2 — полуприцеп; 3 — сменный большегрузный контейнер

рубительной машины гидроманипулятором. Грейферный захват гидроманипулятора при подаче дерева в патрон должен располагаться на расстоянии 1,5..2 м от комлевого торца и удерживать его до момента захвата его подающими вальцами рубительной машины. Подача мелкого сырья в патрон производится пачками, а крупных деревьев поштучно. Деевья предельного диаметра перерабатываются за два-три приема с остановкой механизма подачи. В процессе переработки сырья рубительная установка вместе с контейнерным автопоездом перемещается вдоль штабеля.

Равномерное заполнение контейнера автопоезда щепой в процессе загрузки обеспечивается путем поворота наадки щепопровода, управление которым выведено на пульт оператора.

Щепа вывозится из леса контейнерным автопоездом ТМ-12А, оснащенным сменными контейнерами.

Щепа в процессе переработки подается в один из контейнеров, установленный непосредственно на землю (рис. 3.6). При необходимости его можно перемещать волоком вдоль штабеля для окончательной установки. После установки порожнего

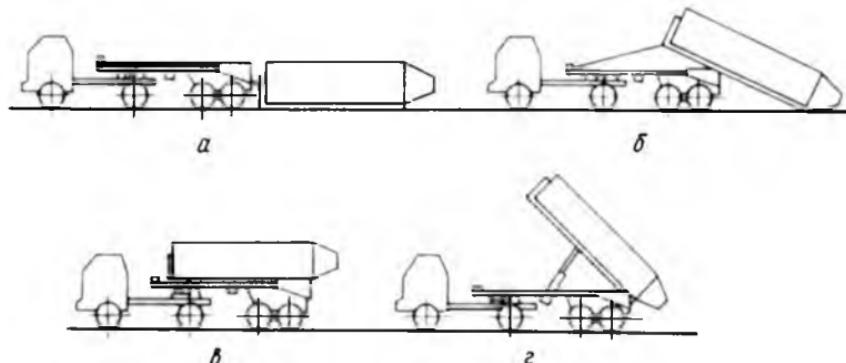


Рис. 3.6. Схема функционирования контейнерного автопоезда ТМ-12А:

а - установка контейнера под загрузку; б — погрузка контейнера на полуприцеп; в — перевозка контейнера; г — разгрузка щепы

контейнера автопоезд подъезжает к заполненному щепой и погружает его на раму полуприцепа. Щепа вывозится на нижний склад или во двор потребителя. Разгрузка контейнерного автопоезда производится самосваливанием назад. При благоприятных грунтовых условиях на подъездах к штабелю вывозка щепы может производиться щеповозом ЛТ-7А.

Производство щепы по приведенной технологии имеет следующие технико-экономические показатели: годовой объем производства щепы, тыс. м<sup>3</sup>—10,0, себестоимость производства щепы, р/м<sup>3</sup>—12,4.

На отведенных в рубку лесосеках иногда встречаются участки низкотоварных тонкомерных древостоеv. Эти участки остаются как недорубы. Заготовку и переработку на щепу древесины в недорубах рекомендуется вести по технологии, применяемой при реконструкции малоценных древостоеv.

Особенности производства щепы при разработке малоценных насаждений состоят в том, что заготовка тонкомерной древесины ведется при сплошной рубке. В этом случае могут использоваться машины, трелюющие деревья в полностью погруженном (погрузочно-транспортные и валочно-транспортные машины) и полупогруженном положениях (манипуляторные трелевочные машины, тракторы с канаточокерным оборудованием). Последний вариант используется в тех случаях, когда исключается загрязнение деревьев грунтом.

Работы по освоению делянки начинают с подготовки площадки для размещения сырья и оборудования для его переработки. Форма площадки прямоугольная размером 30x70 м.

В зависимости от конкретных условий разработка делянки может вестись по круговой схеме, а также лентами, перпендикулярными или параллельными усу. Разработку делянки по круговой схеме начинают с разрубки ленты шириной 7...8 м по периметру делянки. Пачки деревьев укладываются на ленте с ее левой стороны. Сбор пачек, подвозка к рубительной установке, укладка в штабель производятся погрузочно-транспортной машиной ЛТ-168 (ЛТ-168А). Если длина деревьев превышает 12 м, то при необходимости их распиливают на две части.

После разработки первой ленты машина ЛП-17 переходит на режим работы валка — пакетирование, перемещаясь по периметру делянки вдоль его границы против часовой стрелки. Если загрязнение деревьев при трелевке исключено или незначительно, то при расстоянии трелевки до 50 м они подтрелевываются непосредственно в штабель.

В процессе сбора пачек деревьев погрузочно-транспортная машина ЛТ-168 (ЛТ-168А) перемещается по периметру делянки в направлении движения ЛП-17, при этом пачки от нее находятся слева по ходу движения. При одновременной работе

ЛП-17 и ЛТ-168А разрыв между ними должен быть не менее 50 м.

На рабочей площадке деревья складируются в один из двух штабелей, при этом у другого штабеля работает рубительная установка. Для обеспечения более производительной работы рубительной установки высота формируемых штабелей не должна превышать 1,5 м.

Если отсутствует погрузочно-транспортная машина ЛТ-168 (ЛТ-168А), то древесина может доставляться к рубительной установке подборщиками-погрузчиками ПЛО-1А или подборщиком ЛП-23. В этом случае пачки деревьев раскряжевывают на 2...3 части (по длине кузова).

Технологический процесс выработки щепы при сведении низкотоварных насаждений машинным способом на базе ЛП-17 и ЛТ-168 (ЛТ-168А) имеет следующие технико-экономические показатели:

Годовой объем производства, тыс. м <sup>3</sup> . . . . .	15
Численность основных и вспомогательных рабочих . . . . .	10
Капитальные вложения, тыс. р. . . . .	193
Себестоимость производства, р/м <sup>3</sup> . . . . .	14
Комплексная выработка на одного рабочего, м <sup>3</sup> /чел. год . . . . .	1400

### 3.4. ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ ПРОИЗВОДСТВА ЩЕПЫ

В связи с непрерывно возрастающим дефицитом древесного сырья усилия многих специалистов ведущих лесопромышленных стран направлены на поиски путей улучшения использования древесины, сокращения потерь биомассы дерева, использования неизбежных отходов лесозаготовок, деревообработки и лесопиления.

Важнейшим направлением повышения эффективности использования древесного сырья по-прежнему считается превращение всех видов кусковых отходов древесины в технологическую щепу и использование ее в целлюлозно-бумажном, древесно-плитном и картонном производстве. Для этой цели во многих зарубежных странах ведут работы по созданию и совершенствованию рубительной техники для измельчения стволовой древесины, различного рода древесных отходов, а также целых низкокачественных деревьев.

В большинстве случаев создаваемые рубительные машины имеют специализированное назначение. Их специфика учитывает прежде всего вид перерабатываемого древесного сырья (стволовая древесина, отходы первичной обработки хлыстов, кусковые отходы лесопиления и т. д.) При переработке стволовой древесины, короткомерных и длинномерных балансов используют дисковые рубительные машины без специального механизма принудительной подачи древесины. Подача сырья в этом случае осуществляется через наклонный или горизонтальный патрон за счет сил

взаимодействия режущих ножей с древесиной (самозатягивание). К числу наиболее распространенных машин такого типа относятся дисковые рубительные машины фирм Блэк Клауссон (США), Никольсон (Канада), Альстрём (Финляндия) и КМВ (Швеция).

Для переработки целых тонкомерных деревьев также используются рубительные машины дискового типа, но, учитывая большое сопротивление, возникающее при подаче деревьев в патрон за счет наличия кроны, кривизны ствола и других причин, рубительные машины для этих целей оснащаются специализированными механизмами принудительной подачи вальцового или гусеничного типа.

Несколько типов передвижных рубительных машин для переработки тонкомерных деревьев созданы финскими фирмами Валмет, ЮИТ-Юхтюмя, Бионер и др. на базе колесных тракторов и автомобилей. В США и Канаде, а также в некоторых европейских странах распространение получили передвижные рубительные установки типа Чипервестор фирмы Морбарт (США).

Длинномерные отходы лесопильного производства (рейки и горбыли) традиционно перерабатываются на дисковых рубительных машинах с самозатягиванием сырья и только в отдельных типах зарубежных машин применяются механизмы принудительной подачи сырья упрощенного типа (верхний подающий валец).

Наибольшие трудности возникают при получении технологической щепы из сучьев, ветвей и вершин, имеющих сложную неопределенную форму и размеры, а также короткомерных отрезков лесопильного и деревообрабатывающего производства (оторцовок и вырезок досок, отрезков заготовок и др.). В этом случае используются специализированные рубительные машины преимущественно барабанного типа с механизмом принудительной подачи, обеспечивающим фиксированную направленную подачу кусковых отходов к ножевому барабану. К машинам такого типа относятся барабанные рубительные машины фирмы Клекнер (ФРГ).

В области технологии и оборудования для заготовки и использования низкокачественной древесины и лесосечных отходов в зарубежных странах в последние годы достигнуто значительное развитие.

Тонкомерное низкосортное сырье заготовляется целыми деревьями, полуухлыстами или хлыстами одновременно с заготовкой сортиментов.

Переработка низкосортного сырья ведется передвижными рубительными машинами на верхних складах или у лесовозных дорог. В Финляндии для этой цели эксплуатируются несколько типов рубительных машин дискового или барабанного типа на базе автомобиля или трактора производительностью от 10 до 30 м<sup>3</sup>/ч.

На переработке лесосечных отходов в скандинавских странах в основном используются барабанные рубительные машины производительностью от 10...18 м<sup>3</sup>/ч.

Отходы, остающиеся на лесосеке после многооперационных машин, но сообщению фирмы Рантануу, собираются и подвозятся для переработки в щепу на верхний склад. При этом используются форвардеры с удлиненными стойками и манипулятором со специальным грейфером. При рейсовой нагрузке 4 т (около 5 м<sup>3</sup>) форвардер обеспечивает производительность 7...11 м<sup>3</sup>/ч.

В Финляндии и Швеции изучается возможность совмещения обрезки сучьев и окорки древесины в сухих окорочных барабанах непосредственно на предприятии-потребителе щепы. При этой технологии стволовая часть, дающая пиловочник, раскряжевывается на месте мотопилой, а вершинная часть и тонкомерные деревья с сучьями разрезаются на части и транспортируются непосредственно на предприятие-потребитель.

Использование щепы, полученной из сучьев на технологические цели, в Скандинавских странах остается проблемой. На тех предприятиях Финляндии, где эта технология испытывается, получаемая из сучьев щепа вместе с корой в основном используется как топливо, выход сырья для производства целлюлозы при этом возрастает всего на 2...5 % по сравнению с традиционной технологией.

Второй вариант технологии, который испытывается на предприятиях Финляндии уже в широких масштабах, заключается в переработке на щепу целых деревьев на верхнем складе, вывозке несортированной щепы непосредственно на целлюлозные заводы. Для этого на заводе должны быть отделения сортировки. Анализ имеющегося опыта показывает, что таким способом можно получить дополнительное сырья примерно на 10 % больше, чем при обычной сортиментной технологии.

Из наиболее распространенного оборудования, применяемого за рубежом для переработки тонкомерной древесины и отходов непосредственно на лесосеке, можно отметить передвижные установки фирмы Валмет, А/О Перусюхтюмя, А/О Бионер (Финляндия), Брукс (Швеция), Клекнер (ФРГ), Морбарт (США).

Передвижные рубительные установки типа ТТ фирмы Валмет выпускаются четырех модификаций: ТТ1500L, ТТ1500L P/LT, ТТ1000F и ТТ1000TU. Они укомплектованы рубительными машинами А/О Перусюхтюмя.

Рубительная установка ТТ1500L дискового типа, создана на базе трехосного автомобиля с приводом от вала отбора мощности. На шасси автомобиля рубительная машина размещена таким образом, что направление подачи сырья совпадает с продольной осью автомобиля. Кроме механизма подачи вальцовного типа рубительная машина снабжена четырехцепным конвейером, расположенным на дне приемного лотка, в который укладывается

перерабатываемое древесное сырье. Лоток с подающим конвейером размещены на удлиненной раме автомобиля.

Древесина, подлежащая переработке, подается из штабеля и укладывается в лоток цепного конвейера гидроманипулятором с грейферным захватом. Оператор управляет работой установки из отдельной кабины.

На время работы кабина оператора поднимается специальным гидросъемником на высоту 1 м относительно транспортного положения, чем достигается необходимая обзорность при работе оператора.

Принятая схема расположения рубительной машины и лотка подающего конвейера позволяет подавать сырье из штабеля, расположенного как слева, так и справа от рубительной установки. Вместе с тем эта схема имеет такой недостаток, как необходимость поворота гидроманипулятора (на 90°) при каждом цикле подачи сырья из штабеля в лоток конвейера.

По данным фирмы, производительность установки TT15OOL в зависимости от вида сырья достигает 25...40 м<sup>3</sup>/ч.

Установка TT15OOL P/LT, также, как и TT15OOL, создана на базе автомобиля и предназначена для переработки целых деревьев и длинномерных бревен. Отличие ее в схеме размещения рубительной машины на раме автомобиля и приводе ножевого диска. В установке TT15OOL P/LT рубительная машина размещена так, что направление подачи сырья перпендикулярно продольной оси автомобиля. В связи с этим загрузка сырья может производиться только с одной (правой) стороны, что несколько ограничивает ее технологические возможности. Вместе с тем такое расположение патрона не требует поворота манипулятора при загрузке сырья из штабеля в патрон рубительной машины. Это способствует сокращению цикла подачи древесины в рубительную машину и повышению производительности труда.

Рубительная установка TT1OOOTC (рис. 3.7) предназначена для переработки на технологическую щепу тонкомерных деревьев и вершин. Базовой машиной установки является трактор 1 (Валмет 875К) мощностью 75 кВт, на раме которого смонтирован гидроманипулятор 2 с грейферным захватом. Рубительная машина 3 с наклонным диском и контейнер 4 для щепы установлены на двухосном полуприцепе. Привод рубительной машины осуществляется через карданный вал от двигателя базового трактора. Контейнер 4 вместимостью 18 м<sup>3</sup> имеет высокую точку опрокидывания (3 м), что позволяет разгружать щепу непосредственно в кузов автощеповоза.

Наличие контейнера для щепы обеспечивает возможность автономной работы рубительной установки (без автощеповоза) при относительно меньшей концентрации сырья.

Шведская фирма Брукс предлагает три системы машин для сбора и переработки лесосечных отходов.

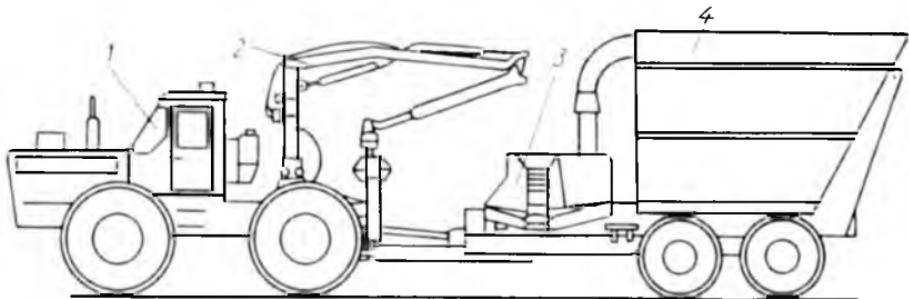


Рис. 3.7. Рубительная установка Валмет ТТ1000ТС:

1 – базовый трактор; 2 – гидроманипулятор; 3 – рубительная машина; 4 – контейнер для щепы

Система 1 включает самоходную рубительную установку высокой проходимости типа Брукс 1001СТ с бункером-накопителем щепы, имеющим высокий уровень опрокидывания, и контейнерный автопоезд со сменными контейнерами. Эта система используется в условиях, когда отходы лесозаготовок имеют малую концентрацию и расположены на небольшом расстоянии от лесовозной дороги. Технологический процесс производства щепы системой 1 состоит в следующем. Рубительная установка, перемещаясь по лесосеке, останавливается около каждого скопления (кучи) отходов, с таким расчетом, чтобы в зоне досягаемости манипулятора оказалось наибольшее количество отходов. Это сокращает время непроизводительных перемещений установки. Грейферным захватом отходы из кучи подаются манипулятором на приемный транспортер рубительной машины и перерабатываются на щепу. Полученная щепа по отводящему трубопроводу поступает в бункер-накопитель. После заполнения бункера-накопителя установка подъезжает к лесовозной дороге и разгружает щепу в сменный контейнер автопоезда, установленный у дороги. Заполненный щепой контейнер с устройством самопогрузки устанавливается на платформу контейнерного автопоезда и вывозится потребителю.

Система 2 кроме передвижной рубительной установки Брукс 1001СТ и контейнерного автопоезда включает щеповоз (Шаттл) высокой проходимости для подвозки щепы от рубительной установки к лесовозной дороге, где установлен порожний контейнер для вывозки щепы.

Использование системы 2 эффективно при значительном удалении участков концентрации отходов от лесовозной дороги. В этих условиях применение системы 1, в которой полученная на лесосеке щепа подвозится к дороге и разгружается в сменный контейнер непосредственно рубительной установкой, становится неэффективным из-за существенного снижения производительности рубительной установки. Введение для этих условий щеповоза

Шаттл, по оценке фирмы, повышает производительность рубительной установки на 70 %.

Особенности конструкции щеповоза Шаттл состоят не только в высокой проходимости, но и в возможности перегрузки щепы из кузова в контейнер. Для этой цели щеповоз Шаттл оборудован гидрофицированной системой опрокидывания кузова на сторону с подъемом его на высоту, необходимую для ссыпания щепы в контейнер.

Система З основана на технологии сбора на лесосеке и подвозки отходов к площадке у лесовозной дороги, где устанавливается прицепная рубительная установка Брукс 1001СТ Трайлер и сменный контейнер для щепы. В состав системы З также входит форвардер высокой проходимости для сбора и подвозки отходов.

Применение системы З наиболее целесообразно в условиях малой концентрации отходов и рассредоточения их по площади лесосеки с удалением ее от лесовозной дороги на значительное расстояние.

Применяемая в системе З рубительная установка Брукс 1001СТ Трайлер, отличается тем, что привод ее осуществляется от специального двигателя, установленного вместе с рубительной машиной на полуприцепе. В связи с этим она может эксплуатироваться автономно. Недостатком такой рубительной установки является отсутствие на ней манипулятора для загрузки сырья. В связи с этим, чтобы работать из запаса, необходимо иметь в комплекте с рубительной установкой еще и погрузчик манипуляторного типа. Судя по предлагаемой фирмой технологии переработки отходов по системе З, эксплуатация рубительной установки Брукс 1001СТ Трайлер рассчитана на переработку сырья "с колес", т. е. без промежуточного складирования подвезенное сырье из кузова форвардера гидроманипулятором подается непосредственно на транспортер рубительной установки. Такой вариант технологии нельзя считать наилучшим, так как "жесткая" связь рубительной установки с форвардером неизбежно повлечет за собой простой той или иной машины.

При использовании измельченных отходов лесозаготовок для энергетических целей фирма Брукс предлагает механизированный склад щепы (рис. 3.8), состоящий из приемного устройства 2 для разгрузки контейнерного автопоезда 1, доставляющего щепу из лесосеки, конвейера 3 для подачи щепы из приемного устройства 2 на склад 5, системы 4 сбора щепы со склада, вибрационного конвейера 10, шнекового питателя 9. Далее щепа подается в энергетический модуль, включающий камеру сгорания 8, бойлер 7 и систему очистки дымовых газов 6.

Из передвижных установок для переработки на щепу целых деревьев, выпускаемых в США и Канаде, наибольшее распространение получили установки фирмы Морбартк. Это

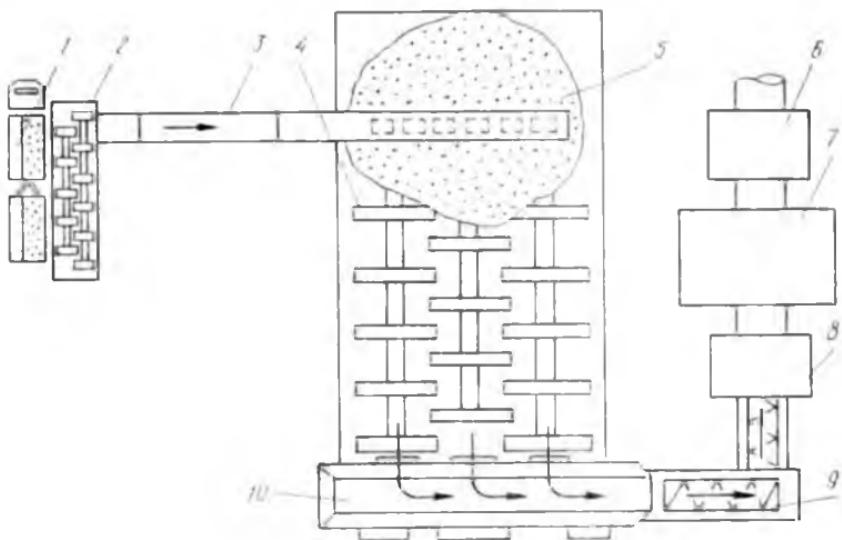


Рис. 3.8. Механизированный склад топливной щепы фирмы Брукс:

1 — контейнерный автопоезд; 2 — приемное устройство; 3 — конвейер подачи щепы на склад; 4 — система отбора щепы; 5 — склад щепы; 6 — система очистки дымовых газов; 7 — бойлер; 8 — камера сгорания; 9 — шнековый питатель; 10 — вибрационный конвейер

дисковые рубительные машины с вальцовным механизмом подачи, монтируются на двухосном полуприцепе. Привод осуществляется от автономного дизельного двигателя Катерпиллер или Кумминс различной мощности в зависимости от типоразмера установки. Фирма Морбарт выпускает три модели (типоразмера) рубительных установок: 20 Тотал чипарвестор, 22РХЛ Тотал чипарвестор и 27 Тогал чипарвестор. Самый малый типоразмер установки модель 20 Тотал чипарвестор имеет проходной размер (вписанная окружность) приемного патрона 508 мм (20 дюймов). Для подачи сырья в приемный патрон установка имеет шарнирно сочлененный гидроманипулятор. Ножевой диск диаметром 1473 мм может иметь 2 или 3 режущих ножа. Средняя сменная производительность установки 160...200 м<sup>3</sup>. Мощность установленного дизельного двигателя — 320 кВт.

Два других типоразмера установки 22 и 27 Тотал чипарвестор имеют проходные (максимальные) размеры приемного патрона соответственно 560 и 686 мм. Это более мощные рубительные установки, имеющие трехножевые диски диаметром 1905 мм и 2108 мм, дизельные двигатели мощностью от 450 до 560 кВт. В отличие от модели 20 Тотал чипарвестор эти установки снабжены манипулятором балочно-выдвижного типа, обладающим повышенным усилием продвижения перерабатываемого дерева в подающий механизм рубительной машины.

Существенной особенностью механизма измельчения рубительных машин моделей 22РХЛ и 27 является применение запатентованной фирмой Морбак двухкамерной системы разделения щепы и мусора (в том числе коры), попадающих в зону резания при переработке деревьев.

## 4. ОСНОВНОЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ЩЕПЫ

### 4.1. КЛАССИФИКАЦИОННЫЕ ПРИЗНАКИ РУБИТЕЛЬНЫХ МАШИН

Важнейшие количественные и качественные показатели производства технологической щепы формируются преимущественно основным технологическим оборудованием, входящим в систему машин, прежде всего рубительной техникой и сортирующими машинами.

К факторам, определяющим качественные показатели работы рубительной техники, относятся прежде всего принятая принципиальная схема процесса резания древесины, ее предпочтительность для конкретного вида сырья, параметры механизма резания рубительной машины и режимы ее работы.

Эффективность работы сортирующих машин зависит не только от ее конструкции, но и режима загрузки, а также правильности подбора типоразмера машины для конкретного потока по производству щепы.

В зависимости от вида и размеров перерабатываемого древесного сырья, условий осуществления процесса и требований к качеству технологической щепы рубительные машины имеют различное конструктивное исполнение, которое характеризуется такими признаками, как: мобильность, тип рабочего органа, профиль его поверхности, вид и количество используемого режущего инструмента, способ и направление подачи древесного сырья на переработку, форма загрузочных устройств, способ отбора щепы, вид энергии, используемой для привода рабочего органа, и др.

По признаку мобильности рубительные машины делятся на стационарные и передвижные. Стационарные рубительные машины эксплуатируются на индивидуальных неподвижных основаниях (фундаментах).

Рубительные машины, смонтированные на подвижных основаниях, принято называть передвижными установками. Передвижные рубительные установки могут быть автотракторными, плавучими, железнодорожными и т. д. Автотракторные рубительные установки в свою очередь разделяются на самоходные, прицепные, полупередвижные.

Самоходные рубительные установки компонуются путем размещения собственно рубительной машины и необходимого

вспомогательного оборудования непосредственно на самоходных шасси (автомобиль, трактор и т. п.). Для обеспечения загрузки рубительной машины древесным сырьем на шасси устанавливаются механические или гидравлические манипуляторы, а также устройства для подачи древесины к механизму резания, включающие цепные и гусеничные конвейеры, вальцевые или иные механизмы обжима и принудительной подачи перерабатываемого материала. В ряде случаев на самоходном шасси размещаются также автономные энергетические установки для привода механизма резания и навесного технологического оборудования. Широко распространенным исполнением самоходной рубительной установки является вариант с использованием для привода механизмов собственного двигателя транспортного шасси.

Прицепными рубительные установки называются из-за способа адаптации их с базовой машиной. Сами рубительные машины в этом случае монтируются на одноосной колесной паре, в связи с чем имеют небольшие габариты и, как следствие, небольшую (до 1 500...3 000 кг) массу. В качестве базовых машин в данном случае используются преимущественно колесные и гусеничные тракторы общего назначения, сельскохозяйственного и лесного исполнения. Привод рубительной машины осуществляется от раздаточной коробки трактора через карданный вал. Такие машины удобны для использования в культивируемых лесах при рубках ухода за ним. Загрузка древесины в рубительные машины такого типа может производиться вручную двумя-тремя рабочими или с помощью манипулятора.

Полупередвижными называются рубительные установки, технологическое оборудование которых монтируется на несамоходных многоосных платформах. Технологическое оборудование включает в себя механизмы, по функциональному назначению аналогичные самоходным рубительным установкам.

Полупередвижные рубительные установки почти во всех случаях оснащаются автономной энергетической установкой, чаще всего дизель-генераторной. Для транспортных или технологических перемещений таких установок необходимо привлечение автотягача или трактора. Грузоподъемность специальных платформ под полупередвижные установки позволяет монтировать на них рубительные машины с рабочим органом большого диаметра, что при использовании энергетической установки высокой мощности обеспечивает переработку на щепу хлыстов или деревьев. Рубительные установки такого исполнения нашли широкое распространение в США, Канаде, в основном при сплошных рубках малоценных насаждений для использования древесины на производство волокнистых материалов. В европейских и Скандинавских странах используются преимущест-

венно самоходные и прицепные установки на колесном ходу с механизированной подачей сырья на переработку. Учитывая, что важнейшие показатели процесса переработки древесины на технологическую щепу формируются механизмом резания рубительной машины, в качестве основного классификационного признака обычно принимается конструктивная схема механизма резания (режущего органа) машины.

По этому признаку рубительные машины можно разделить на три основных класса — дисковые, барабанные и конические.

В дисковых рубительных машинах механизм резания (режущий орган) выполнен в виде вращающегося диска с расположеннымми на его рабочей поверхности режущими элементами.

По типу рабочей поверхности диска рубительные машины бывают с плоским или профилированным (геликоидальным) диском.

Дисковые рубительные машины делятся также на малоножевые и многоножевые. Отличие их состоит не только в количестве режущих ножей, установленных на диске, но и в качественных особенностях процесса резания древесины, происходящего в тех и других машинах. В малоножевых рубительных машинах процесс резания характеризуется цикличностью (прерывистостью). Многоножевые машины работают по принципу непрерывного резания, при котором очередной режущий нож входит в контакт с древесиной раньше, чем выходит из соприкосновения с древесиной предыдущий нож.

В дисковых рубительных машинах применяют два способа установки режущих ножей: периферийный и внутренний. При периферийной установке режущий нож располагают на лицевой (рабочей) поверхности диска в специальном посадочном месте и крепят сквозными болтами с потайными головками. В этом случае склоненная фаска является передней гранью резца.

При внутреннем способе крепления режущий нож устанавливают в радиальной сквозной щели диска, на рабочей поверхности диска выступает лишь режущая часть ножа. Склоненная фаска ножа при такой установке выполняет роль задней грани ножа.

Внутреннее крепление ножей чаще всего используется в многоножевых рубительных машинах, это позволяет разместить на диске необходимое число ножей. Преимущества такого способа в наибольшей безопасности крепления. Периферийный же способ позволяет поддерживать более стабильным угол заострения, так как заточка ножей производится по передней грани, имеющей наибольший износ.

Дисковые рубительные машины, кроме этого, делятся по направлению подачи перерабатываемой древесины на машины с горизонтальной и машины с наклонной подачей.

При горизонтальной подаче возможно нижнее (относительно оси вращения диска) и верхнее расположения загрузочного патрона.

В барабанных рубительных машинах режущим органом (механизмом резания) является вращающийся барабан, на образующей которого устанавливаются режущие элементы.

Так же как и в дисковых, в барабанных рубительных машинах применяют два способа крепления ножей периферийный (тangентальный) и внутренний, при которых роль заточной фаски ножа различна.

В практике используются два типа конструкций ножевых барабанов, отличающихся один от другого способом удаления из зоны резания полученной (срезанной) щепы — барабаны щелевого и пазушного типов.

Щелевые барабаны делаются полыми, образующаяся в процессе резания стружка (щепа) через подножевые щели поступает в полость барабана и затем удаляется вдоль оси вращения барабана через один из торцевых проемов.

В барабанах пазушного типа срезанная щепа собирается во впадинах (пазухах), расположенных в теле барабана перед каждым режущим ножом. В этом случае ножевой барабан делается сплошным (массивным) и служит одновременно маховиком.

Класс конических рубительных машин является промежуточным между дисковыми и барабанными машинами. Отличительной особенностью конических рубительных машин является то, что механизм резания (режущий орган) выполнен в виде вращающегося усеченного конуса (одного или двух). При малом угле конусности режущего органа конусная машина по своей конструктивной схеме приближается к барабанной рубительной машине, при большом — к дисковой. Режущие элементы располагаются на образующей поверхности конуса.

Совершенствование и дальнейшее развитие рубительной техники, особенно специализированной, привело в последние годы к созданию так называемых резцовых рубительных машин. Поэтому помимо приведенных классификационных признаков рубительные машины каждого из трех классов могут быть ножевыми или резцовыми. В традиционных ножевых рубительных машинах в качестве режущего инструмента применяются плоские ножи с односторонней заточкой. Длина режущей кромки ножей соответствует ширине рабочей поверхности ножевого диска (барабана, конуса), что предопределяет воздействие режущего ножа одновременно на всю ширину сечения перерабатываемой древесины. Резцовые рубительные машины отличаются от ножевых тем, что на рабочей поверхности диска (барабана, конуса) установлены резцы, режущие кромки которых в несколько раз короче ширины рабочей поверхности. Эта особенность существенно изменяет процесс резания, происходящий в рубительных

машинах такого типа. В данном случае по ширине сечения перерабатываемой древесины последовательно срезаются полосы шириной, соответствующей длине режущей кромки резцов.

## 4.2. ДИСКОВЫЕ РУБИТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ НОЖЕВОГО И РЕЗЦОВОГО ТИПОВ

Процесс резания древесины в рубительных машинах имеет ряд особенностей по сравнению с широко распространенными видами резания, применяемыми при механической обработке древесины (фрезеровании, пилении, строгании и др.).

Основной отличительной особенностью этого процесса является то, что он происходит при снятии стружки большой толщины (12...15 мм). Получаемая при этом стружка (щепа) является товарной продукцией, в то время как в большинстве прочих способов обработки древесины резанием стружка или опилки являются отходами производства. В связи с этим формированию размеров элементов щепы должен был уделен максимум внимания.

Процесс переработки древесины в традиционных рубительных машинах основан на принципе продольно-торцового или более сложного, продольно-торцово-поперечного резания. По мере внедрения режущего ножа в древесину происходит постепенный рост напряжений. Напряженное состояние срезаемого слоя характеризуется касательными и нормальными напряжениями в плоскости  $OP$ , параллельной волокнам (рис. 4.1), а также напряжениями в зоне контакта передней грани ножа  $ov$  с древесиной. Напряжение, возникающее в плоскости  $OP$ , следует рассматривать в первую очередь в связи с тем, что предел прочности древесины при внедрении ножа, очевидно, будет достигнут именно в этой плоскости, так как связь между волокнами древесины перпендикулярно этой плоскости наиболее слабая. Напряженное состояние древесины в зоне контакта ее с передней гранью ножа на участке  $ov$  характеризуется средними напряжениями смятия  $\sigma_{cm}$ . По мере продвижения ножа какое-либо из напряжений достигнет своего предела, в результате чего древесина разрушается в сечении, где этот предел наступил. Наиболее опасным сечением в данном случае является плоскость, параллельная волокнам древесины. В результате разрушения древесины в этой плоскости происходит отделение элементов щепы.

Таким образом, результатом взаимодействия режущего ножа и древесины в рубительной машине является образование элемента щепы.

Для практики весьма важно установить зависимость главных размеров этих элементов (длины и толщины) от основных параметров процесса резания и характеристики перерабатываемой

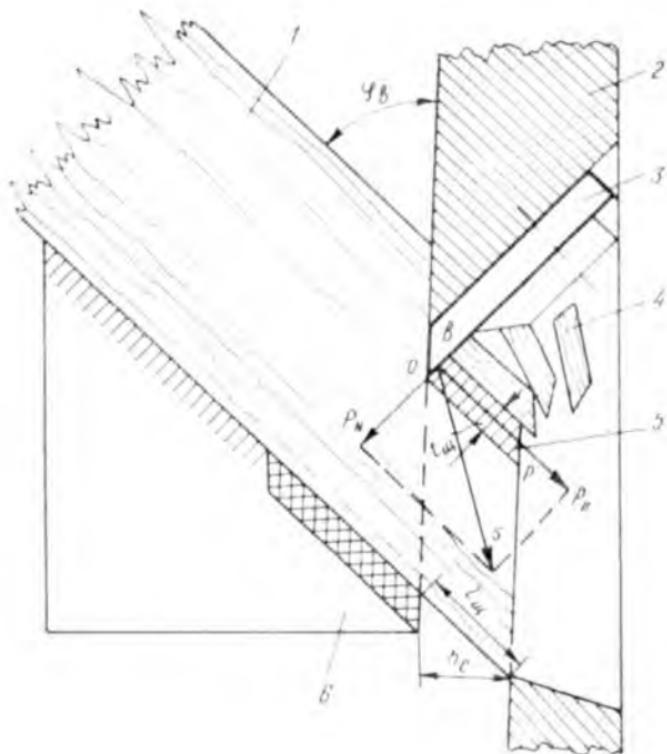


Рис. 4.1. Схема образования элементов щепы в рубительной машине:  
 1 — перерабатываемая древесина; 2 — ножевой диск; 3 — режущий нож; 4 — отделённый элемент щепы; 5 — формируемый элемент щепы; 6 — контргоризонт

древесины. Длина элементов щепы  $l_{\text{щ}}$  в основном определяется кинематическими параметрами рубительной машины и практически мало зависит от геометрии резца и свойств древесины. Ее расчет ведется по формуле

$$l_{\text{щ}} = \frac{h_c}{\sin \varphi_B - \sin \varphi_H},$$

где  $h_c$  — толщина срезаемого слоя древесины (величина выступа режущей кромки ножа);  $\varphi_B$  — угол встречи вектора скорости резания с направлением волокон древесины, рад;  $\varphi_H$  — угол наклона (угол, лежащий между линией лезвия ножа и направлением волокон древесины), рад.

По этой же формуле решается обратная задача — по заданной потребителем длине частиц щепы определяется величина выступа ножа над рабочей поверхностью режущего органа рубительной машины (диска, барабана), т. е. толщина срезаемого слоя древесины. Что касается толщины элементов щепы  $t_{\text{щ}}$  (см. рис. 4.1), то она образуется в процессе внедрения ножа

в древесину и помимо длины щепы  $l_{\text{щ}}$  зависит еще и от целого ряда факторов, относящихся непосредственно к рубительной машине, а также физико-механическим свойствам перерабатываемой древесины. Для условий резания древесины в рубительной машине, когда сумма угла встречи  $\varphi_{\text{в}}$  и угла резания близка к  $90^\circ$  (см. рис. 4.1), толщина элементов щепы может быть рассчитана по упрощенной формуле [16]

$$t_{\text{щ}} = \frac{l_{\text{щ}} \tau_{\text{в}||}}{\sigma_{\text{см}} (1 + f_r f_d)},$$

где  $l_{\text{щ}}$  — длина щепы, мм;  $\sigma_{\text{см}}$  — предел сопротивления древесины смятию вдоль волокон, Па;  $\tau_{\text{в}||}$  — предел сопротивления древесины скальванию вдоль волокон, Па;  $f_r$  — коэффициент добавочного сопротивления при сдвиге элемента щепы;  $f_d$  — коэффициент трения древесины по передней грани ножа.

В конкретных условиях производства при переработке сырья определенной характеристики возникает необходимость в проведении контрольных расчетов производительности рубительной машины для определения ее технических возможностей. Часовая производительность машины может быть определена по формуле

$$P = 0,06 n z l_{\text{щ}} F K_m K_p,$$

где  $n$  — частота вращения рабочего органа (диска, барабана),  $\text{мин}^{-1}$ ;  $z$  — число режущих ножей на рабочем органе;  $l_{\text{щ}}$  — расчетная длина щепы (по волокну), мм;  $F$  — среднее поперечное сечение перерабатываемого сырья,  $\text{м}^2$ ;  $K_m$  — коэффициент использования машинного времени (для многоножевых машин  $K_m = 0,1 \dots 0,4$ , для малоножевых  $K_m = 0,5 \dots 0,8$ , для резцовых  $K_m = 1$ );  $K_p$  — коэффициент использования рабочего времени ( $K_p = 0,7 \dots 0,8$ ).

При определении необходимой мощности привода рабочего органа рубительной машины сначала вычисляют полную работу  $A$ , необходимую для переработки бревна заданной длины

$$A = \bar{p} (1 + 0,3\mu) b_{\text{ср}} v_{\text{рез}} t,$$

где  $p$  — удельная сила резания, Н/мм;  $\mu$  — коэффициент трения древесины о поверхность диска, составляющий  $0,2 \dots 0,3$ ;  $b_{\text{ср}}$  — средняя условная ширина резания, мм;  $v_{\text{рез}}$  — скорость резания, м/с;  $t$  — время, необходимое для переработки древесины заданной длины, с.

Удельная сила резания  $p_{\text{в}}$  в зависимости от угла встречи  $\varphi_{\text{в}}$  и угла наклона  $\varphi_n$  для наиболее распространенных условий резания (угол резания  $\delta = 0,7$  рад, порода — сосна свежесрубленная, толщина срезаемого слоя  $h_c = 12$  мм, ножи острые) определяется по nomogramme ЦНИИМЭ (рис. 4.2).

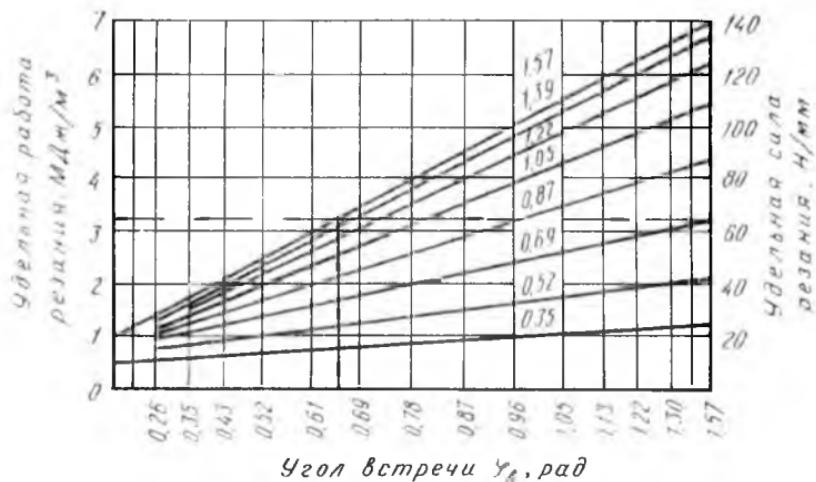


Рис. 4.2. Номограмма для определения удельной силы и удельной работы резания при различных значениях угла встречи и угла наклона

Для того чтобы учесть конкретные производственные условия работы рубительной машины при расчете удельной силы дополнительно вводятся коэффициенты  $a_p$ ,  $a_w$ ,  $a_t$  и  $a_n$ . Коэффициент затупления режущих ножей  $a_p$  для острых (свежезаточенных) ножей равен единице, для затупленных 1,25. При переработке подсушенной древесины ( $W = 25\ldots30\%$ ) коэффициент  $a_w = 1,1$ , а при  $W = 50\ldots57\%$ ,  $a_w = 1$ . Для мороженой древесины вводится коэффициент  $a_t = 1,4$ .

Порода древесины учитывается коэффициентом  $a_n$  значения которого для основных пород следующие:

Порода . . . . .	Сосна	Ель	Пихта	Лист- венница	Осина	Береза	Ясень	Бук
Коэффициент . .	1	0,87	0,87	1,07	0,85	1,25	1,6	1,4

Таким образом, удельная касательная сила для конкретных условий будет равна

$$P = p_{\varphi_B \varphi_H} a_p a_w a_t a_n.$$

Средняя условная ширина резания вычисляется по формуле

$$b_{cp} = \frac{10^4 F_{cp}}{L \sin \varphi_B \sin \varphi_H},$$

где  $F_{cp}$  — средняя площадь поперечного сечения перерабатываемой древесины,  $\text{см}^2$ ;  $L$  — расстояние между смежными режущими ножами по окружности резания, мм.

Работа, которую должен совершить электродвигатель  $A_{эл}$  при переработке бревна, будет

$$A_{\text{полн}} = A - A_{\text{изб}}$$

где  $A$  — полная работа, необходимая для переработки бревна длиной  $l_b$ ;  $A_{\text{изб}}$  — избыточная работа погашаемая энергией вращающегося диска при снижении его оборотов от номинального  $n_n$  до минимально допустимого значения  $n_k$  для данного электродвигателя, Дж

$$A_{\text{изб}} = \frac{\pi^2 G_i r_i}{30^2 2g} (n_n^2 - n_k^2),$$

где  $G_d$  — масса ножевого диска, кг;  $r_i$  — радиус инерции диска, м;  $g$  — ускорение свободного падения,  $\text{м}/\text{с}^2$ .

Номинальная мощность электродвигателя на основании полученных выше значений  $A_{\text{изб}}$  и допустимого коэффициента перегрузки  $K_n$  электродвигателя будет равна

$$N_n = \frac{c^1}{102 \eta_3 K_n},$$

где  $\eta_3$  — КПД электродвигателя.

При выборе модели рубительной машины применительно к условиям производства необходимо учитывать их конструктивные и технологические особенности. В машинах с наклонным загрузочным патроном несколько улучшаются условия подачи сырья на ножевой диск за счет влияния массы перерабатываемой древесины. По сравнению с машинами, имеющими горизонтальный загрузочный патрон, рубительные машины с наклонной подачей сырья обеспечивают некоторое повышение выхода кондиционной фракции щепы, они менее чувствительны к затуплению режущих кромок. Однако наклонное расположение загрузочного патрона усложняет размещение машины в цехе, так как для этого требуется более высокое помещение, перед патроном необходимо направляющее устройство (воронка), форма и конструкция которой влияет на работу машины.

При горизонтальном загрузочном патроне упрощается технологическая привязка машины. Машину с горизонтальной подачей можно устанавливать как на первом, так и на втором этаже цеха. Загрузка отходов в патрон производится непосредственно с ленточного транспортера, подающего, например, рейки и горбыли от лесопильных рам и обрезных станков. В машинах с горизонтальной подачей сырья несколько затруднена переработка короткомерных отходов древесины. В этом случае необходимо обеспечить согласованную скорость загрузочного конвейера со скоростью затягивания древесины режущими ножами диска. Поэтому машины с горизонтальной подачей целесооб-

разнее использовать для переработки длинномерных отходов (1,5 м и более).

Рассмотрим несколько подробнее особенности конструкции основных моделей дисковых ножевых и резцовых рубительных машин, находящихся в эксплуатации на предприятиях отрасли.

**Рубительная машина МРНП-10** предназначена преимущественно для переработки отходов лесопиления (реек и горбылей) на технологическую щепу для целлюлозно-бумажной промышленности. Она также используется для переработки тонкомерной низкокачественной древесины в круглом и расколотом виде. Максимальное проходное сечение перерабатываемого кругляка — 22 см. При таких сечениях древесины длина отрезков не должна быть более 1 м. Наряду с лесопильно-деревообрабатывающими предприятиями машина МРНП-10 может использоваться непосредственно на целлюлозно-бумажных комбинатах и в леспромхозах, в составе комплектных установок для производства щепы УПЩ-ЗА.

Машина состоит из рамы 9 (рис. 4.3), ножевого диска 1, установленного на валу 5, кожуха 4, патрона 3, подшипниковых опор 2 и 6, муфты 7, тормозного устройства 8 и электродвигателя 10. Ножевой диск, вал и подшипниковые опоры МРНП-10 практически полностью унифицированы с узлами рубительной машины МРНП-30. Рама рубительной машины МРНП-10 литой конструкции из чугуна марки СЧ-18-36, она имеет коробчатое сечение с ребрами жесткости.

Для установки подшипниковых опор, патрона, кожуха, тормоза и электродвигателя верхняя часть рамы имеет обработанные плошадки. По боковым сторонам рамы предусмотрены захваты, обеспечивающие транспортировку рамы и рубительной машины в целом при монтаже. На выступах опорной поверхности рамы расположены бобышки с отверстиями для крепления машины к фундаменту.

Загрузочный патрон 3 состоит из четырех узлов: — корпуса, грех износных листов, задней крышки и фланца. Корпус патрона сварной, он имеет основание для установки его на раме машины и желоб, в котором монтируются износные листы.

Ось желоба составляет с плоскостью диска 0,66 рад. Кроме того, проекция оси желоба на плоскость диска повернута относительно вертикали на 0,26 рад против направления вращения диска. Имеющееся регулировочное устройство винтового типа позволяет устанавливать зазор между контрножами и режущими ножами в пределах 0,5...1,0 мм. Износные листы (два боковых и один передний) в зоне примыкания их к ножевому диску на ширине 20 мм имеют наплавку твердосплавным титановым электродом марки Т-590 или Т-620 (ГОСТ 10051—71). При поставке на предприятия рубительная машина дополнительно комплектуется двумя боковыми и одним передним износными листами.

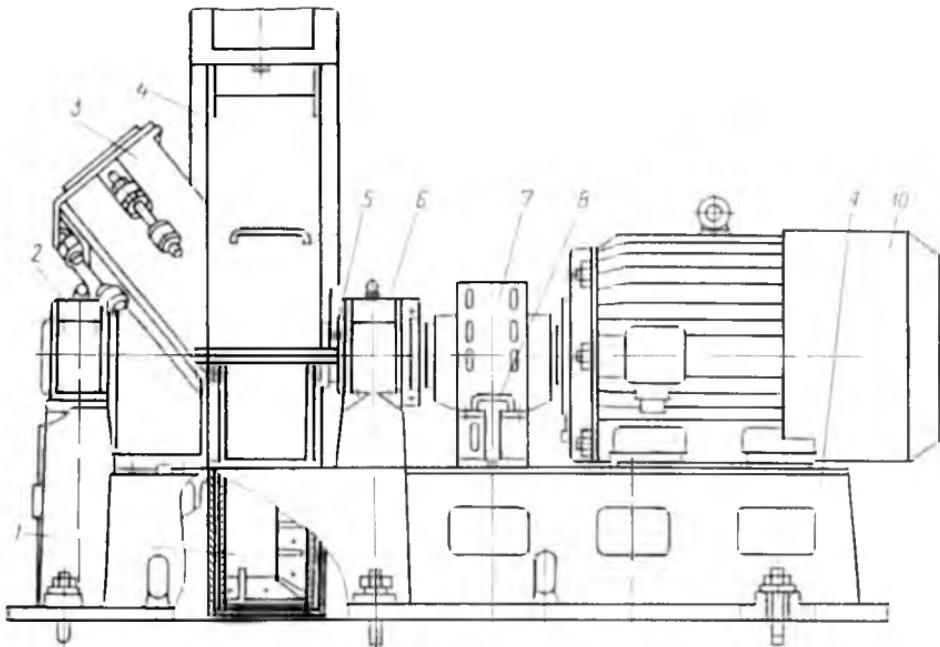


Рис. 4.3. Рубительная машина МРНП-30

В зоне примыкания к ножевому диску патрона имеет гнезда для установки контрножей. Рабочие (режущие) кромки контрножей также наплавляются электродами Т-590 или Т-620. Контрножи имеют две рабочие кромки. После затупления одной из них нож поворачивается и в работу вводится вторая кромка.

Для передачи крутящего момента от электродвигателя валу ножевого диска рубительной машины служит муфта 7, состоящая из двух полумуфт, десяти пальцев и упругих втулок. Муфта позволяет смягчать удары при переходных процессах работы машины (разгон, торможение, нагрузка и др.), она рассчитана на передачу крутящего момента величиной до 3,92 кН·м.

Машина снабжена ленточным тормозом 8, который включается от ручного рычага, его положение фиксируется подпружиненной собачкой на рейке. Этим самым достигается регулирование усилия торможения ножевого диска.

**Рубительная машина МРНП-30** предназначена для переработки тонкомерных дров, отходов лесопиления и деревообработки на технологическую щепу для целлюлозно-бумажной промышленности.

Машина МРНП-30 устанавливается в цехах лесопиления и деревообработки, в древесно-подготовительных цехах целлюлозно-бумажных предприятий, а также на нижних складах леспромхозов в составе установки УПЩ-6Б (УПЩ-6А),

где организовано производство технологической щепы из отходов лесозаготовок и низкокачественной древесины. Рубительную машину рекомендуется эксплуатировать в закрытых, помещениях с температурой окружающего воздуха от +40 до -30° С, запыленностью не более 0,2 мг/м<sup>3</sup> и влажностью от 20 до 90 %.

Рабочим органом рубительной машины МРНП-30 является ножевой диск 5 (рис. 4.4), который крепится на валу 2, установленном в двух сферических роликоподшипниках 1 и 8. На лицевой стороне диска закреплены режущие ножи 3. Для увеличения срока службы подкладок к ним крепятся стальные закаленные пластины. Вдоль режущих кромок ножей расположены сквозные подножевые щели для прохода отрезаемой древесины (щепы) на противоположную сторону диска. При модификации машины с верхним выбросом щепы на ободе диска установлены лопасти 6. Ножевой диск закрыт кожухом 4, сваренным из листовой стали. Один из секторов кожуха откидывается на шарнире при замене режущих ножей и техническом осмотре.

При необходимости второй сектор кожуха также может быть снят для проведения ревизии и осмотров состояния машины.

Подача сырья для переработки производится через патрон,

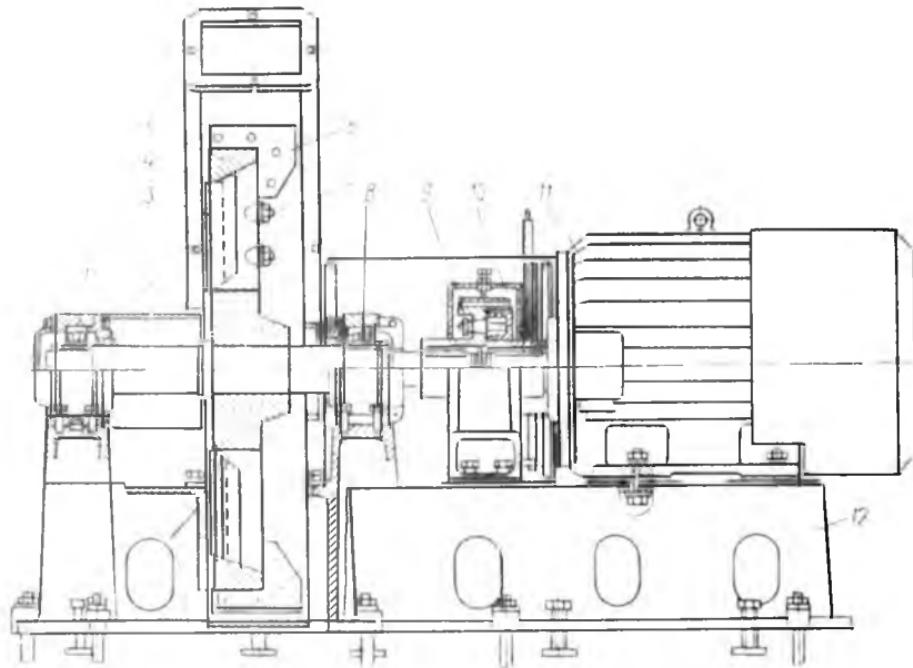


Рис. 4.4. Рубительная машина МРНП-30

смонтированный на лицевой (передней) стороне машины. Все узлы и элементы машины — подшипники 1 и 8, патрон, кожух 4, тормоз 10 и электродвигатель 11 смонтированы на общей раме 12.

Привод ножевого диска осуществляется от асинхронного электродвигателя через втулочно-пальцевую муфту 9. Полумуфта, закрепленная на валу ножевого диска, является одновременно и тормозным шкивом. Для остановки ножевого диска после отключения электродвигателя служит ленточный тормоз 10. Расчетное время торможения — 60 с.

Наиболее сложным узлом рубительной машины является ножевой диск. Он состоит из собственно диска 5, на котором установлены 16 режущих ножей 3. Каждый нож зажимается между накладкой и подкладкой двумя шпильками 7.

Для равномерного затягивания перерабатываемой древесины задние грани (заточные фаски) режущих ножей и рабочая поверхность накладок имеют геликоидальный (винтообразный) профиль.

**Рубительная машина МРГ-20Н** в отличии от машины МРНП-30 имеет горизонтально расположенный загрузочный патрон, меньшее число режущих ножей, установленных на диске, и меньшую мощность электродвигателя привода. Машина МРГ-20Н предназначена для переработки кусковых отходов лесопильного производства и используется преимущественно на лесопильно-деревообрабатывающих комбинатах.

Изменение числа ножей в машинах с геликоидальным диском влечет за собой изменение параметров геликоидальной поверхности накладок, т. е. всей конструкции диска, хотя конструктивная схема ножевых дисков этих машин сходна.

Загрузочный патрон машины МРГ-20Н помимо горизонтального расположения имеет некоторые особенности конструкции. Его поперечное сечение отличается от прямоугольного. Для уменьшения числа контрножей до двух и улучшения условий резания одна из боковых стенок патрона расположена под острым углом к дну патрона. Контрножи установлены на нижней и боковой стенках патрона. Они имеют независимую регулировку, которая осуществляется с помощью винтовых пар.

**Рубительная машина МРГ-40** по своей конструкции относится к дисковым многоножевым машинам с профильным диском. Она предназначена для переработки на технологическую щепу для целлюлозно-бумажной промышленности низкокачественной древесины (в том числе долготь) и крупномерных отходов лесопиления и шпалопилиния (горбылей, реек). Область применения машины МРГ-40 включает также нижние склады лесозаготовительных предприятий, лесопильно-деревообрабатывающие комбинаты, шпалопильные цехи, лесоперевалочные базы и древесно-подготовительные цехи ЦБП.

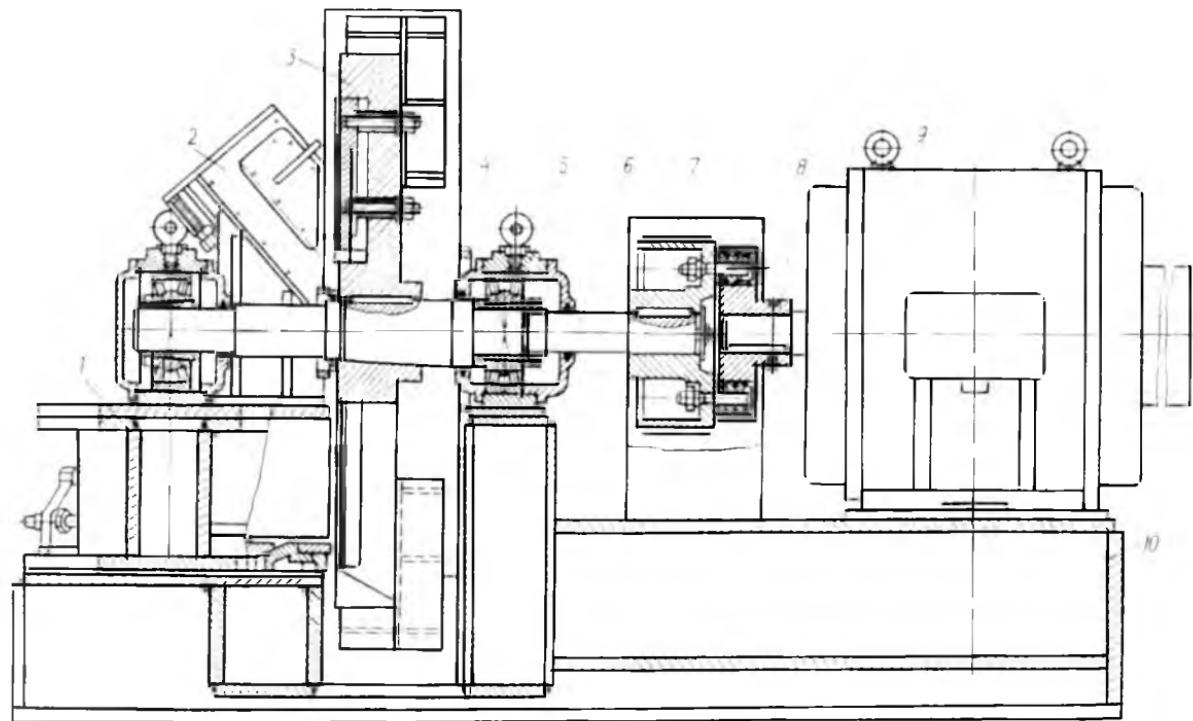


Рис. 4.5. Рубительная машина МРГ-40

Рубительная машина МРГ-40 (рис. 4.5) состоит из ножевого диска 3 с валом 6 и подшипниками 5, рамы 10, загрузочных патронов—основного 1 и дополнительного 2. Вал рубительной машины приводится во вращение от электродвигателя 9, через муфту 8. Остановка вала ножевого диска производится ручным ленточным тормозом 7. Диск машины закрыт кожухом 4.

Ножевой диск литой конструкции имеет радиальные прорези (подножевые щели) для прохода щепы. На нем закреплены стальные подкладки. Режущие ножи (10 шт.) зажимаются между подкладками и стальными накладками при помощи шпилек с гайками. На машине с верхним выбросом щепы с задней стороны диска устанавливают лопасти, выбрасывающие щепу из кожуха через верхнюю горловину.

Режущие ножи рубительной машины МРГ-40 выполнены в виде стальной пластины с односторонней заточкой. При заточке скосенной фаске ножа придается геликоидальная поверхность. В тыльную сторону ножа ввернуты опорные винты с контргайками для регулирования установочной ширины ножа. Во время работы рубительной машины на твердой или мороженой древесине ширину ножа можно регулировать установкой специальных опорных колодок с прокладками. Установочная ширина проверяется калибром.

Ножи рубительной машины МРГ-40 затачиваются в специальном приспособлении, устанавливаемом на поворотном столе ножеточного станка ВЗ-173 (ТЧН-13-5) для заточки плоских ножей. В приспособлении одновременно устанавливаются и зажимаются два ножа. При зажиме в приспособлении плоскость ножа изгибается и в изогнутом состоянии ножи затачиваются на плоскозаточном станке. После снятия с приспособления ножи восстанавливают плоскость, образуя на заточной грани геликоидальную поверхность, которая соответствует поверхности накладки ножевого диска.

При таком способе заточки нож имеет переменный угол заострения, наличие которого является обязательным условием нормальной работы машины.

Ножевой диск рубительной машины МРГ-40 (см. рис. 4.5) закреплен на конической шейке вала 6, который вращается в двухрядных роликовых сферических подшипниках, расположенных по обе стороны диска. На коническом конце вала, обращенном к электродвигателю, установлена ведомая половина втулочно-палцевой муфты 8, выполненной заодно с тормозным шкивом.

Рама рубительной машины воспринимает основные усилия, возникающие при резании древесины, она имеет коробчатое сечение и сварную конструкцию из листа толщиной 30 мм. В передней части рамы расположен основной загрузочный патрон 1, его продольная ось (направление подачи древесины) составляет с плоскостью диска угол 0,72 рад. Проходное сечение

патрона составляет  $350 \times 585$  мм, что обеспечивает переработку круглой древесины: без предварительного раскалывания — диаметром до 32 см, расколотой на две части — диаметром до 40 см, расколотой на четыре части — диаметром до 60 см, а также горбылей шириной до 50 см. Боковой контроноч основного патрона крепится на стальном вкладыше, размещенном в отверстии патрона. Оригинальным конструктивным решением в отличие от других рубительных машин является способ регулирования зазора между ножами и нижним контроночом.

Нижний контроноч установлен под основным загрузочным патроном и закреплен на стальном литом основании, которое может перемещаться по шпонке, чем и обеспечивается регулировка зазора между контроночом и режущими ножами.

Нижний контроноч имеет четыре рабочие кромки, используемые поочередно по мере их затупления.

Дополнительный патрон 2 предназначен для повторного измельчения отсортированной крупной фракции щепы. Он может быть также использован для переработки реек, мелкого горбыля и других маломерных кусковых отходов.

Для работы в комплексе с рубительной машиной МРГ-40 рекомендуется следующее вспомогательное и транспортное оборудование:

продольный лесотранспортер Б-22У для подачи круглых лесоматериалов в патрон рубительной машины;

ленточный конвейер Б-5065 для подачи отходов лесопиления и шпалопиления (горбылей, реек) в патрон рубительной машины;

конвейер опилочный цепной ТОЦ16-4 для выноса щепы из-под рубительной машины (для машины с нижним выбросом щепы);

циклон типовой № 3, разработанный институтом Гипрорев;

щепосортировочную установку СЩ-140 Кансского завода для сортировки щепы;

ножеточный станок для плоских ножей с прямолинейной режущей кромкой ВЗ-173 для заточки режущих ножей.

**Рубительные машины МРНП-30-1 и МРНП-10-1** (рис. 4.6) предназначены для переработки на технологическую щепу круглых и колотых лесоматериалов, низкокачественной древесины, отходов лесопиления и деревообработки. Они применяются в древесно-подготовительных цехах целлюлозно-бумажных предприятий, деревообрабатывающих комбинатах и лесопильных заводах, а также на нижних складах леспромхозов.

Машина МРНП-30-1 используется в комплекте установок для производства щепы УПЩ-6А (УПЩ-6Б), а машина МРНП-10-1 в комплекте УПЩ-3А.

Машины МРНП-30-1 и МРНП-10-1 полностью унифицированы и отличаются одна от другой лишь мощностью устанавливаемого электродвигателя. Машина состоит из ножевого

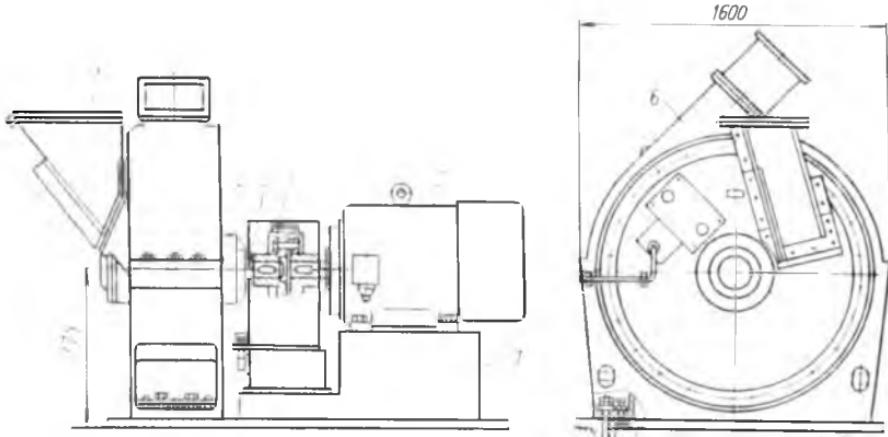


Рис. 4.6. Унифицированная рубительная машина МРНП-30-1 (МРНП-10-1)

диска, на лицевой поверхности которого установлены 16 режущих ножей, вала 3 с подшипниками, закрепленными в корпусах с лабиринтными уплотнителями. Корпус машины 2 в сборе с верхней и торцевой крышками образуют камеру, где размещен диск и корпуса подшипников. В торцевой крышке имеется выем с полостью, выполняющей роль патрона, в котором установлены контргижи.

Внутренняя поверхность корпуса, верхней и торцевой крышек облицована стальными листами с резиновыми прокладками, что обеспечивает износостойкость рабочих поверхностей и снижает уровень шума.

В отличие от прежних модификаций машин (МРНП-30, МРНП-10) все элементы рабочей камеры унифицированной рубительной машины МРНП-30-1 и МРНП-10-1 изготовлены из чугунного литья и имеют коробчатое сечение с ребрами жесткости, что способствует улучшению звукоизоляционных характеристик, обеспечивает большую жесткость и точность взаимодействия элементов узла резания машины.

Ножевой диск приводится через втулочно-палцевую муфту 4 от электродвигателя 5, смонтированного на плате 7 литой конструкции. Загрузочный лоток 1 имеет съемную боковую стенку, что позволяет производить замену и осмотр контргижей, не снимая лотка.

Для обеспечения необходимого качества получаемой технологической щепы рекомендуется обеспечивать величину рабочего зазора 0,5...0,6 мм между контргижами и наиболее выступающим режущим ножом диска в нижней точке стыка контргижей. Замер рабочего зазора производится при снятой стенке лотка 1.

Главным рабочим органом машины является ножевой диск, на котором при помощи шпилек и накладок крепятся режущие

ножи. Рабочая поверхность накладок и задняя грань ножей имеет геликоидальную поверхность для обеспечения равномерной скорости затягивания древесины по всей длине режущего ножа для получения более однородной щепы по длине частиц. Для выброса щепы из рабочей камеры рубительной машины к диску приварены лопатки (для машин с верхним выбросом), быстроизнашающаяся часть которых сделана съемной. Кожух снабжен отводящим трубопроводом 6.

Машины с верхним выбросом щепы комплектуются трубопроводом и циклоном. Максимальное удаление циклона от вертикальной оси ножевого диска рубительной машины для МРНП-30-1 составляет 10 м (при высоте расположения циклона не более 5 м), а для МРНП-10-1 не более 6 м (при высоте установки циклона 3 м).

При эксплуатации машины особое внимание следует уделять точности установки и состоянию режущих кромок режущих ножей и контрножей. При этом необходимо контролировать не только величину зазора между контрножами в нижней точке стыка и наиболее выступающим режущим ножом (0,5..0,6 мм), но и положение задних граней режущих ножей относительно поверхности геликоидальных накладок диска. Превышение поверхности накладки над поверхностью задней грани ножа недопустимо.

Перед пуском машины обязательным является контроль надежности затяжки болтовых соединений, особенно крепления ножей на диске и контрножей в патроне.

**Рубительная машина МРГ-20Б-1** (рис. 4.7) относится к машинам с горизонтальной подачей сырья и предназначается для переработки отходов лесопиления (реек и горбылей), круглых и колотых лесоматериалов на технологическую щепу для целлюлозно-бумажного производства.

Особенность конструкции рубительной машины МРГ-20Б-1 состоит в том, что в ней применен новый прямоточный (безударный) принцип удаления щепы из кожуха ножевого диска.

Машина состоит из ножевого диска 1, корпуса 4, горизонтального патрона 3, контрножей 2, верхней крышки 5, электродвигателя 6 привода ножевого диска, муфты 7 и системы электроблокировки 8 люков кожуха ножевого диска.

Конструктивная схема ножевого диска рубительной машины МРГ-20Б-1 отличается от МРНП-30 и МРНП-10 лишь числом режущих ножей и параметрами геликоидальных накладок, установленных на рабочей поверхности.

В корпусе кожуха ножевого диска сделан специальный проем выполняющий роль патрона, в который устанавливают контрножи 2 и патрубок, отводящий щепу из корпуса (кожуха) рубительной машины.

Патрон подачи и отводящий щепу патрубок расположены в корпусе таким образом, что поток щепы, образующийся в

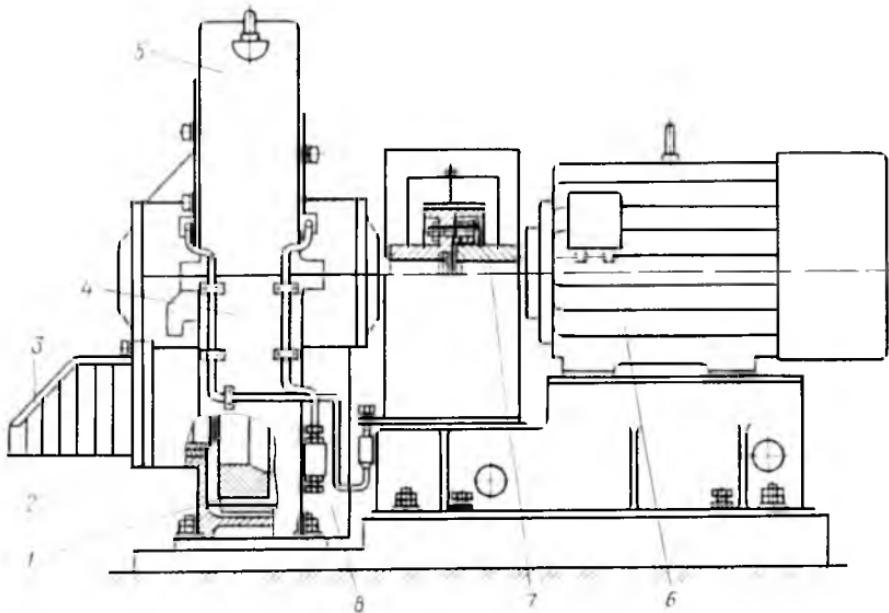


Рис. 4.7. Рубительная машина МРГ-20Б-1

процессе резания, из подножевой щели диска направляется в патрубок, не касаясь стенок кожуха ножевого диска и патрубка.

По сравнению с традиционным способом удаления щепы из кожуха при помощи лопастей, установленных на ножевом диске, новый прямоточный (бездарный) способ позволяет уменьшить измельчаемость щепы и существенно повысить выход кондиционной фракции технологической щепы.

Благодаря ориентированному расположению осей подающего патрона и щепоотводящего патрубка, кинетическая энергия, сообщенная частицам щепы режущими ножами в процессе рубки, используется для ее транспортировки в транспортную емкость.

Привод рубительной машины МРГ-20Б-1 включает асинхронный коротко-замкнутый электродвигатель 6 и тормоз смонтированные на общей литой плате. Включение и выключение ленточного тормоза производится автоматически при помощи электрогидравлического толкателя ТЭ-25, блокированного с электродвигателем машины.

Перед пуском машины необходимо проверить состояние режущих кромок ножей, а также надежность их крепления на диске. Не допускается работа на выпицербленных и затупленных режущих ножах и контрножах.

Срок службы режущих ножей при безаварийном износе составляет 500 ч. Контрножи должны заменяться через каждые

400...500 ч работы. Трудоемкость замены контризжей не превышает 8...10 чел.-ч.

**Рубительная машина МРН-40-1** (рис. 4.8), разработанная НИИЦмашем и ЦНИИМЭ, предназначена для переработки на технологическую щепу колотых и круглых поленьев увеличенного сечения (до 42 см).

Опыт эксплуатации рубительных машин МРНП-30 в составе установок УПЩ на переработке низкокачественной древесины показал, что они не в полной мере отвечают требованиям переработки стволовой древесины из-за малых размеров проходного сечения приемного патрона ( $250 \times 250$  мм). В связи с этим возникает необходимость в одно-двухкратном раскалывании поленьев перед подачей их на переработку в рубительную машину, что существенно снижает эффективность производства щепы за счет высокой трудоемкости подготовки сырья.

Если на предприятиях европейской части СССР требуется раскалывать более половины объема низкокачественной древесины, перерабатываемой в установках УПЩ, то в районах Сибири и Дальнего Востока практически всю древесину должны раскалывать и около 30 % объема возвращать на повторное раскалывание. Поэтому трудозатраты на подготовку сырья часто составляют 50% и более от общих трудозатрат на производство технологической щепы на установках УПЩ.

Это обстоятельство явилось основанием для создания специализированной рубительной машины МРН-40-1 с увеличенным проходным сечением патрона подачи [17].

Машина состоит из механизма резания 2 с загрузочным патроном 12 и направляющей воронкой 1, привода 4, 5 и циклона с трубопроводом 7. Механизм резания и привод

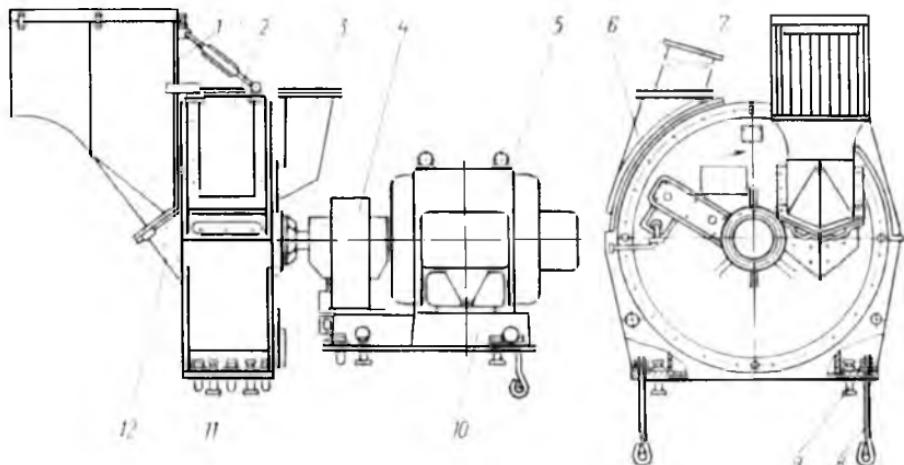


Рис. 4.8. Рубительная машина МРН-40-1

рубительной машины устанавливаются на индивидуальных основаниях. Муфта 4 и электродвигатель 5 монтируются на литой раме 10, а корпус механизма резания устанавливается непосредственно на бетонный фундамент и закрепляется анкерными болтами 8.

Горизонтальность установки и соосность ножевого диска и электродвигателя рубительной машины обеспечиваются регулированием при помощи специальных винтов 9 и 11.

Рабочим органом рубительной машины МРН-40-1 является ножевой диск, размещенный на валу внутри разъемного на три части литого корпуса. С лицевой стороны секции корпуса соединены фланцевой крышкой, на которой закреплен загрузочный патрон 12.

Корпус механизма резания выполнен в шумопоглощающем варианте. В качестве шумопоглощающего материала использован поролон, которым заполнены полости стенок литого корпуса.

Левая боковая часть корпуса снабжена съемным патрубком 6 для присоединения отводящего трубопровода 7. С задней стороны корпуса имеется патрубок 3 для присоединения приточного (рециркуляционного) трубопровода.

Ножевой диск имеет шесть сквозных радиальных прорезей, образующих подножевые щели. Междуножевая накладка рабочей поверхности диска представляет собой секторный лист толщиной 18 мм, который крепится винтами к телу диска.

В рубительной машине МРН-40-1 используются плоские режущие ножи длиной 460 мм, шириной 85 мм и толщиной 10 мм, которые в отличие от ножей рубительных машин МРНП-30 и МРНП-10 имеют по всей длине постоянный угол заострения, равный 0,63 рад.

Загрузочный патрон машины имеет V-образную форму сечения с углом между стенками 2 рад. Такая форма патрона обеспечивает более надежное фиксирование перерабатываемых поленьев в процессе резания. Диаметр вписанной окружности в поперечное сечение патрона составляет 440 мм.

Внутренние сменные листы загрузочного патрона оснащены съемными контрножами — плоскими пластинами в виде скошенного прямоугольника с габаритными размерами  $326 \times 60 \times 9,5$  мм.

Рабочие кромки контрножей (по две на каждом) упрочнены наплавкой титановым электродом Т-620 до твердости 55...60 HRC.

Для привода ножевого диска используется электродвигатель мощностью 160 кВт с частотой вращения 590 мин<sup>-1</sup>.

Рубительная машина МРН-40-1 поставляется потребителю отдельными блоками — механизм резания, электродвигатель с тормозом, загрузочный лоток, циклон, щепопровод, ящики с электроаппаратурой.

Область использования машины МРНП-40-1 включает установки по производству щепы типа УПЩ и ЛТ, технологические потоки по переработке на технологическую щепу низкокачественной древесины на нижних складах лесозаготовительных предприятий и лесоперевалочных базах. Она может также использоваться в древесно-подготовительных цехах целлюлозно-бумажных предприятий, заводов ДСП и ДВП.

**Рубительные машины МР2-20 (МР2-20Н)** предназначены для переработки кусковых отходов лесопильного производства, а также круглых и колотых лесоматериалов на технологическую щепу. Машины изготавливаются с правым расположением наклонного загрузочного патрона с верхним (МР2-20) и нижним (МР2-20Н) выбросом щепы. Конструкция машин идентична.

Машина (рис. 4.9) состоит из станины 1, патрона 2, кожуха 3, ротора 4, тормоза 5 и электродвигателя 6.

Ротор представляет собой ножевой диск, на лицевой поверхности которого установлено 16 режущих ножей. Рабочая поверхность ножевого диска винтовая (геликоидальная) обеспечивает равномерное затягивание древесины по всей длине ножа, что повышает однородность щепы по длине частиц.

По сравнению с прежними моделями рубительных машин аналогичного типоразмера рубительные машины МР2-20 имеют ряд преимуществ. Снижена частота вращения ротора, улучшено качество вырабатываемой щепы, сокращены на 3...5 % потери древесины, увеличено проходное сечение патрона (без увели-

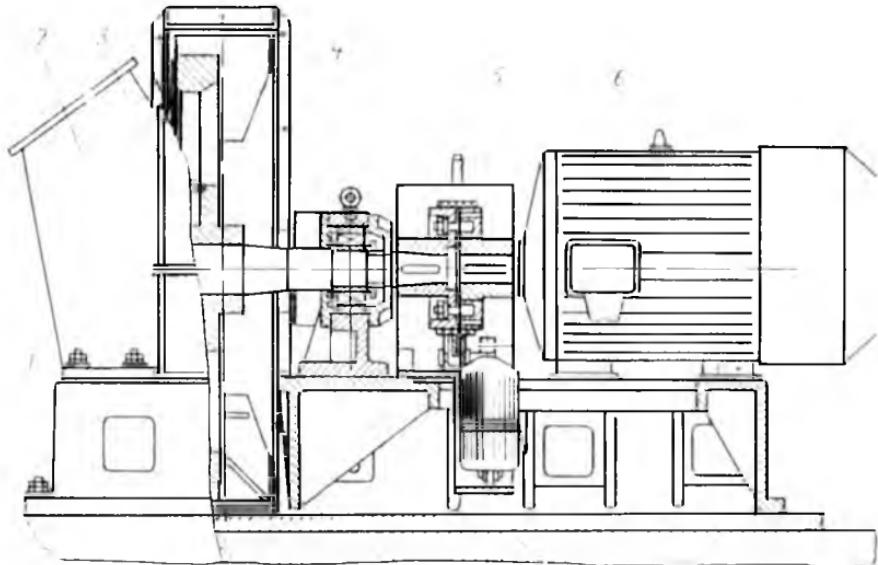


Рис. 4.9. Рубительная машина МР2-20 (МР2-20Н)

чения диаметра ножевого диска) с возможностью перерабатывать более широкие горбыли.

В комплект поставки МР2-20 входит циклон, электродвигатель с пусковой аппаратурой, запасные части и инструмент.

**Рубительные машины МР3-40Н и МР3-50Н** (рис. 4.10) по конструкции полностью унифицированы и отличаются лишь мощностью установленного электродвигателя и производительностью. Машины предназначены для переработки дровяной древесины, кусковых отходов лесопиления (горбылей, реек на технологическую щепу для ЦБП, предприятий древесно-плитной и микробиологической промышленности. Изготавляются машины с левым расположением загрузочного патрона, с наклонной подачей сырья и нижним выбросом щепы.

Машине состоит из станины, ротора, патрона, кожуха и привода. Основным рабочим органом рубительной машины является ротор, обеспечивающий измельчение древесины.

В состав ротора входят ножевой диск с окнами для прохода щепы и подшипниковые опоры. Рабочая поверхность ножевого диска оснащена накладками, имеющими геликоидальную (винтовую) поверхность.

Станина рубительной машины выполнена литой из чугуна и является основной несущей частью, на которой имеются обработанные площадки для установки подшипниковых опор и фланцы для закрепления кожуха патрона. В станине имеется полость, в которой вращается ножевой диск.

В нижней части станины сделан проем для выхода щепы. Кожух ножевого диска сварной конструкции. Для осмотра диска и замены режущих ножей в кожухе имеются два люка с дверцами, блокированными с системой управления через кон-

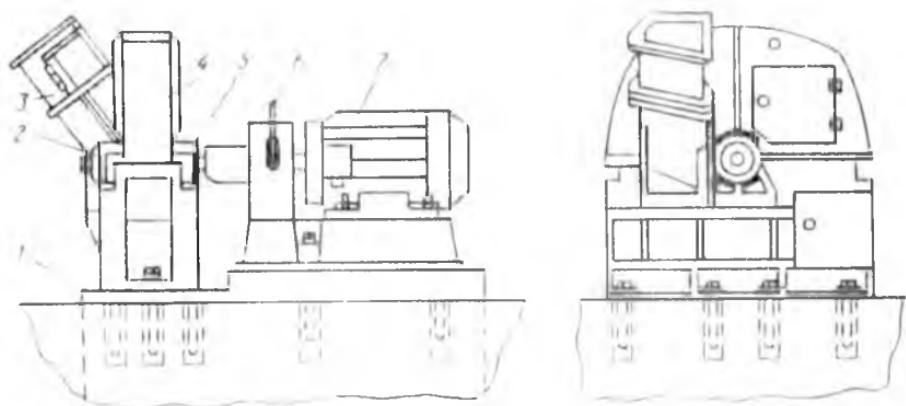


Рис. 4.10. Рубительная машина МР3-40Н (МР3-50Н):

1 — станина; 2 — передняя подшипниковая опора; 3 — патрон; 4 — кожух ротора; 5 — задняя подшипниковая опора; 6 — рычаг ленточного тормоза; 7 — электродвигатель привода ротора;

цевики. Привод ножевого диска осуществляется от электродвигателя через втулочно-пальцевую муфту, одна из полумуфт которой является тормозным шкифом.

#### Техническая характеристика дисковых рубительных машин

Марка машины . . . .	МРНП-10	МРНП-30	МРГ-40	МР2-20	МРЗ-40Н
Производительность, м <sup>3</sup> /ч . . . . .	10	30	40	20	32...40
Поперечные размеры загрузочного патрона, мм	250 × 250	250 × 250	580 × 350	250 × 350	430 × 430
Размеры перерабатываемого сырья, мм:					
максимальный диаметр . . . . .	220	220	320	220	315
максимальная длина при диаметре 250 мм . . . . .	1 000 700	1 600 700	4 000 1 000	1 000 700	3 000 700
минимальная длина					
максимальные размеры горбыля . . .	100 × 220	220	200 × 500	90 × 350	100 × 420
Параметры ротора:					
диаметр диска, мм	1 270	1 270	1 600	1 270	1 600
число ножей, шт.	16	16	10	16	15
частота вращения, мин <sup>-1</sup> . . . . .	590	590	585	600	600
Направление выброса щепы . . . . .	вверх	вверх	вверх	вверх	вниз
Параметры электродвигателя:					
мощность, кВт . . . . .	55	90	160	75	160
частота вращения, мин . . . . .	590	590	585	600	600
напряжение тока, В	380	380	380	380	380
Габаритные размеры машины с приводным двигателем и загрузочным патроном, м:					
длина . . . . .	260	2 600	3 610	2 790	3 475
ширина . . . . .	1 600	1 670	2 420	1 640	1 950
высота . . . . .	1 745	1 745	2 145	1 505	2 100
Масса машины с электрооборудованием и запчастями, кг . . . . .	4 553	4 500	12 000	6 295	12 000

#### Продолжение

Марка машины . . . .	МРЗ-50Н	МРЗ-40ГБ	МРЗ-50ГБ	МРР8-50ГН	МРН-40-1
Производительность, м <sup>3</sup> /ч . . . . .	50...60	32...40	50...60	50	40
Поперечные размеры загрузочного патрона, мм	430 × 430	350 × 600	350 × 600	800	460
Размеры перерабатываемого сырья, мм:					
максимальный диаметр . . . . .	315	315	315	800	440
максимальная длина при диаметре 250 мм . . . . .	4 000	1 500	2 500	не ограничена	4 000

минимальная длина	700	1 000	1 000	1 500	700
максимальные раз- меры горбыля . . .	100 × 420	100 × 600	100 × 600	800	250 × 440
Параметры ротора:					
диаметр диска, мм	1 600	1 600	1 600	2 900	1 600
число ножей, шт.	15	15	15	25 резцов	6
частота вращения, мин <sup>-1</sup> . . . . .	600	600	600	150	600
Направление выброса щепы . . . . .	вниз	боковое (безудар- ное)	боковое (безудар- ное)	вниз	вверх
Параметры электродви- гателя:					
мощность, кВт . . .	200	160	200	160	160
частота вращения, мин <sup>-1</sup> . . . . .	600	600	600	600	600
напряжение тока, В	380	380	380	380	380
Габаритные размеры машины с приводным двигателем и загрузоч- ным патроном, м:					
длина . . . . .	3 675	3 300	3 500	3 160	3 760
ширина . . . . .	1 950	2 380	2 380	5 092	1 910
высота . . . . .	2 100	1 870	1 870	3 255	2 470
Масса машины с электо- оборудованием и запча- стями, кг . . . . .	12 000	12 000	12 000	27 300	12 00

**Рубительные машины МРЗ-40ГБ и МРЗ-50ГБ** (рис. 4.11) в отличие от МРЗ-40Н и МРЗ-50Н имеют горизонтальную подачу перерабатываемых древесных отходов и боковой (безударный) выброс щепы. Они предназначаются для переработки динномерных отходов лесопильного производства (реек и горбылей). Преимуществом рубительных машин с горизонтальной подачей сырья и безударным выбросом является их лучшая совместимость с горизонтальными потоками движения сырья в цехах лесопиления и деревообработки, а также уменьшенное измельчение и повреждение частиц щепы за счет прямого вывода их из кожуха рубительной машины.

По условиям эксплуатации, в частности воздействию климатических факторов внешней среды, рубительные машины имеют исполнение У, категорию размещения 3 (ГОСТ 15150—69) для работы при температуре от  $-30$  до  $+40$  °С. Щиты управления должны эксплуатироваться в закрытых помещениях со следующей характеристикой окружающей среды:

температура от 5 до 35 °С;

относительная влажность воздуха 80 % (при температуре 25 °С);

отсутствие токопроводящей пыли.

**Резцовая рубительная машина МРР8-50ГН.** Дальнейшее повышение производительности труда в производстве технологической щепы может быть достигнуто за счет исключения ряда трудоемких операций подготовки сырья, таких, как раскряжевка на метровые отрезки и их раскалывание на поленья. Это значит,

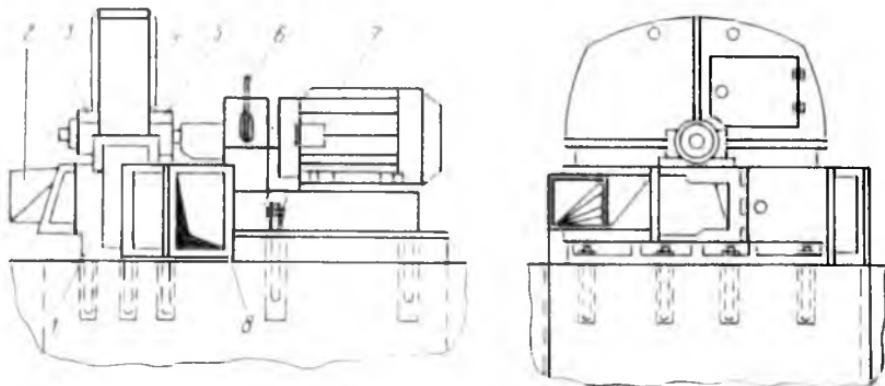


Рис. 4.11. Рубительная машина МРЗ-40ГБ (МРЗ-50ГБ):

1 — станина; 2 — патрон подачи сырья; 3 — передняя подшипниковая опора; 4 — кожух ротора; 5 — задняя подшипниковая опора; 6 — рукоятка тормоза; 7 — электродвигатель привода ротора; 8 — патрубок выброса щепы

что возникает необходимость в переходе на переработку древесного сырья в долготье. Однако использование для этих целей существующих рубительных машин и традиционного ножевого принципа резания не представляется возможным в связи с тем, что переработка длинномерных круглых лесоматериалов на обычных ножевых машинах требует чрезмерно высокой установленной мощности привода.

Выполненные в ЦНИИМЭ исследования и поиски путей снижения мощности привода рубительных машин для переработки долготья большого диаметра позволили разработать и обосновать резцовый способ резания древесины в производстве щепы, обладающий значительными преимуществами. Если при традиционном ножевом способе резания перерабатываемый лесоматериал перерезается режущими ножами одновременно по всему поперечному сечению, то резцовый способ основан на последовательном (секционном) срезании слоя древесины резцами относительно небольшой ширины, что существенно снижает суммарные усилия и мощность резания.

Используя резцовый принцип резания, ЦНИИМЭ совместно с НИИЦмашем разработана дисковая рубительная машина МРР8-50ГН с горизонтальной подачей сырья для переработки целых хлыстов и длинномерных лесоматериалов диаметром до 80 см.

Рубительная машина МРР8-50ГН (рис. 4.12) состоит из механизма резания, включающего электропривод, механизма подачи и транспортера для удаления щепы.

Механизм резания представляет собой стальной вращающийся диск 4, расположенный наклонно к направлению по-

дачи древесины. На диске имеются сквозные отверстия, приспособленные для установки в них режущих элементов (резцов) и обеспечивающие проход сквозь диск на противоположную сторону срезаемой древесины в виде частиц щепы.

Резцовый диск огражден кожухом 3 и приводится во вращение от электродвигателя 1 через клиноременную передачу 2.

Подача древесины на переработку осуществляется через патрон, донная часть которого выполнена V-образной формы, что обеспечивает необходимую устойчивость лесоматериала в процессе переработки.

В качестве подающих органов в механизме подачи рубительной машины использованы два блока многорядных втулочно-роликовых цепей, установленных на V-образной донной части подающего патрона. Правый и левый блоки цепей приводятся от соответствующих электродвигателей.

Усилие надвигания древесины в процессе переработки обеспечивается за счет составляющей силы взаимодействия резцов с древесиной, действующей в направлении подачи. Блоки подающих донных цепей способствуют снижению сопротивления движению древесины по дну патрона и бортам подающего лотка. При больших диаметрах перерабатываемой древесины усилия сопротивления движению лесоматериала по дну патрона могут быть весьма значительны.

Образующаяся в процессе переработки древесины технологическая щепа выбрасывается из кожуха 3 резцового диска вниз на выносной конвейер, который подает ее непосредственно в сортировочную установку или в промежуточную транспортную емкость.

При эксплуатации рубительной машины в производственных условиях важно обеспечить более полное использование ее возможностей по пропуску сырья. С этой целью в технологической линии необходимо предусматривать не только буферный запас хлыстов или долготья, но и возможность

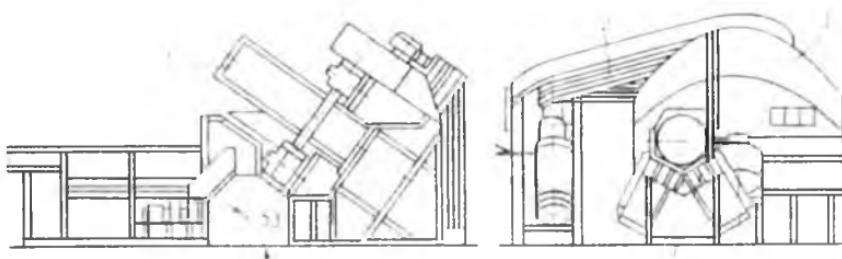


Рис. 4.12. Резцовая рубительная машина МРР8-50ГН

предварительного формирования пачек (при переработке тонкомерного сырья), с тем, чтобы проходное сечение патрона подачи машины использовалось по возможности полностью.

В этом случае наиболее подходящим является гидроманипулятор, размещаемый в зоне лесотранспортера, подающего лесоматериал в патрон рубительной машины.

Рубительная машина МРР8-50ГН может использоваться не только в составе комплектных линий УПЩ-15 для производства технологической щепы для целлюлозно-бумажных предприятий, но и в отдельных технологических потоках нижних складов лесозаготовительных предприятий и древесно-подготовительных цехах предприятий древесностружечных и древесноволокнистых плит.

#### 4.3. БАРАБАННЫЕ РУБИТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ НОЖЕВОГО И РЕЗЦОВОГО ТИПОВ

Несмотря на высокие технические возможности дисковых рубительных машин, интерес к установкам барабанного типа не снижается. Это связано с рядом преимуществ барабанных рубительных машин. В первую очередь это возможность увеличения ширины приемного патрона (окна) без существенного увеличения общих габаритов машины. Это очень важно для эффективной переработки кусковых отходов древесины, имеющих низкую полнодревесность.

Благодаря относительной компактности рубительные машины барабанного типа с подающими механизмами могут весьма рационально агрегатироваться с автомобильной или тракторной базой и поэтому находят все более широкое применение при создании передвижных рубительных установок.

Из известных машиностроительных фирм зарубежных стран 12 выпускают барабанные рубительные машины. Число предлагаемых фирмами типоразмеров превышает 100, что составляет приблизительно  $\frac{1}{3}$  общего количества типоразмеров рубительных машин, выпускаемых зарубежными фирмами, по которым имеется информация.

К числу ведущих изготовителей барабанной рубительной техники следует отнести фирмы Клекнер и Паллман (ФРГ), Перусюхтюмя, ЮИТ — Юхтюмя и Рауте (Финляндия), Векоплан (Австрия), Брукс (Швеция).

Каждой из этих фирм созданы рубительные машины для переработки сырья и древесных отходов различной формы, размеров и объемов концентрации.

В нашей стране эксплуатируется более 10 моделей барабанных рубительных машин зарубежных фирм, которые используются преимущественно на деревообрабатывающих и древесно-плитных предприятиях.

В промышленности эксплуатируется несколько типов барабанных рубительных машин для переработки таких видов отходов, как сучья, ветви, вершины, откомлевки и др. Это рубительные машины ДУ-2АМ, ЛО-56, МРБ4-30ГН, МРБР8-15Н Ижевского завода "Ижлесмаш" и НПО "Петрозаводскбуммаш".

**Рубительная машина ДУ-2АМ** предназначена для переработки на технологическую и топливную щепу отходов лесозаготовок (сучьев, ветвей и вершин), образующихся при очистке стволов на стационарных сучкорезных машинах и площадках ручной обрезки сучьев.

Машина поставляется в комплекте со специализированным (для сучьев) канатным транспортером ТТ-2. Механизм резания рубительной машины ДУ-2АМ выполнен в виде полого барабана с четырьмя режущими ножами. Ось ножевого барабана расположена под углом 35° к направлению подачи перерабатываемого материала.

Для удаления щепы из полости ножевого барабана внутри барабана установлен наклонный лоток, направляющий поток образующейся щепы в приемное окно центробежного вентилятора, который подает щепу в сборный бункер. Ножевой барабан приводится от электродвигателя мощностью 55 кВт.

Механизм принудительной подачи сырья состоит из группы вертикальных и горизонтальных приводных вальцов, причем боковые и нижние вальцы установлены неподвижно, а верхний имеет возможность перемещаться вертикально, обеспечивая захват и подачу слоя сучьев различной толщины.

Режущим инструментом рубительной машины ДУ-2АМ являются плоские ножи комбинированной конструкции: режущая часть в виде тонкой пластинки (2...3 мм) изготавливается из легированной, а тело из малоуглеродистой конструкционной стали. На рубительной машине установлено специальное приспособление для заточки ножей, закрепленных в рабочем положении. На эту операцию при нормальном затуплении (без выщерблений) затрачивается 20...25 мин. Приспособление для заточки выполнено в виде откидного суппорта, смонтированного на станине рубительной машины.

#### Технические данные рубительной машины ДУ-2АМ

Производительность, м <sup>3</sup> /ч . . . . .	12
Расчетный размер частиц щепы (по длине волокон), мм . . . . .	20
Диаметр ножевого барабана, мм . . . . .	600
Число, шт.:	
режущих ножей . . . . .	4
подающих вальцов . . . . .	6
Скорость подачи, м/с . . . . .	0,8
Размеры приемного окна, мм . . . . .	300 × 300
Установленная мощность, кВт . . . . .	82,5
Масса, кг . . . . .	4900

**Рубительная машина ЛО-56** по конструктивной схеме и принципу резания древесины близка к рубительной машине ДУ-2АМ. Это барабанная машина с принудительной подачей перерабатываемого сырья. По пропускной способности (производительности и размерам приемного окна) рубительная машина ЛО-56 рассчитана на применение в технологических потоках обработки деревьев (с кроной) на нижних складах лесозаготовительных предприятий, в частности в Крестецком ЛПХ ТПО Новгородлеспрома и Игирминском ЛПХ ТПО Иркутсклеспрома используется для переработки сучьев, ветвей и вершин, образующихся при групповой очистке стволов на установках МСГ.

Машина ЛО-56 состоит из механизма резания, подающего механизма, вентилятора для выброса щепы, трубопровода с вентилятором поддува воздуха и циклона.

Механизм резания представляет собой полый барабан с закрепленными по периферии шестью плоскими режущими ножами. Ножевой барабан через муфту приводится от соосно расположенного электродвигателя, установленного на общей раме рубительной машины. Полумуфта, расположенная на оси ножевого барабана, выполнена в виде тормозного шкива.

Механизм подачи рубительной машины ЛО-56 включает группу горизонтальных и вертикальных боковых подающих вальцов, верхний горизонтальный валец может перемещаться по вертикали, а остальные установлены неподвижно. Для повышения сцепления с подаваемым материалом все вальцы снабжены шипами, которые размещены на образующей поверхности. Привод вальцов осуществляется от общего электродвигателя.

Удаляемая из полости ножевого барабана щепа при помощи лопастей, установленных на барабане, подается по отводящему трубопроводу в бункер. Рубительная машина ЛО-56 должна комплектоваться специализированным лесотранспортером ТТ-5 для подачи сучьев, ветвей и вершин.

**Рубительная машина МРБ4-30ГН** обеспечивает высокоеэффективную переработку таких видов отходов нижнескладского производства, как сучья, ветви и вершины на технологическую и топливную щепу. Машина МРБ4-30ГН разработана НИИЦмашем совместно с ЦНИИМЭ, предназначается для использования в технологических потоках нижних складов на базе установок групповой обработки деревьев МСГ, а также в линиях индивидуальной обрезки сучьев в ЛО-30, ПСЛ и др.

Рубительная машина МРБ4-30ГН (рис. 4.13) состоит из механизма резания 10 с приводом, механизма подачи 5 вальцового типа и электрооборудования (щитов и пультов управления).

Механизм резания представляет собой вращающийся массивный ножевой барабан 9 с четырьмя режущими ножами 6, которые крепятся при помощи накладок 8 и болтов 7. Барабан имеет сварную конструкцию и изготовлен из толстолистовой стали. В качестве опор барабана служат два сферических подшипника, устанавливаемых в разъемных корпусах. Режущие ножи 6, закрепляемые в барабане, изготавливаются из легированной стали 6ХС.

Со стороны загрузки перерабатываемого материала станина рубительной машины имеет опорный стол 14, на котором устанавливается износостойкая пластина (контрнож) 13.

Для предотвращения попадания крупных кусков древесины в технологическую щепу в станине под ножевым барабаном установлена решетка литой конструкции 12, имеющая перфорации в виде квадратных отверстий со стороной 70 мм.

Куски древесины, задерживаемые решеткой, подхватываются режущими ножами и увлекаются по поверхности решетки до встречи с траверсой (контрножом) 11 вторичного измельчения, где они дополнительно перерубаются и затем в измельченном виде проходят через решетку вниз на приемный лесотранспортер.

Механизм подачи состоит из роликового конвейера, включающего пять нижних подающих вальцов 15 и прижимного устройства, образованного верхним роликом 3 и прижимным барабаном 4 большого диаметра. Для подъема прижимного

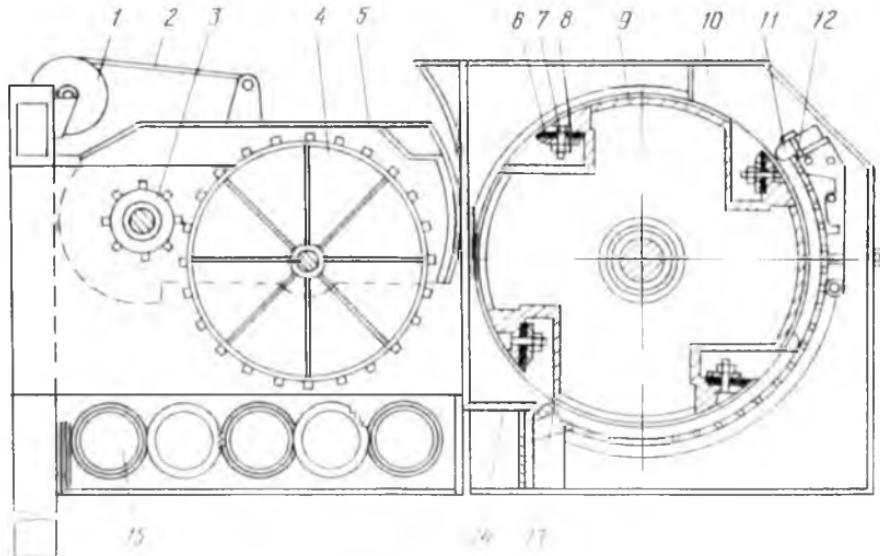


Рис. 4.13 Барабанная рубительная машина МРБ4-3011

барабана при проходе слоя сучьев высотой более 400 мм имеется специальный червячный редуктор. Масса прижимного барабана частично уравновешивается грузами, воздействующими на него через тяги 2 и ролик 1.

Принцип действия рубительной машины МРБ4-30ГН заключается в следующем. Слой сучьев и вершин в свободном состоянии подается лесотранспортером в приемное окно машины, образуемое роликовым конвейером 15, боковыми стенками и верхним роликом 3 прижимного механизма. Ролики конвейера подают сырье в зону действия прижимного барабана, который выкатывается на слой сучьев. Для обеспечения гарантированного обжима слоя сучьев высотой более 0,4 м имеется специальный механизм для подъема и опускания прижимного барабана. Обжатый слой сучьев поступает в зону резания, где расположен контроуз 13. Срезаемые последовательно каждым режущим ножом слои древесины размещаются в процессе резания в подножевых впадинах (пазухах) ножевого барабана и после выхода ножа из реза и прохождения контроузжа 13 срезанная древесина в виде частиц щепы под действием центробежной силы выбрасывается вниз на перфорированную решетку 12, которая задерживает чрезмерно крупные частицы древесины и направляет их на повторное измельчение ко второму контроузжу 11, расположенному на противоположной стороне (относительно основного контроузжа 13) ножевого барабана.

Рубительная машина МРБР8-15Н с вертикальной загрузкой сырья предназначена для переработки на технологическую щепу отходов стволовой древесины, образующихся на нижних складах леспромхозов при раскряжевке хлыстов на сортименты. К этому виду отходов относятся в основном откомлевки и козырьки, которые представляют собой качественное древесное сырье для получения технологической щепы, отвечающей требованиям древесно-плитного и гидролизного производства.

В рубительной машине МРБР8-15Н (рис. 4.14) используется принцип формирования части щепы путем резания древесины поперек волокон трехлезвийными резцами. Рабочим органом машины является полый барабан 5, на котором размещены резцы 4, толщиной 5 мм и имеющие полу круглую форму.

Резцовый барабан приводится во вращение электродвигателем 8 через клиноременную передачу 3, ведомый шкив, который является одновременно маховиком. Барабан с валом установлен на раме 2 и закрыт кожухом 9. На передней стенке кожуха имеется откидная крышка люка 1, обеспечивающая доступ к резцам для их замены и регулировки. В торцевой части кожуха установлена съемная крышка 10 для осмотра внутренней полости барабана. Верхняя часть кожуха

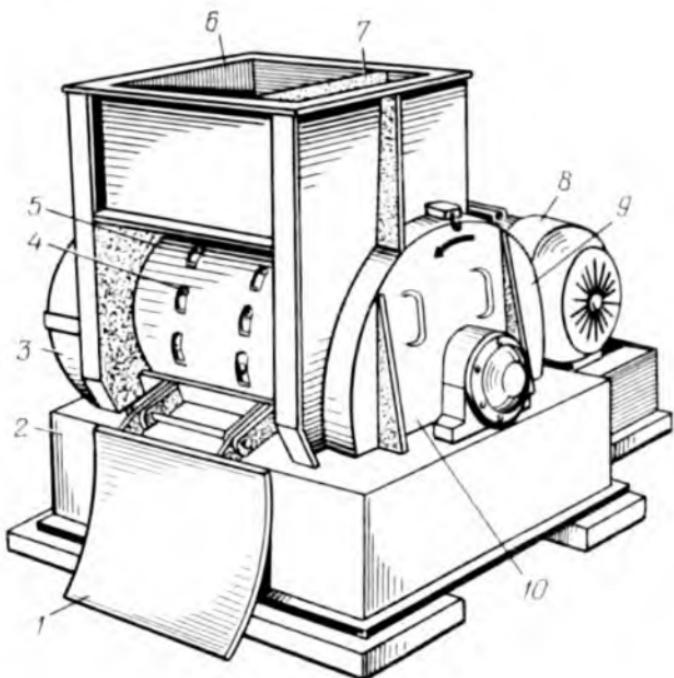


Рис. 4.14. Резцовая рубительная машина МРБР8-15Н

представляет собой канал прямоугольного поперечного сечения, образующий шахтный загрузочный патрон 6.

Для обеспечения требуемых условий переработки отходов стволовой древесины длиной меньше их диаметра шахтное загрузочное устройство разделено перегородкой 7 на две смежные камеры. Перегородка перемещается по направляющим вдоль барабана и изменяет размер камер, что обеспечивает устойчивое положение отрезков древесины малой длины в процессе переработки.

При переработке отрезков длиной 650...750 мм разделительная перегородка поддвигается к стенке патрона и подача сырья ведется в одну камеру.

Процесс переработки отходов древесины на рубительной машине МРБР8-15Н состоит в следующем. Отрезок стволовой древесины подается для переработки в загрузочную камеру шахтного патрона 7 (рис. 4.14) и размещается между передней частью загрузочного патрона и образующей поверхностью ножевого резцового барабана. При этом продольная ось стволового отрезка должна быть параллельна оси вращения резцового барабана. Резцы, установленные на барабане, при вращении срезают поперек волокон стружку шириной, равной длине главного лезвия.

Образующаяся в процессе резания щепа через подрезцовые щели поступает в полость барабана, откуда неподвижным лотком (плужком), установленным внутри барабана, удаляется на выносной конвейер. По мере уменьшения перерабатываемого отрезка древесины он опускается по стенке патрона вниз, приближаясь к контроножу. Рубительная машина МРБР8-15Н формирует элементы щепы с регламентированными размерами по длине и толщине. Величина выступа главного лезвия резца над образующей барабана определяет толщину элементов щепы, а длина лезвия резца формирует длину элемента щепы.

Параметры резцового барабана рубительной машины рассчитаны на получение частиц щепы длиной 22 мм и толщиной 5 мм.

**Рубительная машина ДО-51** предназначена для переработки на технологическую и топливную щепу отходов лесозаготовок (сучьев, ветвей, вершин, откомлевок), лесопиления (горбылей, реек) и дровянной древесины диаметром до 20 см (при длине 3 м).

Машина включает механизм резания, механизм подачи и приводы к ним. Механизм резания (рис. 4.15) выполнен в виде вращающегося ножевого барабана 4 пазушного типа, установленного в кожухе 3. Под ножевым барабаном размещена сепарирующая решетка 8.

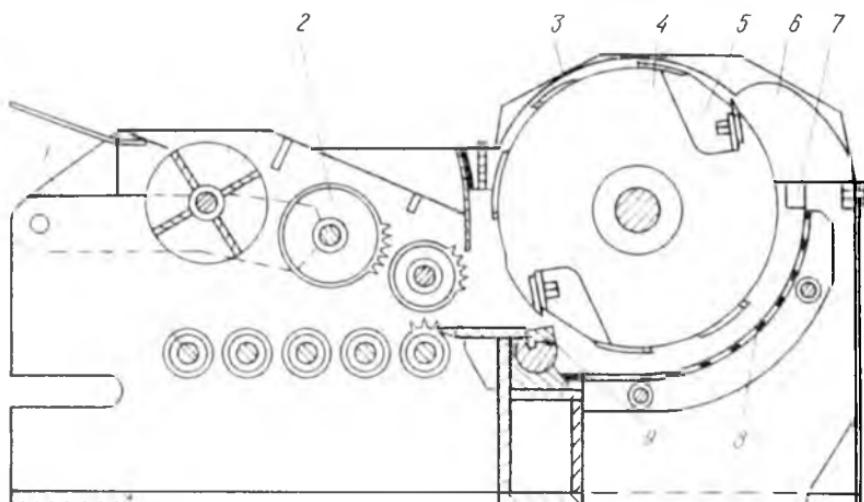


Рис. 4.15. Барабанная рубительная машина ДО-51:

1 — нижние приводные вальцы; 2 — верхние прижимные (приводные) вальцы; 3 — кожух ножевого (резцового) барабана; 4 — ножевой (резцовый) барабан; 5 — подножевая впадина; 6 — защитный элемент кожуха; 7 — дополнительный контронож; 8 — сепарирующая решетка; 9 — нижний (основной) контронож

**Техническая характеристика барабанных рубительных машин**

Марка машины .	ДУ-2АМ	ЛО-56	МРБ4-30ГН	МРБР8-15Н	ДО-51
Производительность, м /ч . . .	12	50	30	15	15
Размеры приемного окна, мм . . .	300 × 300	500 × 450	900 × 700	800 × 750	800 × 500
Диаметр ножевого (резцового) барабана, мм . . . .	600	900	1 270	950	800
Число режущих ножей (резцов), шт. . . . .	4	6	4	37	8
Частота вращения ножевого барабана, мин <sup>-1</sup> . . .	600	585	368	350	400
Число подающих вальцов, шт. . . .	6	6	7	—	6
Мощность привода ножевого барабана, кВт. . . . .	55	160	160	75	75
Общая установленная мощность, кВ . . . . .	82,5	194,5	180	75	88
Габаритные размеры, мм:					
длина . . . . .	2 825	3 960	5 057	2 140	2 280
ширина . . . . .	1 700	3 700	2 716	1 180	2 200
высота . . . . .	2 260	2 000	2 626	1 370	1 470
Масса, кг . . . . .	4 900	12 000	17 000	4 900	5 700

В кожухе ножевого барабана установлен нижний контрнож 9, а в конце сепарирующей решетки дополнительный контрнож 7 (траверса), при помощи которого обеспечивается доизмельчение крупных кусков древесины, не прошедших через отверстия решетки 8.

Механизм подачи состоит из трех верхних приводных прижимных вальцов 2, установленных на раме, качающейся на оси поворота, служащей одновременно осью вращения первого вальца. Под прижимными вальцами расположены пять приводных нижних вальцов 1.

Машина функционирует следующим образом. Древесные отходы, подлежащие переработке, подаются к механизму подачи конвейером и продвигаются на нижние подающие вальцы. При дальнейшем их перемещении на слой отходов "выкатываются" верхние вальцы и прижимают древесное сырье к нижнему приводному роликовому конвейеру, обеспечивая тем самым подачу отходов в зону резания. Образующаяся в процессе рубки щепа попадает в подножевые впадины 5 барабана и затем под действием центробежных сил выбрасывается на сепарирующую решетку. Частицы, не прошедшие через сепарирующую решетку, увлекаются режу-

щими ножами и образующимся воздушным потоком к дополнительному контрножу 7, где происходит их доизмельчение. При повторном измельчении щепа также собирается в подножевой впадине и выбрасывается (за дополнительным контрножом) в защитный элемент б кожуха, откуда направляется вниз под машину. Вынос щепы из-под машины производится наклонным транспортером (скребковым или ленточным).

#### 4.4. ЩЕПОСОРТИРОВОЧНЫЕ УСТАНОВКИ

В процессе измельчения древесного сырья на щепу практически неизбежно попутное образование как крупных, так и мелких частиц, не соответствующих по своим размерам требованиям стандарта. Поэтому при использовании щепы на технологические цели почти во всех случаях ее необходимо сортировать, т. е. отделить мелкие и крупные частицы, чтобы привести фракционный состав щепы в соответствие с ГОСТ 15815-83.

Применяемые для этой цели щепосортировочные установки по принципиальной схеме сортирования весьма многообразны. По способу приведения сортируемого материала в движение их можно разделить на четыре основные группы: механические, пневматические (воздушные), гидравлические и магнитные.

Щепосортировочные установки механического типа снабжены ситами или решетками и используются для разделения сыпучего материала на две или несколько фракций, различающихся по крупности частиц. Число получаемых фракций (классов) определяется числом сит, через которые пропускают сортируемый материал.

Машины для пневматической сортировки основаны на принципе выделения частиц в воздушном потоке, при этом частицы выпадают под влиянием сил тяжести, различия в скоростях витания (парусности), центробежных сил или совместно тех и других.

Гидравлическая щепосортировочная установка основана на различии скоростей падения частиц неодинаковой величины и удельного веса, находящихся во взвешенном состоянии, в водной среде. Магнитная установка служит для отделения от материала примесей, содержащих железо или металлические предметы, случайно попавшие в обрабатываемое сырье.

На предприятиях лесной, целлюлозно-бумажной и деревообрабатывающей промышленности для сортировки щепы используют преимущественно плоские подвижные щепосортировочные установки, иногда барабанные врачающиеся установки.

В зависимости от вида перерабатываемого сырья получаемая щепа существенно отличается по своему качеству и наличию

различных примесей. Щепа из сучьев и ветвей содержит значительное количество хвои, хвойной лапки и мелких сучьев, что является серьезным препятствием для ее сортирования на плоских (особенно вибрационных) установках. Для сортирования такой щепы предпочтительными являются барабанные щепосортировочные установки, обеспечивающие достаточную эффективность благодаря их способности к самоочистке. К достоинствам этих машин можно также отнести простоту конструкции, отсутствие колебательных движений.

Для щепы, полученной из стволовой древесины, наибольший эффект дает применение плоских подвижных сит (вибрационных, гирационных). Рабочей частью плоских щепосортировочных установок являются плоские сита, установленные в подвижном коробе, через которые пропускают сортируемый материал.

Для повышения качества сортировки щепы большое значение имеет равномерность распределения поступающей щепы по всей поверхности сита. С этой целью некоторые образцы зарубежных плоских щепосортировочных машин комплектуются специальными питателями (дозаторами).

Плоские горизонтально-гирационные щепосортировочные установки в отличие от вибрационных обеспечивают более равномерное распределение поступающей щепы по поверхности сита за счет центробежных сил, возникающих при круговом движении сит в горизонтальной плоскости. В связи с этим плоские гирационные установки получили широкое распространение.

Отечественной промышленностью выпускается несколько типов гирационных напольных и подвесных щепосортировочных установок. В отрасли эксплуатируется большой парк напольных установок СЩ-1М, СЩМ-60 и СЩ-120 Верхнеднепровского завода. К выпуску подвесных щепосортировочных установок СЩ-70 и СЩ-140 приступил Канский завод бумоборудования Минтяжмаша СССР.

Напольная горизонтально-гирационная щепосортировочная установка СЩ-1М (рис. 4.16) монтируется на специальном бетонном основании 1 и состоит из подвижного сортировочного короба 4, привода 2 с эксцентриковым механизмом, опорных подшипников 3 (шаровых опор). В коробе размещены плоские сита 5 с ячейками определенных размеров. Верхнее сито имеет размер ячеек  $35 \times 35$  мм, второе сито, расположенное ниже —  $10 \times 10$  мм, а третье —  $6 \times 6$  мм. Подвижный короб опирается на четыре шаровые опоры, конструкция которых обеспечивает круговое движение короба в горизонтальной плоскости. Шаровая опора состоит из двух (верхней и нижней) половин, между ними установлен подшипниковый шар. Нижняя половина имеет корпус, в котором

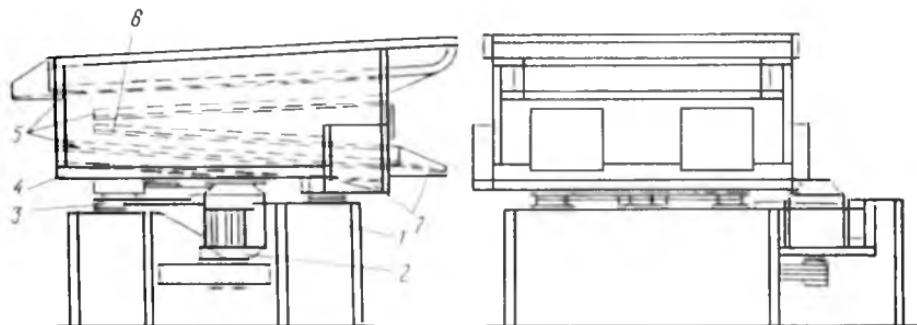


Рис. 4.16. Напольная гириационная щепосортировочная установка СЩ-1М:  
1 — бетонное основание; 2 — привод; 3 — опорный подшипник; 4 — подвижный короб;  
5 — сито; 6 — поддон; 7 — лотки

установлен вкладыш с круговым ручьем для перекатывания шара. В корпусе шаровой опоры имеется масленка для смазки ручья. В процессе работы установки поступающая на верхнее сито щепа освобождается от крупных частиц, которые сходят с верхнего сита на конвейер отходов или в дезинтегратор для повторного измельчения. Прошедшая через верхнее сито ( $35 \times 35$  мм) щепа поступает на второе сито ( $10 \times 10$  мм), на котором отсеивается мелкая фракция. Под вторым ситом установлен поддон 6 (рис. 4.16), отводящий мелкую фракцию в отходы. Щепа, сходящая со второго сита, поступает на третье сито ( $6 \times 6$  мм), где отделяется самая мелкая фракция ("опилки"). С третьего сита через лоток 7 сходит кондиционная щепа, которая должна соответствовать требованиям ГОСТ 15815—83.

Щепосортировочная установка СЩ-120 по принципу работы и конструктивной схеме не имеет существенных отличий от установки СЩ-1М. В связи с тем, что масса короба установки СЩ-120 значительно выше массы короба СЩ-1М, в ее конструкции запроектированы восемь шаровых опор вместо четырех.

Подвесные гириационные щепосортировочные установки СЩ-70 и СЩ-140 Канского завода бумоборудования в отличие от установок СЩ-1М и СЩ-120 устанавливаются не на фундаментах, а подвешиваются на балках, размещаемых на специальных опорах. Специальные опоры (2 шт.) размером  $2220 \times 400 \times 2760$  мм и балки (2 шт.) поставляются заводом-изготовителем в комплекте с сортировочным коробом.

Колебательные движения коробу сортировочных сит сообщаются от дебалансного вала, смонтированного на коробе. Дебалансный вал приводится в движение от электродвигателя через клиноременную передачу.

### Техническая характеристика щепосортировочных установок

Марка установки . . . . .	СЩ-1М	СЩМ-60	СЩ-120	СЩ-70	СЩ-140
Производительность (по насыльному объему), м <sup>3</sup> /ч . . .	60	60	120	70	140
Количество сит, шт. . . . .	3	3	3	2	2
Площадь сит, м <sup>2</sup> :					
верхнего . . . . .	2,9	2,9	8,4	2,0	4,0
среднего . . . . .	2,6	2,6	8,4	—	—
нижнего . . . . .	2,9	2,9	7,5	2,0	4,0
Размеры отверстий сит, мм:					
верхнего . . . . .	35 × 35	35 × 35	35 × 35	39 × 39 (35 × 35) <sup>*</sup>	
среднего . . . . .	10 × 10	10 × 10	10 × 10	(10 × 10)	
нижнего . . . . .	6 × 6	6 × 6	6 × 6	6 × 6	
Частота колебаний ситового короба, мин <sup>-1</sup> . . . . .	180	180	150	180	180
Амплитуда колебаний короба, мм	50	50	50	50	50
Мощность электродвигателя привода, кВт	3,0	3,0	4,5	2,2	3,0
Габаритные размеры, мм:					
длина . . . . .	2 500	2 500	4 900	3 050	3 060
ширина . . . . .	1 890	1 890	2 675	2 600	3 600
высота . . . . .	1 625	1 625	1 930	2 856	2 896
Масса, кг . . . . .	1 270	1 900	2 280	1 900	2 900

\* Сита из комплекта сменных сит.

В конкретных производственных условиях с учетом характеристики сортируемой щепы контрольные расчеты производительности щепосортировочной установки рекомендуется проводить по следующей формуле:

$$P_c = 0,4FqK_1K_2,$$

где  $F$  — площадь сита, м<sup>2</sup>,  $q$  — пропускная способность 1 м<sup>2</sup> сита, м<sup>3</sup>/ч (для сита с отверстиями диаметром 35 мм  $q = 58$ , для сит с отверстиями 7...10 мм  $q = 22...28$ );  $K_1$  — коэффициент, учитывающий содержание частиц, размеры которых меньше отверстий данного сита (частицы нижнего класса); для 10 %-ного содержания  $K_1 = 0,58$ , для 30 %-ного —  $K_1 = 0,76$ ;  $K_2$  — коэффициент, учитывающий содержание в составе щепы нижнего класса частиц размером менее половины размера отверстий сита; для 10 %-ного содержания  $K_2 = 0,63$ , для 30 %-ного —  $K_2 = 0,82$ .

## **5. МОНТАЖ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ОСНОВНОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ЩЕПЫ**

### **5.1. ТРЕБОВАНИЯ К ФУНДАМЕНТАМ**

В состав систем машин по производству щепы входят три вида основного технологического оборудования — окорочные станки или корообдирочные барабаны, рубительные машины и щепосортировочные установки. В подготовке фундаментов всех видов оборудования много общего, поэтому в настоящем разделе рассматриваются важнейшие требования по закладке фундаментов, выполнение которых необходимо для нормальной работы основного технологического оборудования.

Фундамент передает на грунт не только статическое давление от массы машины, но и возникающие при ее работе инерционные и ударные нагрузки.

Под окорочное оборудование, рубительные машины и щепосортировочные установки закладываются индивидуальные фундаменты, обеспечивающие горизонтальность положения и изолированность машин от другого оборудования, а также опорных элементов здания во избежание передачи вибрации и колебаний.

Закладку фундамента следует вести строго в соответствии с заданием, входящим в состав сопроводительной документации.

Отклонения геометрических размеров от проектных при закладке фундамента не должны превышать, мм: по привязочным размерам продольных и поперечных осей и осей анкерных колодцев  $\pm 20$ ; по основным размерам в плане  $\pm 30$ ; по размерам уступов (в плане)  $\pm 20$ ; по размерам анкерных колодцев (в плане)  $\pm 20$ ; по осям фундаментных болтов (в плане)  $\pm 5$ ; по осям закладных анкерных устройств (в плане)  $\pm 10$ .

Вместе с этим допустимое отклонение от вертикальности анкерных колодцев не должно превышать 5 мм на 1 м высоты.

При изготовлении фундаментов чаще всего используется портландцемент марок 100...300, из которого получают бетон марки  $B = 50 \cdot 10^5$  (цемент марки 100...200) и  $B = 100 \cdot 10^5$  (цемент марки 200...300). Марка бетона соответствует пределу прочности на сжатие в паскалях бетонного образца, взятого после 28-суточного твердения.

Для приготовления бетонной смеси рекомендуется 1 мас. ч. цемента, 3 мас. ч. чистого кварцевого песка и 5 мас. ч. щебня или гальки. Присутствие глины в бетонной смеси не допускается.

Бетон армируется металлической сеткой из прутка диаметром 8...10 мм. Размеры ячеек сетки могут быть 80...100 мм. В качестве наполнителей для бетонов применяют песок, гравий, шлак, битый кирпич и др.

Начало схватывания бетонной смеси после заливки фундамента происходит через несколько часов, полное затвердевание бетона — через 28 сут.

При определении глубины заложения фундаментов необходимо учитывать местные грунтовые условия. В зонах низких температур (Север и Восток) рекомендуется закладывать фундаменты под основное технологическое оборудование на глубину 2 м. В районах Северо-Запада и Центральной зоне страны глубина заложения должна быть не менее 1,5...1,6 м. В более благоприятных грунтово-климатических условиях фундаменты под машины можно закладывать на глубину 1,1...1,3 м.

Изготовленный фундамент сдают и принимают под монтаж оборудования с оформлением соответствующего акта между строительной и монтажной организациями с участием заказчика. К акту прилагается схема фундамента с указанием проектных и фактических расположений главных осей и размеров, размещения реперов и осевых планок, заделанных в бетон фундамента. Дополнительно может быть оформлен акт скрытых работ, например по виброзоляции, в соответствии с проектом.

## 5.2. ОРГАНИЗАЦИЯ МОНТАЖНЫХ РАБОТ

К началу монтажа оборудования должно быть полностью закончено строительство фундамента, его твердение до достижения необходимой прочности.

Помещение и фундаменты до начала монтажа освобождаются от строительных лесов и опалубки, очищаются от строительного мусора.

В зданиях (цехах), сдаваемых под монтаж оборудования, должны быть нанесены главные оси и высотные отметки.

При приемке фундамента необходимо проверить соответствие его формы проекту, состояние поверхности, соответствие проекту высотных отметок и основных размеров, точность расположения колодцев для анкерных болтов. Следует также проверить укомплектованность машины необходимым количеством анкерных болтов, наличие к ним гаек и шайб.

Оборудование принимается для монтажа по результатам внешнего осмотра без разборки, при этом проверяется:

комплектность машины по заводской спецификации, отправочным и упаковочным ведомостям;

отсутствие повреждений или поломок и прочих видимых дефектов;

наличие и готовность специального фундамента и приспособлений.

Поставляемые на предприятие машины должны сопровождаться необходимой технической и эксплуатационной документацией (техническое описание, инструкция по эксплуатации,

монтажу, регулированию, пуску и обкатке машины, ведомость запасных частей, инструмента и приспособлений).

Организация рабочего места монтажников оборудования должна включать оснащение необходимым грузоподъемным оборудованием, временной кабельной разводкой для подключения электропитания, обеспечение комплектом специального и типового инструмента, а также набором различного рода приспособлений. При организации рабочего места монтажников следует руководствоваться следующими основными правилами:

механизмы, приспособления, инструмент не должны загромождать рабочую зону, рабочие места, проходы и проезды;

на рабочих местах не должны находиться механизмы, материалы и инструмент, которые не применяются в данное время; рабочие места необходимо содержать в чистоте.

Для производства монтажных работ, кроме специального инструмента, придаваемого машине заводом-изготовителем, необходимо иметь набор подкладок, клиновой или винтовой домкрат, рамный уровень, комплект болтов М20.

Перемещение машины в пределах монтажной зоны, при отсутствии цехового крана соответствующей грузоподъемности, производят чаще всего с помощью лебедки. При этом под раму машины подводят и закрепляют деревянные полозья. Необходимое усилие для перемещения машины на полозьях рассчитывают по формуле

$$T = Q\mu,$$

где  $Q$  — масса перемещаемой машины, т;  $\mu$  — коэффициент трения скольжения древесины по поверхности перемещения (древесины по древесине без смазки  $\mu=0,5...0,6$ ; древесины по стали без смазки  $\mu=0,4...0,5$ ).

Если не позволяет грузоподъемное оборудование и отсутствуют условия для перемещения машины в сборе, то производят ее демонтаж, снимают разъемные узлы и детали.

**Основные требования к монтажу окорочных станков роторного типа** состоят в обеспечении совпадения направления продольных осей ротора станка, подающего и приемного конвейеров. Роторные станки ОК-63, ОК-80 устанавливаются на бетонном фундаменте, при этом высота расположения основания станка над полом должна быть не менее 2 м. Это необходимо для размещения под станком конвейеров уборки отходов.

Окорочные станки малых типоразмеров (ОК-40, ВК-16) могут устанавливаться как на бетонных, так и на деревянных основаниях. Уровень расположения основания рамы станка над полом цеха не должен быть менее 1,5 м.

Все подъемно-переместительные операции при монтаже окорочного станка выполняют строповкой строго по схемам, приведенным в инструкциях по монтажу окорочного станка.

После установки окорочного станка на окончательно затвердевший фундамент производится выверка в горизонтальной и вертикальной плоскостях окорочной головки, приемного и подающего вальцов механизма подачи. Базой выверки являются оси окорочной головки. В выверенном положении станка производят заливку раствором анкерных колодцев с анкерными болтами, подвешенными в отверстиях рамы.

Когда залитый раствор затвердеет, производят контрольную проверку установочных размеров и затяжку фундаментных болтов.

При подготовке станка к опробованию снимается антикоррозийное покрытие, после промывки и сушки механизмы станка покрываются тонким слоем масла. Проверяется состояние электроаппаратуры, изоляции проводки, величина сопротивления заземления, надежность крепления болтовых соединений, особенно крепления режущего инструмента, достаточность натяжения клиновременных и цепных передач, наличие масла в гидробаках механизмов смазки, кожухах зубчатых передач, демпферах подающего и приемного механизмов. Затем производится пробная обкатка станка на холостом ходу в течение 20...30 мин, во время которой проверяются направления вращения ротора, вальцов механизма подачи, отсутствие ненормального шума и стуков. После устранения обнаруженных недостатков станок запускается в обкатку на холостом ходу длительностью не менее 2 ч с периодической проверкой внешних показателей работы, нагрева подшипников ротора и других узлов. Избыточная температура при этом не должна превышать 50°C. Измеряется также мощность холостого хода ротора ваттметром или другими приборами. Отклонение от номинальной мощности не должно превышать 20 %. После обкатки станок испытывается под нагрузкой по режиму, предписанному инструкцией по эксплуатации.

**Монтаж корообдирочного барабана** начинется с установки на фундаменте опорно-упорной станции с выверкой ее положения по высоте и в плане. Цель выверки положения станции по высоте состоит в установке осей балансиров в одной (горизонтальной) плоскости. Это достигается путем нивелирования. Положение центра оси каждого балансира по вертикали фиксируется по отсчетам на нивелирной рейке. Отклонения размеров не должны превышать  $\pm 1$  мм. Положение опорно-упорной станции в плане выверяется стальной струной, натянутой через блок с грузом 10...15 кг. Струна должна совпадать с осью корообдирочного барабана. Выверка производится мером расстояний от отвесов, опущенных со струны, до центров осей балансиров. Отклонения размеров от номинального не должны превышать  $\pm 1$  мм.

Рама опорно-упорной станции после выверки окончательно крепится к фундаменту. Затем барабан в сборе устанавливается на роликоопоры и после выверки барабана по горизонтали

устанавливаются упорные ролики с зазором 3...5 мм между их поверхностью и торцовой частью бандажа.

Окончательная регулировка барабана опорными роликами проводится до тех пор, пока не будет наблюдаться перемещением барабана вдоль оси.

В результате выверок и регулировок пятно контакта опорных роликов с бандажами не должно быть менее 70 % всей поверхности качения бандажа.

Затем на фундамент устанавливают узел привода барабана с вводом в зацепление подвенцовкой шестерни с зубчатым венцом барабана. Регулирование зацепления производится перемещением узла привода совместно с рамой.

**Монтаж рубительной машины** ведется на окончательно затвердевшем фундаменте. Вначале устанавливают раму рубительной машины. При помощи подкладок обеспечивают приблизительный зазор между подошвой рамы и поверхностью фундамента (50 мм).

Перемещением рамы в горизонтальной плоскости устанавливают ее в положение, при котором отверстия под анкерные болты располагаются над центрами колодцев, сделанных в фундаменте для анкерных болтов. Фундаментные болты подвешивают в анкерные колодцы через отверстия в подошве рамы при помощи гаек и шайб. Для окончательной (точной) выверки положения рамы в горизонтальной плоскости в резьбовые отверстия подошвы рамы вворачивают установочные болты М20, а на фундаменте напротив каждого болта устанавливают опорные металлические подкладки.

Горизонтальность рамы выверяют вращением установочных болтов и контролем ее положения по уровню, приложенному к обработанной поверхности рамы.

После выверки горизонтальности рамы и изготовления контурной опалубки под раму подливают быстротвердеющий раствор цемента с одновременным тщательным заполнением этим раствором анкерных колодцев и всего пространства между фундаментом и рамой. Фундаментные болты затягивают только по окончании твердения раствора цемента.

Требуемый крутящий момент при затягивании фундаментных болтов зависит от их диаметра. Для фундаментных болтов, используемых при монтаже рубительных машин, рекомендуются следующие величины моментов:

Диаметр резьбы . . . . .	M20	M24	M30	M36	M42
Максимальный момент, Н·м . . . .	100	250	550	950	1 500

Затягивание фундаментных болтов производится равномерно, в два-три "обхода". При беспрокладочном монтаже вначале выполняют предварительное (частичное) затягивание до напряже-

ния 10...20 МПа, а затем, после достижения бетоном прочности не менее 70 % проектной, болты затягиваются окончательно.

Для предотвращения ослабления гаек и самоотвинчивания целесообразно применять стопорение гаек контргайками и стопорными шайбами. Далее приступают к монтажу узлов и деталей машины, которые предварительно промывают от защитного лака.

Особое внимание при монтаже узлов рубительной машины уделяют обеспечению параллельности плоскостей кромок контрножей и плоскости, в которой расположены режущие кромки ножей диска. Эту операцию выполняют перемещением корпуса заднего подшипника в горизонтальной плоскости винтами, а в вертикальной — подкладками. Прежде чем начинать выверку параллельности плоскости ножевого диска (кромок режущих ножей), необходимо провести ревизию установки каждого режущего ножа в посадочном кармане. С этой целью ослабляют шпильки крепления накладок, зажимающих ножи, последовательно каждый режущий нож извлекают из посадочного кармана для проведения контрольного замера калиброванной ширины ножа. При отклонении калиброванной ширины от номинальной необходимо внести соответствующие корректиры винтами, установленными в тыльной части ножа. Одновременно обследуется посадочный карман, при необходимости его очищают от металлической стружки и загрязнения.

Выверку параллельности плоскостей режущих кромок ножей диска и контрножей производят по наиболее выступающему ножу диска. Отклонение от параллельности допускается не более 0,6 мм в сторону увеличения зазора. Номинальный зазор между наиболее выступающими ножом диска и контрножами равен 0,5 мм, его замеряют в нижней части патрона.

При установке электродвигателя на раму следует произвести тщательную центровку валов электродвигателя и машины, регулирование производится перемещением электродвигателя. Расстояние между полумуфтами (монтажный зазор) при сборке муфты не должно превышать 2...5 мм.

Размещение электрошкафа, монтаж электрооборудования и его проверка должны производиться в соответствии с "Правилами устройства электроустановок" (ПЭУ). Направление вращения электродвигателя указывается на кожухе рубительной машины.

Для снижения воздействия шума на обслуживающий персонал рекомендуется пульт управления устанавливать на расстоянии 8...10 м от машины или изолировать машину.

Рама циклона, циклон и трубопроводы, соединяющие кожух машины с циклоном (для МР2-20 и МР3-40), специальные устройства для удаления щепы (для МР2-20Н и МР3-40Н) устанавливаются в соответствии с инструкциями и указаниями проектной организации. Максимальное удаление циклона от

рубительной машины: для МР2-20 6...8 м (при высоте расположения циклона не более 5 м), для МР3-40 10 м (при высоте циклона 3 м).

По завершении сборки, выверки и регулировки рубительной машины проводится ее обкатка по следующему режиму.

Нагрузка . . . . .	холостой ход	10 %	50 %	80 %	100 %
Продолжительность обкатки, ч	2,0	1,5	1,0	1,0	1,5

При подготовке рубительной машины к обкатке камеры подшипниковых опор заполняют смазкой, проверяют свободу вращения ножевого диска (вручную) на 1...2 оборота, проверяют правильность направления вращения ротора кратковременным включением электродвигателя.

В процессе обкатки периодически контролируют состояние подшипников (температуру, наличие течи смазки), проверяют зазоры между режущими ножами и контрножами, при необходимости подтягивают гайки и контргайки шпилек лицевых накладок ножевого диска, гайки винтовой системы регулирования положения контрножей.

Подтягивание резьбовых соединений следует производить в несколько приемов, переходя от одного болта к другому и возвращаясь затем для повторного подтягивания.

Это особенно важно для затягивания шпилек лицевых накладок ножевого диска, которые зажимают режущие ножи и должны обеспечивать симметричное действие усилий зажима во избежание просадки режущих ножей и деформации тыльных винтов и опорных колодок ножей.

В рубительных машинах, в которых механизмы резания и привод монтируются отдельно и не связаны общей рамой (МРН-40-1, МРН-30-1), требования к точности монтажа и выверке несколько выше.

Соосность валов ротора и электродвигателя проверяется по полумуфтам. Допускаемое радиальное смещение осей валов не должно превышать 0,15 мм. Смещение устраняется установкой прокладок под электродвигатель. Допускаемый перекос валов не превышает 1°.

После завершения монтажных работ, регулирования и обкатки рубительной машины составляется акт приемки машины в эксплуатацию, который составляется комиссией предприятия-заказчика, действующей на основании приказа по предприятию.

Наряду с рекомендацией о приемке машины в эксплуатацию в акте указываются замечания по качеству и точности монтажа, устанавливаются сроки устранения недостатков.

**Монтаж щепосортировочных установок** производят в строгом соответствии со сборочными и монтажными чертежами, а также техническим описанием и инструкцией по эксплуатации. Перед

установкой напольной щепосортировочной установки (СЩ-1М, СЩ-120) на фундамент нижние корпуса подшипников с вкладышами соединяют с верхними корпусами, закрепленными на ситовом коробе. Затем ситовой короб устанавливают на фундамент с таким расчетом, чтобы нижние корпуса подшипников разместились симметрично на фундаментных шинах. По отверстиям нижних корпусов делается разметка на фундаментных шинах и короб снимается с фундамента. Затем по разметке засверливаются отверстия, в которых нарезается резьба и закрепляются болтами нижние корпуса подшипников. Привод в сборе устанавливается на фундаментные шины и закрепляется болтами. После установки в нижние корпуса вкладышей с опорными шарами зажимают винтами вкладыши верхних корпусов и ситовый короб устанавливают на конус привода и опорные подшипники. Короб крепится к конусу. Пробное прорачивание короба производится вручную за противовес. При отсутствии стука в шаровых опорах приступают к установке средних секций сит и поддона, а также электродвигателя и ограждения. Щепосортировочная установка обкатывается на холостом ходу 3...5 мин без смазки шаровых опор. При отсутствии нехарактерных шумов и стука смазываются шаровые опоры и проверяется вспомогательное оборудование. В случае появления при обкатке нехарактерного шума или стука следует провести центровку шаровых опор и привода щепосортировочной установки. Для этого снимается средняя секция сита и поддон, сортировочный короб освобождается от привода. Вкладыши шаровых опор выпрессовываются и устанавливаются в верхних корпусах так, чтобы они выступали из корпуса на 15...20 мм. Ослабляются болты крепления привода и нижних шаровых опор. Короб ставится на конус так, чтобы все четыре (СЩ-1М) вкладыши одновременно входили в верхние и нижние корпуса шаровых опор. После этого нижние корпуса опор и привод затягиваются болтами и штифтуются, а все вкладыши ставятся на свои места. Балансировка сортировочного короба осуществляется перемещением контргруза эксцентрикового привода.

Монтаж подвесных щепосортировочных установок СЩ-70 и СЩ-140 не требует фундаментов и состоит в установке опор и балок, на которых подвешивается сортировочный короб. Балансировка короба производится также перемещением контргруза привода.

### 5.3. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ ОБОРУДОВАНИЯ

Техническое обслуживание и ремонт основного технологического оборудования включает комплекс мероприятий по поддержанию его в исправном и работоспособном состоянии.

В обязанности персонала, за которым закреплено техническое обслуживание, входит наблюдение за техническим состоянием узлов и деталей, износом функционируемых элементов оборудования.

Персонал, ответственный за техническое обслуживание оборудования, наблюдает за правильностью выполнения операторами правил эксплуатации машин, проводит плановые мероприятия по уходу за оборудованием, смазке, регулировке, профилактическому осмотру, ведет наблюдения за выполнением мероприятий, возложенных на операторов машин, изучает причины отказов, собирает информацию по наработке, составляет предварительные дефектные ведомости для проведения ремонта.

**Техническое обслуживание и ремонт окорочных станков роторного типа** состоит в реализации мероприятий по обеспечению работоспособности и эффективности работы в различных условиях эксплуатации.

Прежде всего окорочный станок должен проходить тщательную регулировку [18].

Требования, относящиеся к основным элементам станка, сводятся к следующему:

1. Рабочие кромки всех короснимателей должны:

располагаться по окружности на одинаковом расстоянии от центра ротора;

быть параллельными осям бревна;

находиться в одной плоскости вращения, т. е. не выступать по оси бревна относительно друг друга;

обеспечивать давление на поверхность бревна с одинаковым усилием, соответствующим физическому состоянию коры;

быть заточенными на одинаковый радиус закругления.

Основными причинами нарушения требований, относящихся к положению в пространстве рабочих кромок, являются деформация короснимателей, неправильная заточка кромок и смещение упоров кронштейнов. Для устранения этих нарушений дефектные коросниматели подвергаются правке и переточке. При смещении кронштейнов короснимателей вся система подлежит центровке. Для этой цели снимается крышка статора и освобождаются пружины короснимателей от натяжения. Центровка короснимателей выполняется при помощи панели-шаблона, изготовленного непосредственно на предприятии. В качестве материала для изготовления шаблона могут быть использованы лист многослойной фанеры или доски. Круг шаблона выпиливается по диаметру отверстия ротора. При установке рабочих кромок на круглый стержень шаблона у короснимателей, расположенных эксцентрично, образуется зазор между упором и кронштейном, а у короснимателей, смещенных далеко от центра ротора,— зазор между кромками и стержнем шаблона. Зазоры выбираются при помощи регулировочных винтов.

Для обеспечения одинакового усилия давления короснимателей на поверхность бревна вначале при помощи динамометра замеряют фактические усилия на каждом короснимателе. Для короснимателей с отклонениями величин усилий прежде всего выполняют регулировку, а при невозможности таковой заменяют пружины.

Заточка короснимателей под один радиус закругления достигается путем контроля правильности заточки кромок шаблоном.

2. Подающие и извлекающие вальцы должны надежно захватывать, подавать и удерживать бревна от биения во время окорки. При провороте окашиваемых бревен сила предварительного сжатия пружин должна быть увеличена. Чрезмерное затягивание пружин не допускается, особенно переднего блока, так как вальцы могут не раскрываться для захвата бревна. Если извлекающие вальцы сжаты недостаточно сильно, то коросниматели будут проворачивать бревна при выходе из станка.

3. Натяжение приводной цепи вальцов периодически проверяется. При износе звеньев цепь удлиняется и проскальзывает по звездочкам. Изношенную цепь следует отрегулировать или заменить.

4. Сила натяжения клиновых ремней должна быть достаточной, чтобы исключить пробуксовки, приводящие к нагреву ремней и уменьшению срока службы. Чрезмерное натяжение ремней также приводит к перегреву ремней и остаточным деформациям. Ремни могут пробуксовывать и при попадании на шкивы масла. В этом случае ремни надо снять, обезжирить и просушить, а шкивы протереть насухо.

5. В подшипнике не должно быть люфта. При его появлении производится регулировка. Для этого разводят подающие вальцы станка и открывают переднюю крышку статора, чтобы иметь свободный доступ к подшипнику ротора. Зазор в подшипнике устраивают регулировочной гайкой с зубчатым венцом.

6. Натяжение пружин качающихся роликов транспортера должно обеспечить вход бревен в станок без перекосов. Регулировку пружин следует производить по бревну среднего диаметра и длины.

Основные неисправности окорочных станков и способы их устранения представлены в табл. 5.1.

Техническое обслуживание корообдирочных барабанов. Безаварийная длительная эксплуатация корообдирочных барабанов может быть обеспечена организацией систематического контроля состояния основных узлов и технического обслуживания. Перед запуском барабана в работу осматривают соединительную муфту, зубчатую передачу, редуктор, подшипники, зазоры между корпусом барабана и загрузочным и разгрузочным устройством. При осмотре соединительной муфты проверяют затянутость болтов, соединяющих зубчатые полу-

## 5.1. Основные неисправности окорочных станков и способы их устранения

Неисправность	Причина неисправности	Способ устранения
Ротор медленно набирает обороты	Пробуксовка ремней на шкивах. Застыла смазка в подшипнике ротора	Подтянуть ремни
При включенном электродвигателе подачи вальцы не врачаются	Ослаблено натяжение или изношены звенья приводных цепей. Выкрошились зубья звездочек	Подтянуть или заменить цепь. Заменить звездочки
Слышен треск при работающем электродвигателе подачи:		
вальцы и фланцы не врачаются	Обрыв цепи. Вышли из зацепления шестерни	Заменить цепь, проверить и при необходимости заменить шестерни
вальцы не врачаются при вращении фланцев	Ослаблена затяжка муфты предельного момента	Отрегулировать муфту предельного момента
Сильное биение бревна при входе в станок	Недостаточно усилие прижима подающих вальцов	Увеличить прижим вальцов подачи
То же на выходе бревна из станка	То же у извлекающих вальцов	Увеличить прижим извлекающих вальцов
Бревно проворачивается во время окорки	Недостаточное усилие прижима подающих вальцов	Усилить прижим подающих и извлекающих вальцов
Бревна не попадают в центр окорочной головки	Пружины роликов конвейера не отрегулированы. Конвейер смещен относительно оси ротора	Отрегулировать натяжение пружин роликов. Установить конвейер строго по оси окорочной головки
Осевая качка ротора	Увеличился зазор в подшипнике ротора	Отрегулировать зазор в подшипнике
Нагрев подшипника ротора превышает допустимый	Пережим подшипника	Ослабить зажим подшипника
Масло не поступает по контрольной трубке	Засорение маслопровода. В маслопроводе образовалась воздушная пробка	Прокачать маслопроводы насосом
Коросниматели при подходе бревна не раскрываются	Не работает насос	Отремонтировать или заменить насос
На поверхности окоренного бревна остаются ворсистые винтообразные линии	Сильно затянуты пружины короснимателей. Разводные кромки короснимателей затуплены	Ослабить пружины короснимателей. Заточить разводные кромки короснимателей
Кора снимается винтообразными полосами	Концы рабочих кромок короснимателей заострены. Выкрошилась часть рабочей кромки	Переточить или заменить коросниматели.
	Перекошена рабочая кромка	Заменить или переточить коросниматель
	Усилия прижима короснимателей к поверхности бревна неодинаковы	Отрихтовать коросниматель
	Рабочие кромки короснимателей установлены на разных расстояниях от центра вращения	Замерить усилия прижима и отрегулировать
	Радиусы закругления кромок короснимателей разные	Отрегулировать положение короснимателей
		Переточить или заменить комплект короснимателей

муфты между собой, наличие течи масла из разъемов муфты или через уплотнения. В случае утечки масла необходимо заменить прокладку или уплотнение, заправить муфту свежим маслом. В упругих полумуфтах проверяется состояние пальцев и резиновых колец. Вышедшие из строя пальцы и изношенные кольца заменяются новыми. Проверяется наличие масла в редукторах, смазки зубчатого венца, подшипников, состояние болтовых соединений и сварных швов. При обнаружении трещин на сварочных швах, в том числе на швах крепления ножей, следует немедленно наложить сварные швы на дефектные участки.

При использовании в корообдирочных барабанах теплогенераторов для подогрева обрабатываемого сырья в регламент технического обслуживания необходимо вводить мероприятия, касающиеся настройки, регулирования и обслуживания теплогенераторов. Важнейшими условиями безаварийной, эффективной работы теплогенератора являются строгое соблюдение последовательности выполнения операций запуска генератора, поддержание паспортных режимов его работы. Необходимо следить за тем, чтобы давление в топливной системе не выходило за пределы 0,5...2,0 МПа. При неполном сгорании топлива (признак — появление дыма) необходимо уменьшить подачу топлива в форсунку или увеличить расход воздуха. В случае срыва факела пламени во время работы или невоспламенения топлива при пуске, прежде чем сделать повторное зажигание, необходимо убедиться в отсутствии топлива в камере сгорания. При наличии топлива камеру следует продуть воздухом перед пуском при полностью открытой дроссельной заслонке вентилятора и выключенном топливном насосе.

В случае применения в корообдирочных барабанах тепловой обработки древесины паром используются встроенные котельные установки КВ-100, КВ-200 и КВ-300. Монтаж, техническое обслуживание, пуск в эксплуатацию и контроль за работой котлов осуществляются в строгом соответствии с заводскими инструкциями.

**Техническое обслуживание и ремонт рубительных машин.** Основные узлы рубильных машин — подшипниковые опоры, ножевой диск, режущие ножи, контрножи и привод нуждаются в систематическом техническом обслуживании и ремонте.

Обслуживание подшипниковых опор состоит в периодической замене (через каждые 1 200 ч работы) смазки в корпусах подшипников и контроле зазоров. Подшипники вала ножевого диска смазываются жировым солидолом марки Ж по ГОСТ 1033—79. Полости корпусов подшипников перед смазкой полностью очищаются от устаревшего солидола и заполняются свежей смазкой на 1/2...2/3 объема свободного пространства полости.

Необходимо периодически контролировать зазоры в подшипниках. Радиальный зазор должен быть не более 0,1 мм. В случае, если в подшипниках имеет место увеличенный радиальный зазор, необходимо соответственно увеличить зазор между режущими ножами диска и контрножами патрона.

Особо тщательного обслуживания требует основной рабочий орган рубительной машины — ножевой диск, так как от эффективности его работы зависит не только производительность машины, но и качество получаемой технологической щепы.

Систематического тщательного контроля и ухода требуют поверхности сопряжения режущих ножей, накладок и подкладок. Наличие грязи, мусора между зажимными поверхностями накладок и подкладок приводит к недостаточно надежному зажиму ножей, их просадке в карманах и, как следствие, к повреждению кромок геликоидальных накладок.

Чтобы исключить такие явления, необходимо периодически снимать накладки и производить счистку и промывку растворителем поверхностей сопряжения накладок и подкладок.

Недопустимо наличие зазоров в местах сопряжения накладок и подкладок с режущими ножами (со стороны режущих кромок), так как это влечет за собой напрессовывание мусора и древесных частиц в эти зазоры и, как следствие, деформирование и порчу кромок накладок и подкладок.

Рабочие поверхности геликоидальных накладок также нуждаются в периодической очистке от засмола с помощью растворителя. Кроме этого, необходимо следить за появлением на кромках геликоидальных накладок забоин и заусенцев, производить своевременную их зачистку. Замена комплекта геликоидальных накладок и подкладок производится через 4500 ч работы машины.

К операциям технического обслуживания рубительных машин относится также замена режущих ножей диска и контрножей патрона. Рекомендуется замену режущих ножей производить не реже чем через 6...7 ч работы машины. Признаком затупления ножей служат снижение качества щепы, появление глухих ударов ножей по древесине, увеличение потребляемой мощности, ухудшение затягивания древесины в процессе рубки.

Комплект режущих ножей, подготовленный к установке на ножевой диск, должен быть заточен на ножеточном станке с использованием специального приспособления, поставляемого заводом вместе с рубительной машиной.

Установочная ширина каждого режущего ножа должна быть скалибрована при помощи винтов и подкладок на соответствующий размер. Для рубительных машин МРНП-30, МРНП-10, МРНП-30-1, МРНП-10-1, МР2-20, МР3-40Н этот размер составляет 88+0,1 мм.

Наличие переменного угла заточки режущих ножей рубительных машин с геликоидальным диском является строго обязательным.

На основных типах рубительных машин ножи заменяются в такой последовательности:

отключают электродвигатель и, дождавшись полной остановки ножевого диска, открывают левый сектор кожуха диска;

поворачивая диск вручную, устанавливают его в положение, при котором одна из накладок оказалась в удобном для замены ножа положении и включают тормоз;

отворачивают на 2...3 оборота гайки шпилек накладки, расположенные на задней поверхности диска, и ударом через деревянную подкладку по шпильке или гайке подают накладку вперед, освободив от зажима режущий нож;

снимают затупленный нож и тщательно очищают посадочное место между накладкой и подкладкой;

устанавливают заточенный нож на место снятого затупленного ножа, задняя фаска (поверхность заточки) ножа при этом должна быть заподлицо с поверхностью накладки или выступать на величину не более 0,4 мм;

затягивают гайку шпилек до упора;

отключают тормоз и поворачивают диск в положение для замены очередного ножа;

после замены всего комплекта ножей поворачивают диск вручную на 1...2 оборота для проверки свободы его вращения и в случае задевания ножей диска за контроны устраниют причину.

Торцевое биение ножей диска не должно превышать 0,5 мм. После замены ножей крышки люков закрываются.

При замене режущих ножей следует обратить внимание на состояние тыльных пластин, подкладок на них, образующих калибровочный размер. При необходимости их следует заменить. Контроны рубительных машин заменяют через 400...500 ч работы машины.

При переработке древесины, загрязненной абразивом (песком, грунтом и др.), срок службы контроны сокращается. Показателем затупления рабочих кромок контроны служит появление мятых частиц щепы, отбивание режущими ножами древесины во время рубки ("подпрыгивание" древесины в патроне).

После замены контроны в обязательном порядке выверяется зазор между наиболее выступающим режущим ножом и контроны в нижней точке патрона. Зазор должен быть равен 0,5 мм. Отклонение от этой величины зазора по другим режущим ножам допускается в сторону увеличения не более 1,0 мм.

Важнейшей операцией подготовки инструмента к работе является заточка режущих ножей. Для заточки используются ножеточные станки типа ВЗ-173. На поворотном столе станка

устанавливается специальное приспособление, которым комплектуется рубительная машина при поставке заводом-изготовителем. В приспособление для заточки устанавливаются одновременно два режущих ножа. При зажиме ножей в приспособлении они (каждый отдельно) прижимаются к скошенным брускам и принимают пропеллерообразную (геликоидальную) форму. Зазор между поверхностью ножей и брусков не допускается. Поворотный стол станка устанавливается на требуемый угол заточки ножа, который указывается в чертеже на приспособление. Снятый после заточки нож обязательно контролируется на прямолинейность режущей кромки и правильность сформированных при заточке углов. Непрямолинейность режущей кромки после заточки допускается не более 0,2 мм. Затем режущие кромки ножей заправляются мелкозернистым бруском.

Подготовка ножей заканчивается калиброванием их установочного размера (ширины). Для этой цели с помощью измерительного калибра и прокладок под планки ножей добиваются требуемого размера между режущей кромкой ножа и опорными планками, установленными на тыльной части ножа.

В процессе эксплуатации рубительных машин могут возникнуть неисправности, вызванные износом деталей, нарушением регулировок, неправильным техническим обслуживанием и режимом эксплуатации. Из широкого перечня возможных неисправностей ниже приведены наиболее характерные и имеющие наибольшую повторяемость (табл. 5.2).

Для увеличения срока службы, сокращения простоев рубительных машин необходимо своевременное восстановление изношенных и поврежденных деталей. Современная ремонтная служба лесозаготовительных и лесопильно-деревообрабатывающих предприятий располагает многими способами восстановления деталей, обеспечивающими достаточно высокую долговечность их службы. Надежность отремонтированных деталей и узлов рубительных машин может быть достигнута за счет улучшения технологии, повышения уровня организации и специализации ремонтного производства.

Все виды износов и дефектов, имеющие место в рубительных машинах, можно разделить на две основные группы: естественные и аварийные. К износам естественным относятся медленно нарастающие износы и дефекты, которые являются следствием длительной работы сил трения и действия других факторов. Эти условия характеризуются соблюдением требований технического ухода и нормальных режимов эксплуатации.

Износы и дефекты, нарастающие быстро и наблюдаемые даже после непродолжительной работы, являясь результатом неправильного технического ухода за машиной и форсированных режимов эксплуатации, относятся к аварийным видам износа.

## 5.2. Основные неисправности рубительных машин и способы их устранения

Неисправность	Причина неисправности	Способ устранения
При пуске машины слышен ненормальный шум в виде ритмичных ударов или стука При работе машины на холостом ходу слышен посторонний стук	Внутрь кожуха попали посторонние предметы. Погнут, помят или смещён кожух диска Ножи диска задеваю за контргижи	Удалить посторонние предметы Выправить или поставить на место кожух Остановить машину. Прокручивая диск вручную, найти ножи, задевающие за контргижи, снять их и проверить установочную ширину, при необходимости заменить Уменьшить интенсивность загрузки, сократить подачу древесины максимального сечения
Перегревается электродвигатель	В рубильную машину непрерывно подается большое количество древесины максимального сечения Отсутствие напряжения на одной из фаз электропитания	Найти и устраниить разрыв цепи
Электродвигатель при пуске гудит, ротор не вращается	Забит щепой кожух ножевого диска или полость ножевого барабана Сработала система защиты в результате перегрузки электродвигателя	Открыть люки и полностью удалить щепу
Отключился электродвигатель привода		Вызвать дежурного электрика Не допускать перегрузку рубильной машины подачей крупномерного сырья
Повышенный нагрев подшипников	Нарушена центровка валов электродвигателя и ножевого диска Не соблюдаются требования по смазке подшипников	Проверить центровку, устранить несоосность
Стук в соединительной муфте привода	Нарушена балансировка ножевого диска	Проверить количество и качество смазки в полостях корпусов подшипников, при необходимости заменить смазку или дополнить
Стук в подшипнике	Выходит строя подшипника Изношены упругие элементы на пальцах муфты Перекос полурамы	Проверить балансировку диска Сбалансировать попарно комплект режущих ножей Заменить подшипник Заменить упругие элементы
После выключения электродвигателя и включения тормоза ножевой диск продолжает вращаться более 1 мин	Механическое повреждение подшипника Не отрегулирован тормоз Попадание смазки на тормозные элементы Износились тормозные колодки или лента	Произвести центровку валов машины и электродвигателя и установить необходимый зазор между полурамами Заменить подшипник
		Отрегулировать тормоз Промыть трения элементы бензином Заменить износившиеся детали тормоза

Неисправность	Причина неисправности	Способ устранения
Забит трубопровод и кожух ножевого диска щепой	Недостаточные размеры проема в фундаменте (для машин с нижним выбросом щепы) Недостаточная скорость транспортера уборки щепы из-под машины Высота установки циклона превышает допустимые размеры Повышенное сопротивление установленного циклона Затупились режущие ножи	Привести размеры проема в соответствие с проектными Увеличить скорость транспортера до проектной Привести высоту расположения циклона в соответствие с рекомендациями Установить циклон согласно условиям работы Установить комплект заточенных ножей Проверить величину заднего угла, при необходимости переточить ножи, увеличив задний угол
Плохо затягивается перерабатываемая древесина режущими ножами	Мал задний угол ножей	Установить режущие ножи выше поверхности накладок на 0,5...0,7 мм
Режущие ножи быстро тупятся	Накладки диска выступают над плоскостью режущих ножей (западание ножей) Перегрев ножей во время заточки	Проверить твердость ножей. Следить за тем, чтобы режимы заточки соответствовали рекомендуемым при обильном смачивании охлаждающей жидкостью
Выкрошены лезвия режущих ножей	Низкое качество ножей	Проверить твердость ножей, при необходимости заменить
Подбрасывание древесины в патроне и вылет кусков древесины из патрона	Вместе с древесиной попадает большое количество абразива или других твердых предметов Попадание вместе с сырьем металлических предметов	Не допускать переработку загрязненного сырья, попадания мусора в машину
Образование в щепе повышенного количества мелочи	Увеличен зазор между режущими ножами и контрножами Затуплены рабочие кромки контрножей Затупились режущие ножи Угол заточки не соответствует породе и температурно-влажностному состоянию древесины Отклонение лезвия режущих ножей от плоскости резания Недостаточное расстояние между лезвиями режущих ножей и подножевыми пластинами	Установить металлоискатель или исключить попадание металлических предметов в машину Отрегулировать зазор Заточить или заменить контрножи Заменить режущие ножи Угол заточки привести в соответствие с состоянием древесины Установить лезвия режущих ножей строго в одной плоскости Увеличить расстояние между лезвиями ножей и подножевыми пластинами

Неисправность	Причина неисправности	Способ устранения
Образование в щепе повышенного количества мелочи	Задние углы режущих ножей больше задних углов накладок	Проверить углы заточки режущих ножей, при необходимости заменить ножи
Повышенное количество крупных частиц в щепе	Затупились кромки подножевых пластин Увеличен задний угол ножей диска	Снять подножевые пластины, заточить кромки Проверить задний угол при необходимости произвести замену или переточку комплекта ножей
Повышенное механическое повреждение срезов частиц щепы	Радиус затупления рабочих кромок контрножей превышает 3...5 мм Деформированы, забиты или изношены накладки диска	Заточить или заменить контрножи Заменить накладки
Между режущими ножами, подножевыми пластинами и накладками запрессовывается древесная пыль, мусор и смола	Малое расстояние между лезвиями режущих ножей и кромками подножевых пластин Велик угол заточки подножевых пластин Детали крепления плохо затянуты или деформированы	Увеличить расстояние между лезвиями режущих ножей и кромками подножевых пластин Переточить углы заточки пластин до величины 30...45° Очистить от мусора и смолы поверхности на-кладок и подкладок, при необходимости отрихтовать их кромки. После установки затянуть гайки шпилек с необходимым усилием

В рубительных машинах наибольшему естественному износу подвергаются износные листы и стенки патрона, лицевая поверхность геликоидальных накладок, поверхности подножевых щелей ножевого диска, рабочая поверхность лопастей, установленных на диске, обечайка и боковые листы кожуха (корпуса) ножевого диска, стенки патрубка и трубопровода для удаления щепы, элементы упругой муфты привода, подшипники и другие узлы и детали.

Аварийному износу и разрушению могут подвергаться практически все перечисленные детали и узлы рубительной машины. Такого вида износ является следствием нарушения режима эксплуатации рубительной машины, переработки загрязненного сырья, работы при сильно затупленных режущих ножах и контрножах, при нарушении зазоров между режущими ножами и контрножами, недостаточной затяжке шпилек накладок, из-за чего имеет место просадка режущих ножей и ударное воздей-

ствие на древесину кромок геликоидальных накладок и целый ряд других причин.

При обнаружении аварийного износа очень важно своевременно приостановить процесс и принять все необходимые меры, чтобы износ не перешел допустимые пределы, и деталь могла быть восстановлена путем ремонта.

Однако не все изношенные детали и узлы рубительных машин могут быть отремонтированы в условиях предприятий, где эксплуатируется рубительная машина. Такие детали, как накладки ножевого диска, не следует восстанавливать местными средствами, их целесообразно заменять на детали, изготовленные в условиях завода, так как обработка геликоидальной (лицевой) поверхности накладок требует специальных приспособлений.

В технологии ремонта применяются в основном два способа восстановления деталей: с изменением первоначальных (номинальных) размеров и без изменения их. При проведении ремонта рубительных машин наиболее распространен способ, при котором первоначальные размеры изменяются.

При этом способе восстановление осуществляется за счет увеличения или уменьшения размеров посадочных мест деталей. У посадочного места в данном случае поправляется геометрическая форма и восстанавливается необходимая степень чистоты поверхности путем рассверливания, растачивания, развертывания или шлифования. На сопрягаемую (присоединительную) деталь наращивают слой металла с припуском на последующую обработку. Обработку присоединительной детали ведут согласно геометрической форме и размерам посадочного места.

Вопрос о том, какая из деталей (посадочная или присоединительная) должна наращиваться металлом и обрабатываться, целесообразно решить исходя из их состояния, технологичности обработки той или другой детали.

Для восстановления первоначальных размеров и формы деталей рубительных машин применяют газоплазменную и электродувную наплавку, а также напыление металла. Газоплазменная наплавка применяется для восстановления деталей, изготовленных из листовой стали, таких, как кожух ножевого диска, патрубок и трубопроводы для удаления щепы, лопасти ножевого диска, износные листы, стенки патрона и др. При этом способе ремонта на изношенную поверхность или дефектное место наносят расплавленный слой металла, например самофлюсующийся хромобороникелевый сплав СНГН. Металл наносится с помощью газоплазменной установки УПН-8 или плазменной установки УМП-5. Охлажденный слой металла затем обрабатывается до получения необходимых размеров и качества поверхности.

Электродуговая наплавка применяется для восстановления стальных деталей всех классов. После наплавки поверхность

обрабатывают абразивными кругами, устранив трещины, вмятины и другие дефекты. Перед наплавкой деталь прогревают пламенем паяльной лампы (при небольших размерах детали—в нагревательной печи) для обезжиривания и предотвращения появления трещин при остывании.

При ремонте деталей из высокоуглеродистой стали прогрев обязателен. Тип электрода для наплавки выбирается в зависимости от требуемых свойств вновь образуемой поверхности.

Для деталей, работающих в условиях интенсивного трения и абразивного воздействия (подножевые щели, износные листы, контроночи и др.), рекомендуются следующие типы и марки наплавочных электродов (по ГОСТ 10051—75):

	Марка	Твердость, HRC (после термообработки)
Э-80 × 4С . . . . .	13АН (ЛИВТ)	56...60
Э-320 × 23С2ГР . . . . .	T-620	55...60
Э-320 × 25С2ГР . . . . .	T-590	57...63
Э-350 × 26Г2Р2СТ . . . . .	X-5	58...63

Детали рубительных машин, работающие в условиях ударных нагрузок (валы, оси, муфты и др.), рекомендуется наплавлять электродами следующих типов: Э-10Г2 (марка ОЗН-250У), Э-11Г3 (марка ОЗН-300У), Э-12Г4 (марка ОЗН-350У) и Э-1575 (марка ОЗН-400У).

Наплавленный слой обрабатывают до получения нужного размера и качества поверхности. При этом необходимо учитывать, что наплавленные поверхности в ряде случаев обладают низкой обрабатываемостью.

При ремонте больших поверхностей, например износных листов, обечайек и стенок кожуха рубительной машины, целесообразно применять автоматическую наплавку металла под флюсом. Этот способ требует специального сварочного оборудования, где используется непрерывная наплавочная проволока марки Нп. Обмазка электрода в данном случае заменяется подачей в зону сварки слоя флюса.

Изношенные детали могут восстанавливаться путем напыления металла (металлизации). Технология напыления состоит в том, что расплавленный, например, током высокой частоты металл струей воздуха распыляется на мельчайшие частицы, которые с большой скоростью переносятся на восстанавливаемую поверхность детали. Для металлизации, кроме высокочастотных, применяют также электродуговые металлизаторы. Перед восстановлением поверхность детали очищают и придают ей некоторую шероховатость для лучшего удержания напыленного слоя. При напылении деталей вращения в процессе металлизации их врачают с частотой 30...40 мин<sup>-1</sup>, укрепив, например, в патроне токарного

станка. Толщина напыленного слоя не должна превышать 5 мм. Обработка напыленного слоя проводится обычными способами, в том числе точением.

Для ремонта корпусных чугунных деталей рубительных машин—рамы и корпусов подшипников (в машинах МРНП-30, МРНП-10, МРГ-20 и МРГ-40), крышки верхней, крышки торцовой, корпуса и др. (в машинах МРНП-30-1, МРНП-10-1, МРНП-40-1), имеющих трещины, сколы, обломы, пробоины, применяют различные методы. Сварка чугунных деталей при общем или местном их нагреве дает хорошие результаты. Но нагрев деталей, особенно крупногабаритных (рамы, корпуса), усложняет технологический процесс и требует дополнительного оборудования. Поэтому более рациональным является метод холодной сварки чугуна. Важнейшей технологической операцией ремонта чугунных корпусных деталей является заварка трещин. Подготовительные операции заключаются в общей очистке корпусной детали от разного рода загрязнений, промывке горячей водой и просушке. Дефектные места отмечают мелом или краской, не закрашивая их.

Трещину расфасовывают под углом 120° на глубину 3...5 мм и по ее концам делают сверление отверстия диаметром 3...5 мм. Фаски и кромки трещин снимают вручную при помощи зубила и молотка или наждачным кругом с приводом от пневматической зачистной машинки или электрической с гибким приводным валом. Место вокруг трещины очищают от ржавчины.

При выборе электродов для холодной заварки трещин руководствуются необходимостью последующей механической обработки шва.

Холодная заварка трещин может быть выполнена одним из следующих способов, исходя из практических возможностей предприятия.

1. Сварка электродами ЦЧ-4 диаметром 3...4 мм ведется на постоянном токе 120...150 А, напряжением 20 В. Для улучшения механической обработки мест сварки наплавку кромок разделанной канавки трещины рекомендуется производить электродами ЦЧ-4 при прямой полярности, а заполнение впадины — электродами УОНИ-13/45-ЭЧ2А-4-Ф, при обратной полярности (+ на электроде) без переноса дуги на основной металл. Сварку производят участками 30...60 мм с проковываниями наплавленного металла легкими ударами молотка.

Возобновлять сварку можно только после охлаждения шва до температуры 50...60 °С. Для холодной сварки чугуна успешно могут быть применены также электроды ЦЧ-ЗА и ЦН-ЗА.

2. Сварку электродами ОЗЧ-1, ОЗЧ-2 с использованием постоянного тока обратной полярности, напряжением 20 В, ведут предельно короткой дугой, участками 30..60 мм с тщательной проковкой каждого шва сразу же после обрыва дуги. Продолжать сварку можно только после охлаждения шва до температуры 50...60 °С. Наплавленный этими электродами ме-

талл хорошо обрабатывается. Электроды ОЗЧ-2 обеспечивают хорошее формирование шва, легкую отделяемость шлаковой корки. Благодаря составу электродов ОЗЧ-2 (сплав 90 % меди и 10 % железа) наплавленный ими металл обладает высокой плотностью, пластичностью и прочностью.

Временное сопротивление на растяжение сварного соединения составляет  $226 \cdot 10^6 \dots 254 \cdot 10^6$  Па, при этом сварные образцы, изготовленные из чугуна Сч24-44, разрушаются по основному металлу.

Рекомендуются следующие режимы сварки электродами ОЗЧ-2:

Диаметр электрода, мм . . . . .	3	4	5	6
Сила тока, А . . . . .	90...100	120...150	160...180	190...220

При сварке обрабатываемых поверхностей электроды ОЗЧ-2 могут применяться в сочетании с электродами МНЧ-2.

3. Сварка с помощью природного газа ведется без предварительного подогрева, но с последующим остыванием в копильнике для уменьшения скорости остывания шва и предотвращения образования в нем трещин.

Для сварки используют ацетилено-кислородную горелку. Инжектор у наконечника рекомендуется ставить на один номер больше (например, наконечник № 3 — инжектор от наконечника № 4). В качестве присадочного материала используется чугунный пруток марки А диаметром 6...10 мм и более, состоящий из прокаленной буры или из 23 % прокаленной буры, 27 % безводного углекислого натрия и 50 % азотнокислого натрия.

В практике ремонта корпусных деталей часто применяют эпоксидные составы для устранения трещин и пробоин (в ненагруженных местах), коррозионных раковин, ослабления в результате износа неподвижных сопряжений, например корпус — подшипник, подшипник — вал, ослабления износа или повреждения резьбовых соединений, износа поверхности отверстия.

Технология и последовательность ремонта эпоксидными составами следующая:

очищают поверхности от загрязнения, коррозии и краски, защищают до металлического блеска;

обезжиривают защищенные поверхности ацетоном кистью или щеткой;

приготавливают состав по следующему рецепту (компоненты даны в весовых единицах): на 100 частей эпоксидной смолы ЭД-6 добавляется 15 частей дибутилфталата, 10 частей полиэтиленполиамида и 160 частей железного порошка. Вместо железного порошка, в зависимости от характера повреждения, можно добавлять алюминиевую пудру — 25 частей или цемент 120 частей. Наполнители должны быть хорошо просушенны при температуре 100...120° в течение 2...3 ч, полиэтиленполиамид

выпарен при 110...115 °С в течение 3 ч. Эпоксидную смолу вместе с тарой разогревают в термошкафу или баке с горячей водой при температуре 60...80 °С в течение 15 мин и отбирают необходимое количество в ванночку. Пластификатор — дибутилфталат — добавляют небольшими порциями, тщательно перемешивая смесь в течение 8...10 мин. Отвердитель — полиэтиленполиамид — также добавляют небольшими порциями и перемешивают;

наносят состав на подготовленные поверхности шпателем ровным слоем;

состав отверждается при температуре воздуха 18...20 °С в течение 2 сут;

производят механическую обработку, включая очистку от подтеков и наплывов состава, опиловку, обточку, шлифование и др.

#### 5.4. ПОДГОТОВКА И ЭКСПЛУАТАЦИЯ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

Качество подготовки режущего инструмента в значительной степени определяет эффективность эксплуатации оборудования.

К основным видам инструмента, используемого в системах машин для переработки низкокачественной древесины и древесных отходов, относятся коросниматели роторных окорочных станков, режущие ножи и контрножи рубительных машин.

Режущий инструмент должен отвечать следующим основным требованиям: достаточной сопротивляемостью износу в различных условиях эксплуатации, высокой прочностью и сопротивляемостью выкрашиванию режущей части, хорошей обрабатываемостью и способностью затачивания, обеспечивающей необходимую остроту режущих кромок.

В связи с этим для изготовления режущего инструмента используют углеродистые и легированные стали, применяют различные способы упрочнения рабочих кромок.

**Подготовка режущего инструмента роторных окорочных станков.** В процессе эксплуатации окорочных станков необходим систематический контроль состояния короснимателей, надрезателей и зачистных ножей, восстановление геометрических параметров, упрочнение и заточка режущих кромок.

Для этой цели используют несколько способов. Наибольшее распространение получили наплавка, напайка твердосплавных пластин, а также приварка прутков и пластинок к короснимателям.

Восстановительная наплавка короснимателей имеет высокую экономическую эффективность, так как при относительно небольших затратах рабочие кромки приобретают высокую твердость и износстойкость.

Наплавка ведется двумя способами сварки: дуговой и газовой (ацетилено-кислородной).

Преимущество газовой наплавки состоит в более плавном, медленном нагреве металла. На практике для наплавки рабочих кромок используют материалы Т-590, Т-620, Э60М, ЭН-60, ЦИ-1М, ОЗИ-1 (электроды): В2К, АЗК (стеллит) и ЦС-1, ЦС-2 (сормайт). Наплавку производят на специальном приспособлении, фиксирующем коросниматели в определенном положении.

Подготовка инструмента к наплавке состоит в предварительной холодной рихтовке с выверкой формы короснимателя по приспособлению и зачистке места под наплавку. При обработке места под наплавку используют простейшие заточные станки. Острые кромки инструмента следует притупить, чтобы избежать подгорания металла. Высота наплавленного металла должна быть выше на 2...3 мм передней плоскости короснимателя. Это превышение необходимо для получения при окончательной обработке чистой передней грани рабочей кромки. Наплавка рабочей кромки должна быть однородной и не иметь трещин. Контур наплавленного металла должен иметь минимальные припуски. Для этой цели наплавку рекомендуется делать в зажатой тисками форме, изготавляемой из красной меди, бронзы или графита.

При наплавке стеллита или сормайта после предварительного нагрева место под наплавку тщательно очищают от окалины. Наплавляют ацетилено-кислородной горелкой. Подготовленную поверхность нагревают до признаков оплавления (650...750 °C) и затем производят наплавку. При наплавке сормайта используют прутки диаметром 3...4 мм, а стеллита — 5...6 мм. При расплавлении прутка сормайта необходимо следить, чтобы толщина наплавляемого слоя не превышала 1,5...2 мм. Выравнивание производят острием пламени. Вслед за первым слоем наплавляют последующие так, чтобы общая толщина наплавленного металла не превышала 7...10 мм.

При предварительном подогреве поверхности и в процессе наплавки пламя направляют вдоль наплавки под углом 0,5...1,0 рад к плоскости. Окончательная обработка состоит в равномерном прогреве наплавленного участка до температуры 550...600 °C и последующем охлаждении в теплом песке.

Наплавку кромок электродами Э-60М и ЭН-60 производят электродуговым способом (сила тока 80...100 А). После наплавки инструмент очищают от брызг и шлака, а затем проводят термообработку. Рекомендуется следующий режим термообработки:

нагрев рабочей кромки до температуры 740...750 °C с последующей выдержкой при этой температуре в течение 1...1,5 ч;

медленное охлаждение до температуры 500...600 °C;

охлаждение при температуре окружающего воздуха.

Твердость державки должна быть 45...50 HRC, а наплавленной части — 54...58 HRC.

Наплавка титановыми электродами Т-540, Т-590 и Т-620 производится электродуговым способом (сила тока постоянного или переменного) 220...250 А при диаметре электрода 4 мм и 250...280 А— при диаметре 5 мм. Перед наплавкой титановыми электродами рабочую кромку короснимателей подогревают до температуры 400...500°С газовой горелкой или в печи. Отпуск наплавленной части инструмента производится нагревом до температуры 550...600°С с последующим охлаждением в горячем песке.

Геометрию рабочих кромок на ряде предприятий восстанавливают путем наварки прутков сормайта № 1, 2 диаметром 8...10 мм или пластин из быстрорежущей стали Р9, Р18 сечением 8×10 мм. Прутки и пластины приваривают к державке инструмента сварочными электродами УОНИ диаметром 4...5 мм. После приварки инструмент медленно охлаждают в песке. Этот способ восстановления используется преимущественно в летнее время.

После наплавки и термообработки рабочую кромку инструмента затачивают на заточных станках с одним или двумя заточными станками. На предприятиях для комплексной заточки короснимателей переоборудуют заточные станки ВЗ-173, ТчПН.

Для индивидуальной комплектной заточки короснимателей ЦНИИМЭ совместно с Кировским станкозаводом разработан и готовится к серийному выпуску заточный станок ТчНК.

При подготовке короснимателей весьма важной операцией является контроль геометрических параметров короснимателей. Для этой цели используют специальное приспособление, разработанное ЦНИИМОДом, которое позволяет контролировать длину, погнутость короснимателя, параллельность рабочей кромки, передний угол и угол заточки. Приспособление состоит из основания, оси, угломера, стойки и контрольного валика. Для определения погнутости коросниматель устанавливают на ось и закрепляют зажимным устройством. Рабочую кромку короснимателя подводят к поверхности контрольного валика, который имеет продольные и поперечные риски. При правильной геометрической форме рабочая кромка короснимателей должна находиться между средними поперечными рисками и быть параллельной продольной риске. Отклонения допускаются не более ±1,5 мм.

**Подготовка режущего инструмента рубительных машин.** В состав режущего инструмента рубительных машин входят режущие ножи, резцы, стружколоматели и контргижи.

Ножи, резцы и стружколоматели являются активным инструментом, так как они непосредственно участвуют в формировании элементов щепы и размещаются на вращающихся рабочих органах рубительных машин.

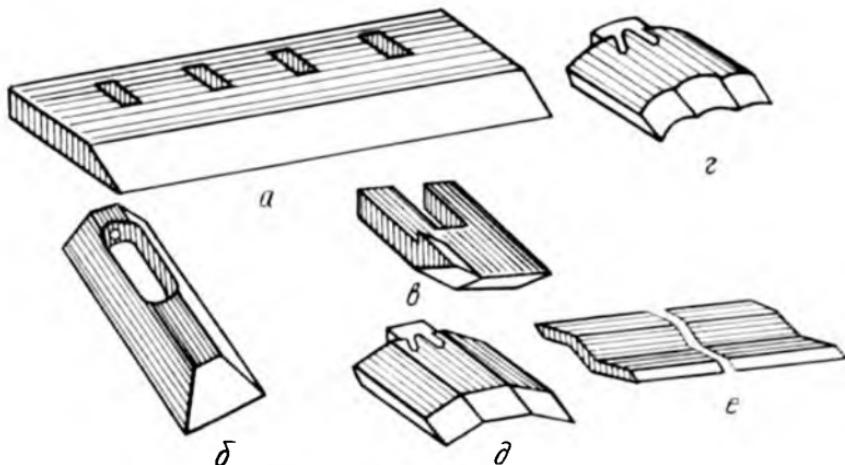


Рис. 5.1. Виды режущего инструмента рубительных машин:

*а* — нож; *б* — резец дисковой рубительной машины; *в* — резец конической рубительной машины;  
*г* — резец овальный барабанной рубительной машины; *д* — резец коробчатой формы; *е* — z-образный режущий элемент

Контрножи не участвуют в формировании щепы, а служат опорным элементом для перерабатываемой древесины. Их крепят на неподвижные загрузочные устройства (патроны) со стороны, обращенной к рабочему органу.

Режущий инструмент характеризуется назначением, формой, размерами, геометрией режущей части, типом материала, из которого он изготовлен, твердостью режущей части и другими показателями.

Режущие ножи (рис. 5.1, *а*) рубительных машин представляют собой стальные пластины, чаще плоские с прямолинейными лезвиями, сформированными односторонней заточкой пластины. Длина ножа определяется максимальным сечением перерабатываемого сырья.

Резцы имеют различную форму — кольцевую, трапецеидальную, z-образную и др. (рис. 5.1).

Режущий инструмент рубительных машин эксплуатируется в условиях высоких динамических нагрузок, подвергается интенсивному истиранию от взаимодействия с древесиной, испытывает абразивное воздействие минеральных частиц. Лезвия рубительных ножей во время работы испытывают нагрузки со стороны древесины, достигающие 70...90 Н/мм.

Износ ножей проявляется в увеличении радиуса закругления лезвий и кромок, возрастают усилия резания и потребления энергии, а также ухудшается качество щепы за счет увеличения количества мелочи. Попадание в рубительные машины вместе с древесиной минеральных частиц и ме-

таллических предметов вызывает выкрашивание лезвий ножей и потерю их работоспособности.

Материал инструмента должен обладать целым рядом необходимых свойств: высокой прочностью, предотвращающей поломки; твердостью, обеспечивающей сопротивляемость износу; пластичностью, повышающей стойкость от разрушения при динамических нагрузках; хорошей обрабатываемостью, позволяющей формировать требуемые геометрические параметры режущей части.

Удовлетворение этих требований достигается правильным выбором материала для изготовления инструмента, режима его термообработки, геометрических параметров и конструктивной формы режущих элементов.

Для изготовления режущего инструмента рубительных машин используется качественная конструкционная сталь (ГОСТ 1050—74), инструментальная углеродистая высококачественная сталь (ГОСТ 1435—74), легированная инструментальная сталь (ГОСТ 5950—73), сталь для штамповочного инструмента и шарикоподшипниковая сталь (ГОСТ 801—78).

Твердость, вязкость, формоустойчивость и теплостойкость высоколегированных сталей при соответствующей термообработке обеспечивается введением таких легирующих элементов, как хром (Х), кремний (С), марганец (Г), молибден (М), ванадий (Ф) и других с общим содержанием легирующих элементов свыше 5,5 %. Свойства стали определяются совокупным действием всех легирующих элементов.

Для получения необходимой твердости рабочих кромок производят термическую обработку режущего инструмента. Основные виды термической обработки — объемная и поверхностная закалка. При закалке инструмент нагревают до заданной температуры, выдерживают некоторое время при этой температуре, а затем охлаждают в воде, масле или других средах для получения в металле определенной структуры. После закалки инструмент подвергают отпуску, для чего его вновь нагревают до температуры ниже начала образования аустенита, выдерживают и охлаждают для предотвращения неравновесной структуры в более равновесную.

Поверхностную закалку инструмента выполняют нагревом в поле тока высокой частоты (ТВЧ). Эта закалка называется индукционной, так как она основана на использовании явлений поверхности индукции. Индукционный нагрев позволяет получать повышенные механические свойства в поверхностных слоях режущего инструмента, благодаря образующемуся мелкому зерну и сжимающим остаточным напряжениям. Одним из недостатков поверхностной закалки может быть неравномерное распределение твердости по длине ножа.

Объемную закалку инструмента выполняют нагревом в газовых или электрических печах после завершения механической

обработки. Ее применяют для инструмента, изготавляемого из высоколегированных сталей. Этот способ закалки позволяет получить равномерно распределенную по всем направлениям инструмента твердость. Длительность нагрева инструмента до требуемой температуры зависит от степени легированности стали, формы и размеров инструмента, мощности и типа печи, способа укладки инструмента и других факторов.

В зависимости от состава стали, формы и размеров инструмента закладку ведут с использованием различных закалочных сред. Для цели этой применяют водные растворы марганцовокислого калия, едких щелочей, глицерина, поваренной соли, поливинилового спирта, масла, расплавы солей и щелочей, расплавленные металлы (свинец, олово и др.), воздушные среды.

Вода является дешевым охладителем, однако высокая скорость охлаждения вызывает повышенные внутренние напряжения в инструменте и, как следствие, деформацию и трещинообразование.

Отечественная промышленность выпускает большой ассортимент режущих ножей рубительных машин. Типы и размеры ножей устанавливает ОСТ 13-32—74 "Ножи рубительные. Типы и основные размеры".

Сведения о выпускаемых режущих ножах приведены в табл. 5.3. В связи с освоением выпуска резцовых рубительных машин МРБР-8-15Н и МРР8-50ГН промышленностью начато производство специализированных резцов к этим машинам.

Резец барабанной рубительной машины МРБР8-15Н (рис. 5.1,2) представляет собой часть кольца высотой 72 мм и внутренним диаметром 82 мм, имеет ширину 62 мм и толщину стенки 4,5 мм. По ширине резца заготовки плоским шлифованием формируются три режущие кромки, каждая шириной 23 мм с углом заострения 31°. Постоянство установочной длины резца, равной 72 мм (по мере уменьшения ее за счет переточек), обеспечивается подливкой расплавленного баббита. Для этого на тыльной стороне резца профрезерованы две сквозные прорези шириной 3 мм и глубиной 6 мм, расходящиеся под углом 30° от центральной оси симметрии.

Резец имеет массу 0,17 кг и изготавливается из стали ШХ15 по ГОСТ 801—60. Твердость резца после термообработки должна быть в пределах 56...60 НРС. Каждый из резцов, установленный на врачающемся барабане, срезает стружку шириной равной протяженности среднего лезвия и толщиной равной величине выступа над образующей барабана. Срезаемая стружка через подрезцовую щель поступает в полость барабана, разделяется на элементы (щепу) и неподвижным плужком удаляется из барабана. Для барабанных резцовых машин резцы могут иметь также коробчатую форму (рис. 5.1,δ).

### 5.3. Характеристика режущих ножей и резцов рубительных машин

Вид инструмента	Обозначение	Размеры, мм			Марка машины, где используется нож (резец)	Способ настройки на установочную ширину ножа (резца)
		длина	ширина	толщина		
Режущий нож	3116-0005 (ГОСТ 17342-81)	300	85	6	МРНП-10 МРНП-10-1 МРГ-20Н МРГ-20Б-1 МРГ-20Н МРНП-30 МРНП-30-1 МРГ-40 МРГ-40Н	С помощью планок и подкладок
Режущий нож	3116-0006 (ГОСТ 17342-81)	460	85	10	МРН-40-1 МРН-50А	С помощью регулировочных винтов
Режущий нож	13-3116-4011 (ОСТ 13-32-74)	550	140	15	МРН-100А МРГ-100А	То же
Режущий нож	13-3116-4012 (ОСТ 13-32-74)	700	140	15	МРН-50-1 МРН-100-1 МРН-150	Подливкой легкоплавкого металла
Режущий нож	13-3116-4013 (ОСТ 13-32-74)	820	140	15		То же
Режущий нож	13-3116-4014 (ОСТ 13-32-74)	1200	140	15	МРН-250 МРГ-300	Подливкой легкоплавкого металла
Режущий нож	13-3116-4021 (ОСТ 13-32-74)	550	92	20	МРН-50	С помощью регулировочных винтов
Режущий нож	13-3116-4022 (ОСТ 13-32-74)	700	92	20	МРН-100 МРГ-100	То же
Резец	МРБ-0401.301	72	62	4,5	МРБР8-15Н	Подливкой легкоплавкого металла
Резец	3116-0001 (IV 2-035-1042-86)	80	44	15	МРР8-50ГН	С помощью регулировочных винтов

Резец дисковой рубительной машины МРР8-50ГН (рис. 5.1,б) в поперечном сечении представляет собой равнобокую трапецию с протяженностью основания (лезвия) 44 мм. Толщина резца составляет 15 мм, а номинальная длина 80 мм. В тыльной стороне резца имеется резьбовое отверстие под винт M8×40, с помощью которого настраивается установочная длина резца, равная  $87 \pm 0,1$  мм. В комплекте рубительной машины 25 резцов. Материалом для изготовления резцов является сталь 6ХС, твердость которой после термообработки составляет 48...56 HRC.

Резцы для рубительных машин с коническим рабочим органом имеют Г-образное сечение, которое образуется главным и вспомогательным лезвиями (рис. 5.1, в). Для дисковых рубительных машин типа КМВ-700 шведская фирма "Иггесунд" выпускает двухлезвийные резцы з-образной формы разового пользования (рис. 5.1, е).

Контрножи большинства рубительных машин по форме представляют собой параллелограмм и изготавливаются из полосы толщиной 10...25 мм. Материалом для изготовления контрножей служит сталь 25 (ГОСТ 1050—74). Рабочие кромки контрножей наплавляют электродами марки Т-590 и Т-620, И-1, ОЗИ-1 и др. Твердость наплавленного слоя составляет 55...60 НРС. Многократная наплавка кромок позволяет увеличить срок службы контрножей в 6...7 раз.

Для заточки режущего инструмента и контрножей применяют абразивные круги различной характеристики. При выборе абразивного круга следует учитывать особенности режущего инструмента, подлежащего заточке.

Шлифовальные абразивные круги характеризуются видом абразивного материала, зернистостью, твердостью, видом связки, формой и размерами круга, а также допустимой окружной скоростью. Каждый вид абразивного материала применяют для определенных металлов и материалов в зависимости от их свойств.

Зернистость круга оказывает влияние на скорость заточки и шероховатость затачиваемой поверхности инструмента.

При подготовке инструмента рубительных машин наиболее широко используются круги зернистостью 25 и 40, обеспечивающие необходимую точность и чистоту (шероховатость) обрабатываемой поверхности. Зернистость круга увеличивают при увеличении припуска на заточку, при увеличении окружной скорости шлифования, при использовании кругов на бакелитовой и вулканической связках, при увеличении вязкости и уменьшении твердости инструмента, а также для снижения засаливания кругов и исключения прижогов инструмента.

Под твердостью абразивного круга понимается сопротивляемость связки выкрашиванию абразивных зерен с поверхности под действием внешних сил. Чем тверже затачиваемый инструмент, тем мягче должен быть шлифовальный круг. Для исключения возможности появления прижогов и трещин в инструменте необходимо применять более мягкие круги. Для заточки режущего инструмента рубительных машин рекомендуется применять среднемягкие круги СМ-1 и СМ-2.

При выборе связки шлифовального круга необходимо учитывать прежде всего способ шлифования и требования к шероховатости обрабатываемой поверхности. Круги на керамической связке обладают удовлетворительной термостойкостью и

высокой прочностью, позволяют работать с различными смазочно-охлаждающими жидкостями (СОЖ). Следует иметь в виду, что круги на бакелитовой связке теряют прочность при использовании СОЖ в виде содовых растворов.

После заточки и выхаживания режущего инструмента производят его доводку вручную мелкозернистым абразивным бруском. Этим устраняются заусенцы с лезвий, обеспечивается чистота рабочим поверхностям.

При доводке инструмента используют бруски из электро-корунда белого (24А, 25А) и карбида кремния зеленого (63С, 64С) на керамической связке зернистостью М40...М20. Так же, как при заточке, чем выше твердость материала режущего инструмента, тем мягче должен быть бруск для доводки. Так, при твердости режущего инструмента 40...50 HRC степень твердости брусков должна составлять М3, а при твердости инструмента 55...60 HRC — М1...М2.

Инструмент затачивают на специализированных ножеточильных станках (рис. 5.2). При выполнении операции заточки совершаются три рабочих движения шлифовального круга: движение резания, продольная подача (вдоль лезвия ножа) и поперечная подача (движение врезания). Движение резания осуществляется вращением абразивного круга с определенной окружной скоростью. Продольная подача — это прямолинейное возвратно-поступательное движение каретки с вращающимся кругом вдоль затачиваемой кромки ножа. Поперечная подача осуществляется после каждого двойного хода каретки вдоль ножа.

Ножеточильные станки имеют подвижную каретку и неподвижный стол, который снабжен поворотным устройством для установки (по лимбу) необходимого угла заточки.

Каретка несет на себе суппорт, обеспечивающий поперечную подачу и шлифовальную головку. Для заточки режущего инструмента рубительных машин применяют автоматизированные ножеточильные станки ТчН-3 (ТчН6-5, ТчН12-3, ТчН18-3, ТчН31-3), ТчН-4 (ТчН6-4, ТчН13-4, ТчН31-4).

Критерием оценки (косвенным) точности работы ножеточильных станков является точность формирования угловых и линейных параметров заточенного инструмента.

Заточка режущих ножей, имеющих переменный угол заострения, производится в специальном приспособлении (тисках), устанавливаемом на суппорте ножеточильного станка. Предварительно изогнутый (в тисках) нож затачивается под плоскую кромку, после освобождения из тисков нож принимает плоскую форму, а угол заострения — переменную величину по всей длине заточенной фаски.

Заточку режущих ножей рубительных машин выполняют в два этапа. Вначале восстанавливаются режущие свойства ножа, а затем производят выхаживание заточенного инструмента для придания шлифуемой поверхности чистоты требуемого класса. Вы-

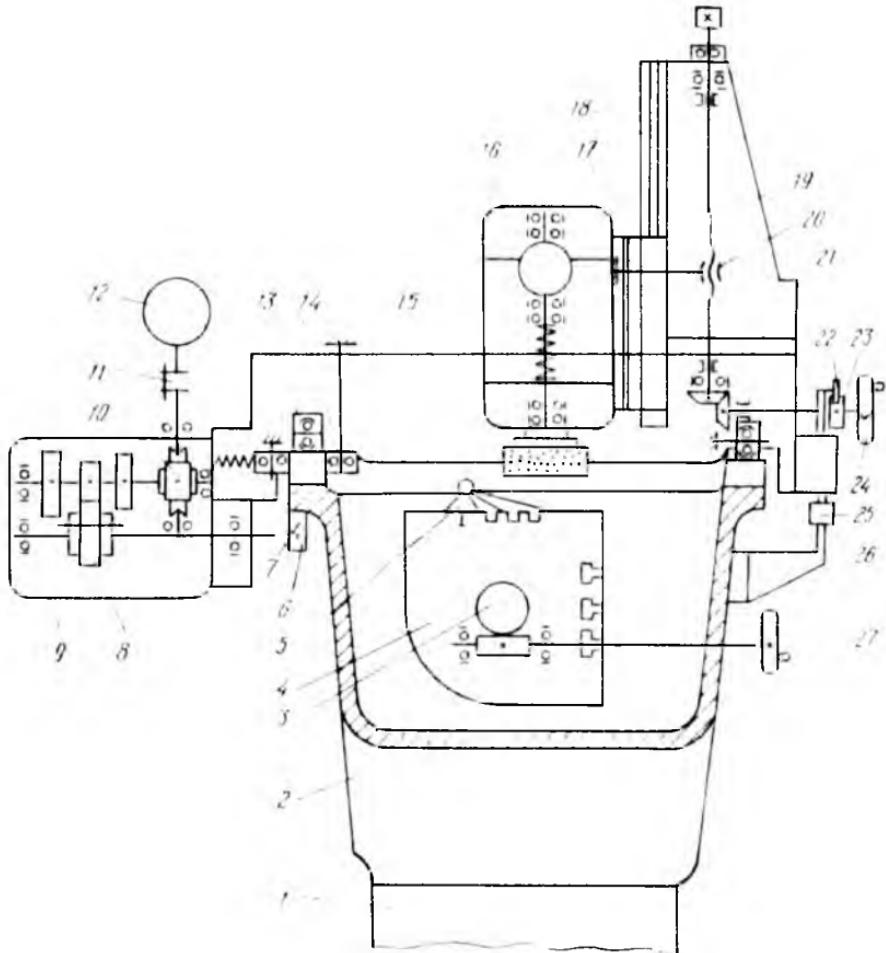


Рис. 5.2. Схема ножеточильного станка:

1 – станина; 2 – корыто; 3 – вал; 4 – поворотный стол; 5 – прижимы крепления затачиваемых ножей; 6 – шестерня; 7 – рейка; 8 – подвижной блок шестерен; 9 – коробка скоростей; 10 – червячная пара; 11 – муфта; 12 – электродвигатель привода продольной подачи; 13 – опорный ролик; 14 – направляющий ролик; 15 – шлифовальный круг; 16 – электродвигатель; 17 – поворотный диск; 18 – суппорт; 19 – ходовой винт; 20 – гайка; 21 – коническая пара; 22 – собачки; 23 – храповое колесо; 24 – маховик поперечной подачи; 25 – ролик толкателя; 26 – неподвижный кулачок; 27 – маховик разворота стола

полнялемая, кроме этого, ручная доводка предназначена для устранения заусенцев, повышения остроты и класса шероховатости шлифованной поверхности заточенной грани. Непрямолинейность режущей кромки не должна быть более 0,3 мм по всей длине инструмента, а шероховатость поверхности  $Ra \leq 1,25 \text{ мкм}$ .

Заточку инструмента ведут с обильным использованием смазочно-охлаждающей жидкости. Шлифовальный круг при заточке должен "набегать" на лезвие инструмента.

Выхаживание выполняют после окончания заточки на том же самом станке без какого-либо нарушения базирования инструмента. При отсутствии выкрошин за одну переточку сниается слой 0,3...0,5 мм.

Из числа дефектов заточки следует прежде всего отметить прижог поверхностного слоя, который образуется при недостаточной подаче охлаждающей жидкости, при форсированной поперечной подаче суппорта на нож, при использовании твердых шлифовальных кругов, особенно затупленных. Аналогичные условия могут служить причиной появления шлифовочных трещин или явиться следствием прижога поверхности.

Грубо обработанная поверхность является результатом неправильного выбора зернистости круга (крупнозернистый круг), а также форсированного режима обработки, загрязненности охлаждающей жидкости, некачественной правки заточного круга.

Такие дефекты заточки, как седлообразность и саблевидность режущей кромки, связаны с нарушением настройки станка и приспособлений для заточки, износом направляющих станка и бабки шлифовального круга. Дефекты устраняются ремонтом и настройкой пожезаточного станка и приспособлений.

Установка и настройка режущих ножей и резцов в рубительных машинах состоит в обеспечении необходимой величины выступа режущей кромки над поверхностью рабочего органа (диска, барабана). На большинстве современных рубительных машин режущие ножи устанавливаются между съемными элементами рабочего органа — накладкой и подкладкой и опираются тыльной частью на базовую поверхность. Резцы, как правило, устанавливаются в специальных зажимных державках (рис. 5.3).

Перед установкой в рубительную машину каждый нож комплекта калибруется под установочную ширину при помощи проходного и непроходного калибров. В зависимости от типа режущего ножа настройка на его установочную ширину производится регулировочными колодками и подкладками, регулировочными винтами или путем заливки на тыльную часть ножа легкоплавкого металла (например, баббита).

Для обеспечения наилучшей сбалансированности ножевого диска (барабана) рекомендуется ножи, расположенные диаметрально противоположно, подбирать по весу.

В процессе эксплуатации рубительных машин необходимо выполнять следующие основные требования и рекомендации:

рубительная машина, ножеточильный станок и приспособления для заточки инструмента должны находиться в технически исправном состоянии и эксплуатироваться в соответствии с инструкцией завода-изготовителя;

**Технические данные ножеточильных станков**

Марка станка . . . . .	ТчН6-5	ТчН12-3	ТчН18-3	ТчН31-5
Длина шлифования, мм . . . . .	670	1270	1800	3150
Ширина затачиваемого инструмента, мм . . . . .	до 200	25...120	100...200	100...200
Наибольшая толщина затачиваемых ножей, мм . . . . .	15	15	25	25
Скорость продольной подачи, м/мин . . . . .	2,0; 4,0; 12,0	4,5; 7,5; 12,5	4,5; 7,5; 12,5	2,0; 4,0; 6,0; 8,0; 12,0
Диаметр шлифовального круга, мм . . . . .	200	200	200	200
Общая мощность двигателей, кВт . . . . .	3,37	3,2	4,9	5,0
Размеры станков, мм:				
длина . . . . .	1950	2325	3050	4250
ширина . . . . .	1060	990	1060	1060
высота . . . . .	1530	1300	1630	1390
Масса, кг . . . . .	1200	780	1300	2700

*Продолжение*

Марка станка . . . . .	ТчН6-4	ТчН13-4	ТчН21-4	ТчН31-4	ТчН13-5 (В3-173)
Длина шлифования, мм . . . . .	670	1320	2120	3150	1320
Ширина затачиваемого инструмента, мм . . . . .	до 200				
Наибольшая толщина затачиваемых ножей, мм . . . . .	15	15	25	25	25
Скорость продольной подачи, м/мин . . . . .	4; 7; 12	4; 7; 12	4; 7; 12	4; 7; 12	0,5; 4; 7; 12
Диаметр шлифовального круга, мм . . . . .	200	200	200	200	250
Общая мощность двигателей, кВт . . . . .	3,9	3,9	3,9	4,9	6,9
Размеры станков, мм:					
длина . . . . .	1950	2325	3050	4200	2720
ширина . . . . .	1060	1060	1060	1060	1200
высота . . . . .	1400	1530	1630	1630	1630
Масса, кг . . . . .	1200	1400	2000	2500	1500

при заточке инструмента строго выполнять требования по точности формирования углов заострения;

устанавливаемые в машину режущие ножи не должны иметь выщербин, выкрошин, независимо от их размеров и глубины, а также заусенцев, трещин и прижогов;

следует заменять сразу весь комплект режущих ножей, замена отдельных ножей или части комплекта недопустима;

отклонение лезвий режущих ножей, установленных на диске, от плоскости резания не должно превышать 0,2 мм;

в геликоидальных рубительных машинах заточенные фаски

режущих ножей должны выступать над поверхностью накладок диска на одинаковую величину. Западание ножей (ниже уровня накладок) недопустимо;

зазор между режущими кромками ножей и кромками контрножей устанавливается в пределах 0,5...0,8 мм;

при полной загрузке и безаварийной работе рубительной машины режущие ножи следует заменять летом через 7...8 ч, зимой через 3...4 ч работы; контрножи через 400...500 ч работы;

лезвия подножевых пластин должны затачиваться не реже одного раза в месяц.

### 5.5. НОРМИРОВАНИЕ РАСХОДА ЗАПАСНЫХ ЧАСТЕЙ

Разработка и последующее уточнение номенклатуры и норм расхода запасных частей к оборудованию для комплексной переработки низкокачественной древесины и древесных отходов выполняется для создания нормативной базы планирования потребности и производства запасных частей, повышения эффективности эксплуатации оборудования путем своевременного и достаточного обеспечения его необходимой номенклатурой запасных частей. На основе полученных данных разрабатываются также рекомендации по рациональному использованию запасных частей, совершенствованию системы снабжения предприятий запасными частями.

Важнейшей частью работ, проводимых по нормированию запасных частей, является сбор и анализ фактических данных по расходу запасных частей на предприятиях, эксплуатирующих оборудование. Для этой цели подбирают наиболее характерные предприятия с определенными условиями и режимом эксплуатации оборудования.

В состав информации, собираемой на предприятиях, входят:  
сведения об отказах и замене деталей и сборочных единиц при наблюдении за работой машин в опорных предприятиях;

заявки на запасные части, оформленные предприятиями, эксплуатирующими машины;

фонды на запасные части, выделенные снабженческими организациями в предшествующие годы;

данные о расходе запасных частей, полученные при обследовании предприятий со специфическими условиями работы оборудования.

Для вновь разрабатываемого оборудования согласно ГОСТ 15001-88 требования по номенклатуре и объему запчастей могут включаться в техническое задание или заменяющий его документ (контракт, протокол, эскиз и др.), признанный заказчиком и разработчиком.

В этом случае в состав разрабатываемой технической документации опытного образца включается проект ведомости

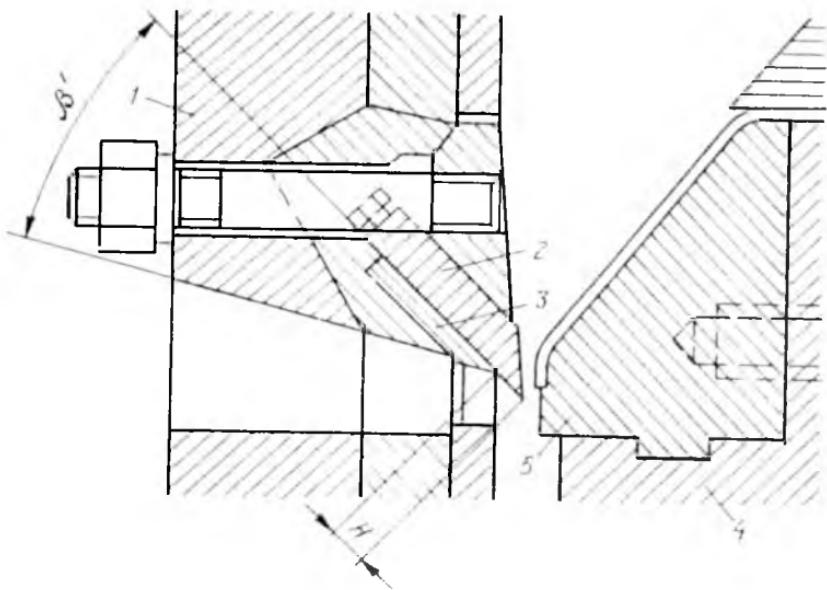


Рис. 5.3. Крепление режущего инструмента в рубительной машине:

1 — рабочий орган; 2 — режущий нож; 3 — подножевая пластина; 4 — загрузочный патрон;  
5 — контргайка

ЗИП, содержащий номенклатуру и количество запасных частей, обеспечивающих работу оборудования в период гарантированной наработки. Проект ведомости ЗИП включается в технические условия на опытный образец и корректируется в последующем по результатам испытаний.

Запасные части к серийно выпускаемому оборудованию на период гарантийной наработки поставляются заводом-изготовителем в составе ЗИП вместе с оборудованием. В послегарантийный период работы обеспечение запасными частями оборудования производится по среднегодовым нормам, утвержденным руководством машиностроительного министерства после согласования с Минлеспромом СССР. Среднегодовые нормы расхода запчастей разрабатываются не позднее одного года после начала серийного выпуска машины.

С учетом эффективности внедренных на заводе-изготовителе конструктивных изменений и технологических мероприятий, повышающих надежность оборудования, проводится корректировка норм расхода запасных частей. По номенклатуре запчастей, включенной в оптовые цены на запасные части, корректировка норм расхода проводится не реже 1 раза в 3 года. План-график по разработке и корректировке норм расхода запасных частей представляется заводом-изготовителем на утверждение в головную организацию при регистрации технических условий на оборудование.

В разработке и корректировке норм расхода запчастей участвуют научно-исследовательские и проектно-конструкторские организации на основе хозяйственных договоров.

Действующие среднегодовые нормы расхода запасных частей к окорочным станкам, установкам УПЩ-ББ, рубительным машинам и щепосортировочным установкам приведены в табл. 5.4.

## 6. ПРОИЗВОДСТВО ЗАГОТОВОК И ТАРНЫХ КОМПЛЕКТОВ

### 6.1. РАЗМЕРНО-КАЧЕСТВЕННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СЫРЬЯ

Одним из важных путей улучшения использования низкокачественной древесины является ее переработка на различные виды короткомерной пилопродукции. В этом виде производства значительное место принадлежит переработке низкокачественной, преимущественно лиственной древесины, на детали и комплекты ящичной тары. Несмотря на возрастающие объемы выпуска новых видов тары и упаковки, потребность деревянной тары еще длительное время будет оставаться высокой в промышленности, строительстве и сельском хозяйстве.

Несмотря на то, что удельный вес деревянной тары в общем балансе тарного производства непрерывно уменьшается (с 56 % в XI до 50 % в XII пятилетке), абсолютный объем ее выпуска в ближайшие годы будет возрастать. Поэтому тарное производство по-прежнему останется одним из крупнейших потребителей лесоматериалов. На тару перерабатывается около 30 млн. м<sup>3</sup> древесины.

Осуществление целого ряда мероприятий по совершенствованию тароупаковочного хозяйства не дает еще желаемых результатов, технический уровень производства тары, особенно деревянной, находится на низком уровне. В отставании тарного производства определенную роль играет изменение структуры используемого сырья, в частности увеличение в общем объеме поставок дровянной древесины низкого качества, без какого-либо изменения оснащенности тарных цехов и предприятий специализированным оборудованием для переработки такого сырья.

Для производства заготовок и тарных комплектов в условиях лесозаготовительных предприятий используют такие виды сырья, как лесоматериалы круглые хвойные и лиственные II и III сортов (ГОСТ 9463—88 и ГОСТ 9462—88), низкосорные лесоматериалы хвойных и лиственных пород, дровянная древесина (ОСТ 13-234—87), горбыли от лесопильного и шпалорезного производства. Для выработки заготовок и деталей тары используются также лесоматериалы III сорта хвойных (ГОСТ 9463—88) и лиственных (ГОСТ

**5.4. Среднегодовые нормы расхода запасных частей к основному технологическому оборудованию**

Наименование запасных частей и сборочных единиц	Обозначение	Количество узлов и деталей в единице оборудования, шт.	Сведения о запасных частях		
			Масса, кг	материал	среднегодовая норма расхода на единицу оборудования, шт. комплекты
<b>Окорочные станики 2ОК40-1</b>					
Головка окорочная	2ОК40-1.01.00	1	1120	—	0,1
Головка зачистная	2ОК40-1.03.00	1	1120	—	0,1
Нож надрезающий	2ОК40-1.01.500	2	2,0	Ст 45	12
Коросниматели	2ОК40-1.01.600	3	2,0	Ст 45	40
Клин	2ОК40-1.01.009	12	0,23	Ст 45	10
Нож зачистной	2ОК40-1.03.030	3	3,7	Ст 45	10
Коросниматель	2ОК40-1.01.040	6	2,0	—	40
Механизм подающий	2ОК40-1.04.000	1	820	—	0,2
Механизм подающий	2ОК40-1.04.000-01	1	803	—	0,2
Механизм приемный	2ОК40-2.05.000	1	1140	—	0,2
Валец с рамой	2ОК40-1.04.200 сб. с OK40-1.04.020	4	171	—	0,25
Ось	2ОК40-1.01.370	12	5,4	—	2,0
Пружина	OK40-1.01.039	12	—	Ст 60С2А	4,0
Валец	2ОК40-1.04.200	4	49,2	—	0,25
Валец	2ОК40-1.04.200-01	4	49,2	—	0,25
Звездочка $z = 16 \ t = 44,45$	2ОК40-1.04.700	6	11,8	—	0,3
Звездочка $z = 16 \ t = 44,45$	2ОК40-1.04.800	1	23,6	—	0,3
Вал-шестерня	2ОК40-1.04.001	8	4,3	Ст 40Х	0,25
Звездочка $z = 15 \ t = 44,45$	OK63-1.04.219	3	11,1	Ст 40Х	0,3
Шестерня $m = 4 \ z = 36$	OK40-2.05.001	8	3,8	Ст 40Х	1,0
Муфта	OK40-2.28.200	1	29,5	—	0,3
Звездочка $z = 16 \ t = 44,45$	OK40-2.30.600	1	17,7	—	0,3
Амортизатор	2ОК40-1.04.400	6	12,4	—	0,5
<b>Установка для производства щепы УПЩ-6Б</b>					
Редуктор червячный питателя	ПТ-40-03-100	1	—	—	0,8

Установка венца	КБ-6А-04-20	1	4360	—	0,1
Установка бандажа корообдирочного барабана	КБ-6А-04-500	2	3902	—	0,2
Нож окорочный	КБ-6А-04-300	210	3,8	—	210
Вал	КБ-6А-01-901	1	205	Ст 45	0,15
Ролик упорный	КБ-6А-06-002	2	36	Ст 45	1,0
Ролик упорный	КБ-6А-06-003	4	140	Ст 45	2,0
Шестерня	КБ-6А-01-902	1	665	Ст 45	0,15

**Рубительные машины МРНП-30, МРНП-30А, МРНП-10-1, МРНП-30-1, МРНП-30Н-1**

Накладка	МРНП-30.01.301	16	6,8	Ст 50	8
Подкладка	МРНП-30.01.003А	16	11,7	Ст 50	8
Пластина	МРНП-30.01.007А	16	9,65	Ст У8	16
Контрнож	МРНП-30.04.303	1	1,7	Ст 25	0,33
Контрнож	МРНП-30.04.403	1	1,2	Ст 25	0,33
Контрнож	МРНП-30.04.503	1	1,7	Ст 25	0,33

**Рубительные машины МРГ-20Н, МРГ-20Н-1, МРГ-20Н**

Накладка	МРГ-20Н.02.301	12	11,9	Ст 50	6
Подкладка	МРГ-20Н.02.001А	12	16,0	Ст 50	6
Пластина	МРГ-20Н.02.005	12	9,65	Ст У8	12
Контрнож	МРГ-20Н.00.310сб	1	2,0	Ст 25	0,33
Контрнож	МРГ-20Н.00.410сб	1	1,7	Ст 25	0,33

**Рубительные машины МРГ-40, МРГ-40Н**

Накладка	МРГ-40.01.104	10	39,0	Ст. 55Л-П	0,5
Подкладка	МРГ-40.01.103	10	36,0	Ст. 55Л-П	0,5
Пластина	МРГ-40.01.106	10	0,75	Ст. 45	10
Контрнож	МРГ-40.00.001	1	7,1	Ст. 25; Г-620	0,33
Контрнож боковой	МРГ-40.03.001	1	3,9	Ст. 25; Г-620	0,33
Контрнож	МРГ-40.04.002	1	2,0	Ст. 25; Г-620	0,33
Контрнож	МРГ-40.04.003	1	1,6	Ст. 25; Г-620	0,33

**Сортировка для щепы СЦЛ-1М СЦМ-60**

Сито крупное	202.02.09	3	14,9	Ст 3	3
Сито мелкое	202.02.10	4	14,6	Ст. 3	4
Сито мелкос	202.02.11	2	10,9	Ст. 3	2
Вал эксцентриковый	202.01.07	1	25,6	Ст. 45	0,2

9462—88) пород древесины. Что касается лесоматериалов II сорта, то они находят достаточно широкий сбыт в круглом виде и лишь небольшая часть этого сырья при наличии таких пороков, как пасынок, сучки размером 80 мм и более, заболонная гниль, механические повреждения глубиной более 1/10 диаметра также может быть использована для производства тарной дощечки.

Из общего объема дров для отопления (ГОСТ 3243—88) на переработку используется не более 30 %, при этом отбирают лучшую часть. Для выработки тарных комплектов может быть использовано 15...20 % общего объема древесины, вывозимой на нижний склад. В состав этого сырья входит около половины древесины для технологических целей и дров для отопления. Дрова для отопления (ГОСТ 3243—88) длиной 1 м и менее и толщиной от 16 до 26 см должны быть расколоты на две части, толщиной от 28 до 40 см — на четыре части, толщиной 42 см и более — на количество частей, при котором наибольшая линия раскола по торцу любой части не превышала бы 22 см.

В то же время раскалывание древесины, предназначенной для переработки на короткомерные пиломатериалы, приводит к снижению выхода продукции. Поэтому при подготовке на нижнем складе технологического сырья для тарного цеха его размеры должны быть согласованы с применяемой технологией переработки. Длина лесоматериала, предназначенного для переработки на детали ящиков по ГОСТ 9462—88 может быть любой (не менее 0,6 м), поэтому в конкретных условиях производства длина кряжа должна быть кратной длине тарной дощечки. При изменении спецификации пилопродукции длину тарного кряжа следует соответственно изменить.

По ГОСТ 3243—88 в дровах допускаются все пороки древесины за исключением наружной трухлявой гнили. Ядовая и заболонная гниль ограничиваются до 65 % площади торца.

В лесоматериалах лиственных пород, используемых для выработки деталей ящиков и тарных комплектов (II и III сортов) допускаются все разновидности сучков и пасынков. Исключение составляют для II сорта сучки в крупных и средних лесоматериалах диаметром более 70 мм.

Ядовая гниль (в том числе гниль ложного ядра в любой стадии развития) в средних лесоматериалах допускается не более 1/4 диаметра (II сорт) и 1/3 диаметра (III сорт) с выходом на один торец.

В лесоматериалах толщиной от 26 до 38 см ядовая гниль допускается не более 1/3 диаметра (во II и III сортах) с выходом на один торец.

В крупных лесоматериалах (диаметром более 40 см) ядовая гниль допускается до 1/2 диаметра (во II сорте, с выходом на один торец, в III сорте с выходом на второй торец не более 1/4 диаметра).

В общем объеме сырья, перерабатываемого на тару, около половины составляют лиственные породы, из которых наиболее распространены береза и осина. Как известно, лиственная древесина склонна к быстрому поражению гнилями, особенно в теплый период года, поэтому создание больших запасов промежуточного хранения низкокачественной лиственной древесины нежелательно.

Размерно-качественный состав низкокачественного сырья, поступающего на переработку, в значительной степени определяется таксационной характеристикой лесосырьевой базы леспромхоза, технологией раскряжевки хлыстов на нижнем складе, а также принятой технологией тарного производства.

Результаты обследования ряда лесозаготовительных районов показали, что длина низкокачественных кряжей варьирует в значительных пределах от 0,6 до 6,5 м. Низкокачественные кряжи хвойных пород имеют большую длину: кряжи длиной 3 м составляют 24 %, длиной 4 м — 32 % и 4,5—20 %.

Среднее распределение низкокачественной древесины по длине на нижнем складе можно характеризовать следующими приближенными данными:

Длина, м . . . . .	1,0	2,0	3,0 и 4,0	4,5	6,5
Объем, % . . . . .	21	5	23	15	9

По группам диаметров тарные кряжи распределяются следующим образом, %: до 13 см — 2...3, от 14 до 24 — хвойные 47, лиственные 68, свыше 24 см — хвойные 51, лиственные 29.

Распределение дровянной древесины по группам толщины приведено в табл. 6.1.

#### 6.1. Распределение дровянной древесины по диаметру

Порода древесины	Распределение дровянной древесины, % (по объему) по группам толщины кряжей, см				
	до 13	14...24	26...38	40 и более	средний диаметр
Центр и Запад европейской части СССР					
Сосна	30	60	9	1	18
Ель (пихта)	42	51	6	1	16
Осина	16	40	31	13	26
Береза	31	48	19	2	20
Север, Урал и Сибирь					
Сосна	5	28	48	19	31
Ель (пихта)	7	40	39	14	28
Осина	4	25	46	25	32
Береза	13	39	43	5	25

## 6.2. Распределение дровяного сырья по степени пораженности гнилью

Порода древесины	Распределение древесного сырья, % (по объему) при степени пораженности сырья гнилью, в долях диаметра					Средний размер гни- ли, доли диаметра
	без гнили	до 1/3	1/2...1/3	2/3...1/2	более 1/3	
Центр и Запад европейской части СССР						
Сосна	22	26	17	26	9	0,46
Ель (пихта)	38	11	14	30	7	0,51
Осина	17	11	22	34	16	0,53
Береза	29	11	14	30	16	0,55
Север, Урал и Сибирь						
Сосна	5	15	19	32	29	0,56
Ель (пихта)	8	10	17	31	34	0,60
Осина	4	7	12	46	31	0,61
Береза	47	5	10	32	6	0,54

В районах Сибири и Урала средний диаметр дровяной древесины существенно выше, чем в западных и центральных областях Союза. Наибольшим диаметром обладает осиновое сырье.

Используемое для переработки на тарные комплекты древесное сырье поражено преимущественно ядровой гнилью, которая резко понижает прочность древесины. Поэтому гниль не допускается ни в одном из видов получаемой продукции и при раскрытии древесина, пораженная гнилью, идет в отходы. Несмотря на большое поражение дров гнилью, из периферийной части дровяных кряжей может быть получена продукция высокого качества. Для различных районов страны распределение сырья по степени пораженности гнилью приведено в табл. 6.2.

Для выработки тарных комплектов достаточной эффективности может быть использовано древесное сырье диаметром до 38 см со сквозной гнилью размером 0,5 диаметра торца. Размер гнили для крупномерного сырья может быть более 0,5 диаметра торца. Весьма распространенным пороком для тарного сырья являются сучки, нарушающие структуру древесины и снижающие ее прочностные показатели.

В хвойных лесоматериалах III сорта (ГОСТ 9463—88) здоровые сучки и пасынки допускаются независимо от диаметра сырья. Табачные сучки допускаются размером не более 5 см, в лиственных (ГОСТ 9462—88) не более 7 см.

Одним из учитываемых пороков низкокачественной древесины является кривизна, хотя ее влияние на выход короткомерной тарной продукции невелико. У елового и осинового сырья кривизна встречается в 1,5—2 раза чаще, чем у соснового и осинового. По ГОСТ 9462—88 в лесоматериалах толщиной до 24 см в III сорте допускается кривизна не более 3 %, а

во II сорте — 2 %. Для лесоматериалов диаметром 26 см и более допускаемая кривизна составляет 5 % (III сорт) и 3 % (II сорт). Сложная кривизна во всех случаях допускается в размере половины нормы простой кривизны.

## 6.2. ТРЕБОВАНИЯ К ЗАГОТОВКАМ И ДЕТАЛЯМ ДЕРЕВЯННОЙ ТАРЫ

Деревянная ящичная тара характеризуется по следующим основным признакам: назначению, типу конструкции, материалу для изготовления, сроку (режиму) эксплуатации.

По назначению тара делится на промышленную, плодовоощенную, по типу конструкции — на разборную, неразборную, складную, разборно-складную. По сроку эксплуатации тара может быть многооборотная и разового пользования.

Для изготовления в условиях лесозаготовительных предприятий наиболее приемлемой является многооборотная, тонкостенная плодовоощенная и промышленная тара для грузов массой до 200 кг. Тарные комплекты представляют собой набор деталей — дощечек и планок определенных размеров, соответствующих типоразмеру ящика. Предпочтительными внутренними размерами ящиков являются следующие, мм: длина 253, 285, 380 и 570; ширина 190, 253 и 380; высота 190, 253, 285, 380 и 570.

Одним из важных показателей, влияющих на эффективность и технологию производства, является толщина тарных дощечек. В зависимости от массы затариваемого груза ящики (ГОСТ 2991—85) изготавливают из дощечек толщиной от 4 до 32 мм. Толщина тарных планок — от 13 до 32 мм. Наименьшие размеры дощечек по ширине составляют 40, 50 и 60 мм. Наиболее ходовые комплекты ящиков имеют следующие размеры деталей, мм: длина 410...825, ширина 50...110, толщина 8...13. Допускаемые предельные отклонения деталей ящиков по размерам следующие, мм: по ширине 1, длине планок 2; длине дощечек и ширине щитка — 3.

Древесина досок и планок по показателям качества должна отвечать соответствующим нормам (ГОСТ 2991—85). Сучки сросшиеся и частично сросшиеся, проходящие по пласту, размером не должны быть более 1/2 ширины доски и 1/3 ширины планки. Их количество на 100 мм длины планки ограничивается до одного. Несросшиеся здоровые сучки могут быть размером до 1/3 ширины доски и 1/4 ширины планки.

Кромочные и торцевые трещины (неквоздные) допускаются в досках и планках глубиной не более 1/4 толщины и длиной не более 1/4 длины доски или планки. Что касается сквозных трещин, то в планках они не допускаются вообще, а в досках могут быть допущены при условии, если общая их длина не превышает 1/4 длины доски — в досках шириной

более 50 мм и 1/10 — в досках шириной до 50 мм, при расположении их не ближе 20 мм от кромок досок. Различного рода грибные поражения досок и планок не допускаются.

Бочковая тара представляет собой щитковую конструкцию, и для нее могут использоваться дощечки различной ширины. В соответствии с требованиями ГОСТ 8821—75 ширина боковины изменяется от 50 до 100 мм, а донника — от 60 до 180 мм, их толщина может быть 19 или 22 мм. В зависимости от емкости бочек длина боковины принимается от 380 до 810 мм, а донника — от 280 до 680 мм. Предельные отклонения размеров клепки допускаются следующие, мм: по длине  $\pm 5$ , по ширине  $\pm 1$ .

К прочности клепки предъявляются высокие требования.

В связи с этим в ней ограничиваются размеры и количество сучков. Размер сросшихся сучков не должен быть более 1/3 ширины боковины и 1/2 донника, предельными размерами сросшихся сучков являются 15...25 мм, а их количество на одной клепке не допускается более 2...3 шт.

### 6.3. РАЦИОНАЛЬНЫЙ РАСКРОЙ СЫРЬЯ

Важнейшим технологическим принципом переработки низкокачественного сырья на тарные заготовки и комплекты является единство первичного и вторичного раскroя.

Это означает, что формирование размеров полуфабрикатов (лафетов, брусков и др.) должно быть непосредственно связано со спецификационными размерами конечной продукции тарных заготовок и деталей, что позволяет исключить отходы древесины, возникающие из-за несоответствия их размеров. При выборе способа раскroя должна быть в полной мере учтена его качественная характеристика — степень поражения гнилью, сучковатость и др. Одновременно учитываются типовые особенности вырабатываемой продукции.

Одной из важнейших задач раскroя пиломатериалов является обеспечение максимального выхода товарной продукции, по которому судят об эффективности того или иного способа. В практике применяют групповые и индивидуальные способы распиловки.

Групповые способы распиловки позволяют учитывать лишь общие размерно-качественные показатели перерабатываемого сырья. Сортировка сырья по диаметру и качеству в этом случае не делается. Главным преимуществом групповых способов распиловки является более высокая производительность потоков и простота технологии. Однако выход товарной продукции при этом снижается. Индивидуальная распиловка позволяет учесть особенности каждого перерабатываемого кряжа, что способствует повышению выхода продукции.

Эффективность применения того или иного способа в основном зависит от характеристики сырья. При однородных размерах и качестве сырья предпочтение отдается групповым способам распиловки. В условиях лесозаготовительных предприятий в тарных цехах широко используются такие групповые способы распиловки, как лафетно-развальныи, с брусовкой, развал и сегментный (рис. 6.1). Более 40 % тарных цехов лесозаготовительных предприятий применяют лафетно-развальныи способ распиловки. Толщина лафетов при этом равна ширине тарных дощечек.

Лафетно-развальныи способ обеспечивает относительно высокую производительность головного оборудования, так как кряжи в этом случае распиливаются за один проход, однако расход сырья несколько увеличивается. При составлении постава на распиловку учитывают средние показатели размерно-качественной характеристики сырья и их изменчивость. Полученные при этом способе лафеты раскраиваются на тарных лесопильных рамках. Широкие лафеты предварительно делят на части.

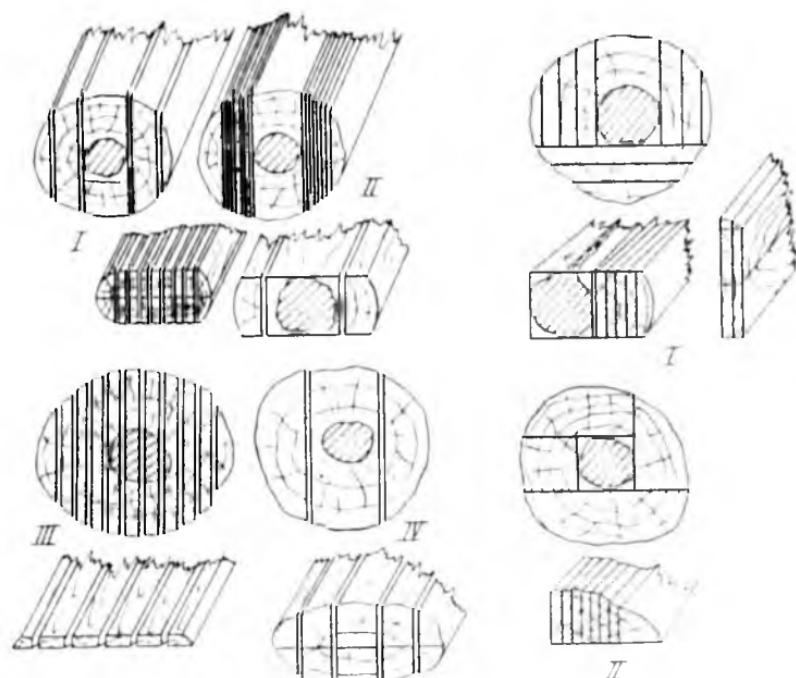


Рис. 6.1. Схемы группового раскroя низкокачественной древесины:

I – лафетно-развальныи; II – брусовыи; III – развальныи; IV – сегментныи

Рис. 6.2. Индивидуальные способы раскroя сырья:

I – сегментныи; II – круговой

Брусовый способ раскroя (см. рис. 6.1) отличается тем, что из центральной части бревна выпиливают брус толщиной, равной ширине тарной дощечки. Кряжи большого диаметра раскраивают на несколько брусьев. При раскroе целесообразно принимать нечетное число брусьев. Симметричные боковые брусья можно распиливать сложенными вместе, а центральный брус — отдельно.

Боковые доски должны иметь толщину, кратную толщине тарных заготовок. При брусовом методе раскroя предполагается получение тангенциальной дощечки, что обеспечивает выход меньшего числа пораженных гнилью дощечек по сравнению с радиально расположеннымми дощечками.

Распиловка с брусовкой дает хорошие результаты при раскroе бревен, пораженных двусторонней ядерной гнилью размером 0,3 диаметра или односторонней до 0,4 диаметра.

Развальные схемы характеризуются делением бревен параллельными пропилами на необрезные пиломатериалы, кратные или равные толщине тарных заготовок. В тарных цехах развальные схемы применяют сравнительно редко, в связи с получением большого числа досок после первичной распиловки, обработка которых требует больших трудозатрат. Некоторые преимущества распиловки бревен развалом проявляются при работе с тонкомерными лесоматериалами, имеющими значительную кривизну.

Из индивидуальных способов раскroя низкокачественного сырья наибольшее распространение получили сегментно-тangентальный (сегментный) и круговой (рис. 6.2), которые позволяют наилучшим образом использовать здоровую часть тарных кряжей. Получивший распространение в тарных цехах сегментный способ раскroя отличается минимальным количеством пропилов на головном станке, что несколько снижает потери древесины в опилки. Кряжи при этом раскраиваются индивидуально, поэтому предварительная подсортировка сырья не требуется. Из здоровой части бревна выпиливаются сегменты, которые затем раскраиваются на круглопильных станках на трехканевые бруски, толщина которых равна ширине заготовок тары.

Более качественные бруски раскраиваются на заготовки с повышенными требованиями к качеству (клепку, паркетную фризу, мебельные заготовки). Бруски раскраивают на заготовки групповым способом на тарных лесопильных рамках.

Для сравнительной оценки сегментного и лафетно-развального способов раскroя в Мурашихинском леспромхозе объединения "Кировлеспром" при сопоставимых условиях были проведены опытные распиловки. Подобранное осиновое сырье диаметром 26 и 32 см, длиной 2 м распиливалось на тарные заготовки сечением 70×100 мм. Результаты распиловок под-

твердили, что сегментный способ раскряя обеспечивает более высокий выход тарных комплектов, чем лафетно-развальный.

Сегментный способ рекомендуется применять для раскряя сырья пораженного двусторонней центральной гнилью более 0,4 диаметра торца.

Кряжи большого диаметра при высокой степени пораженности более рационально раскраивать круговым способом (см. рис. 6.2). При этом способе пропилы выполняют в двух и более плоскостях, что позволяет лучше использовать периферийную здоровую зону бревна. Круговой способ позволяет получить наибольшее количество тангенциальных тарных дощечек.

К недостаткам кругового способа раскряя следует отнести большое число пропилов, выполняемых на головном станке, что снижает его производительность по пропуску сырья, особенно при выработке короткомерной пилопродукции.

При наличии крупных пороков в центральной зоне бревна рекомендуется раскраивать лесоматериалы комбинированным брусовско-сегментным способом. В пределах распространения центральной гнили из кряжа выпиливается лафет, который затем раскраивается на трехкантные бруски с удалением вырезки из пораженной части. Полученные при первичном раскряе сегменты раскраиваются на бруски и уголки, из которых затем выпиливают дощечки тары, заготовки или балансы.

#### 6.4. ТЕХНОЛОГИЯ, СХЕМЫ ПОТОКОВ И ЦЕХОВ ПО ПЕРЕРАБОТКЕ НИЗКОКАЧЕСТВЕННОГО СЫРЬЯ

Технологический процесс цехов по переработке низкокачественного сырья на короткомерную пилопродукцию включает следующие основные операции: подготовку и подачу лесоматериала в цех; первичный раскрай кряжей, раскрай промежуточных материалов (брюсков, лафетов, досок и др.); формирование толщины, ширины и длины полуфабрикатов, укладку полуфабрикатов в пакеты и сушильные штабели, сушку полуфабрикатов с последующей нормализацией внутренних напряжений; окончательное формирование размеров пилопродукции; сортировку, пакетирование, хранение и отгрузку потребителю; утилизацию древесных отходов.

Особенности условий работы тарных цехов лесозаготовительных предприятий заключаются в ограниченности или отсутствии промежуточных запасов сырья и в большом разнообразии его размеров и качества. Трудности обеспечения подбора сырья по качеству и размерам ограничивают, а в ряде случаев вообще исключают возможность применения в качестве головных станков одних только лесопильных рам. В связи с этим для переработки низкокачественного сырья на лесозаготовительных предприятиях наиболее приемлемы

индивидуальные способы раскюя. Ответственной задачей формирования потока переработки такого сырья является выбор основного технологического и вспомогательного транспортного оборудования, рациональное размещение его в цехе, т. е. создание таких условий, при которых возможны высокая пропускная способность потока и наибольший выход продукции повышенного качества.

Основное технологическое оборудование (тип, количество) подбирается в соответствии с заданной производительностью. В качестве основной расчетной единицы, определяющей производительность потока, принимают головной станок. Массивность и значительные габариты, а также многообразие размеров обрабатываемых в потоке полуфабрикатов делают целесообразным соблюдение принципа непрерывности движения материала. Каждая последующая операция в этом случае следует за предыдущей без образования сколько-нибудь значительных промежуточных запасов, требующих больших трудозатрат при обеспечении поштучной выдачи заготовок.

Расчет производительности и выбор станков потока необходимо вести, исходя из условия, что на каждый последующий станок или группу станков поступает возрастающее количество заготовок, меньших по своим размерам. В связи с этим для обеспечения расчетной пропускной способности потока каждый последующий станок должен выполнять операции, число которых возрастает пропорционально числу деталей. Поэтому в потоке на данной технологической операции вместо одного станка устанавливают два и более. Однако изменчивость характеристики перерабатываемого сырья (размеры, качество), а также различная производительность станков, установленных в потоке на отдельных операциях, вызывают диспропорции в загрузке оборудования. Этим в основном объясняется сравнительно низкий уровень использования тарных станков, составляющий, по данным ЦНИИМОД, 23...39 %.

Одним из путей повышения уровня использования станочного оборудования тарных потоков является создание оптимизированных межоперационных запасов полуфабрикатов, позволяющих снизить простой станков, уменьшить влияние кратковременных остановок отдельных станков на общую производительность потока. Для создания межоперационных запасов необходимы специальные устройства, обеспечивающие механизированное накопление и последующую выдачу заготовок на обработку.

Эффективность работы всего потока обеспечивается не только правильным подбором оборудования по производительности, межстаночными связями и механизацией буферных устройств, но и обеспечением уборки различного рода отходов производства от мест их образования.

Для тарных цехов вопрос уборки отходов приобретает особое значение в связи с тем, что при переработке низкокачественной древесины количество образующихся отходов превышает количество получаемой продукции. Уборка отходов должна быть организована таким образом, чтобы она не требовала большого внимания и усилия со стороны рабочего, занятого выполнением основной операции.

В тарных цехах лесозаготовительных предприятий межоперационные запасы формируются вручную, путем укладки заготовок на подстопные места, тележки, столы, конвейеры и брусосперекладчики. Расчет площади под межоперационный запас ведется исходя из объема и высоты штабеля (стоп) запаса. С учетом удобства работы станочника высота штабеля принимается 0,5...1,5 м. Коэффициент использования объема при укладке заготовок находится в пределах 0,7...0,9.

Особенно трудоемкими являются операции комплектования и обвязки пачек тарных заготовок, выполняемых до настоящего времени вручную. Разработка и внедрение механизированных систем группировки и увязки деталей сдерживаются чрезмерно большой номенклатурой типоразмеров ящичной тары.

Укладку тарных заготовок целесообразно вести в кассеты, контейнеры или барабаны с центральным грузовым стержнем, удобные для погрузки в вагоны краном, тельфером или автопогрузчиком. На предприятиях Минлеспрома СССР изготавливается около 60 % общего количества тарных комплектов. В отрасли действуют тарные цеха преимущественно малой мощности с годовым объемом переработки 5...10 тыс. м<sup>3</sup> сырья. Уровень механизации производственных процессов при этом составляет 10...20 %.

В сложившейся обстановке важнейшими условиями повышения эффективности производства тары является его концентрация и специализация. Укрупненные специализированные цеха позволяют существенно снизить себестоимость продукции, улучшить ее качество, рационально использовать отходы производства.

Головным станком тарных потоков чаще всего является шпалорезный станок ЦДТб. В этих случаях технологическая последовательность операций раскроя сырья принимается следующей. Выпиленные на головном станке брусья по ленточному конвейеру подаются на лесопильную тарную раму РТ-36 (РТ40). Межоперационный запас брусьев располагают на поперечном роликовом конвейере, установленном между ленточным конвейером и впередирамным рольгангом. Полученные на тарной раме пачки дощечек (в долготье) раскряжевываются на торцовочном станке ЦМЭ. Сдерживающим участком такого потока является роспуск брусьев на дощечки, поэтому для повышения производительности на этой операции в потоке устанавливают две тарные рамы и два торцовочных станка. При этом каждую

раму рекомендуется специализировать по виду перерабатываемого сырья. Например, к одной раме подавать двухкантные брусья, к другой—горбыли.

В связи с тем, что головные станки ЦДТ6 на первичном раскрое не обеспечивают необходимой точности бруса или лафета, для окончательного формирования ширины тарной дощечки в потоке необходимо устанавливать прирезные станки ЦА.

Если используется сегментный способ раскряя сырья, то выпиленные сегменты распускают на трехкантные бруски на пятипильном круглопильном станке Ц5Д7, имеющем достаточную высоту пропила (180 мм). Толщина брусков в этом случае формируется с необходимой точностью, так как она определяет ширину тарных дощечек и клепки. Последующий раскрай брусков выполняется на пятипильном станке ЦДК-5 с высотой пропила 100 мм. Остатки от сегментов в виде уголков торцуют на равные или кратные длине дощечки отрезки и затем перерабатывают на тарно-делительном станке ТДС-2 или Ц-6.

В тарных цехах наряду с круглопильными станками в качестве головного оборудования часто используют лесопильные рамы (одноэтажные коротышевые и двухэтажные). Промежуточная продукция, получаемая на лесопильных рамках, имеет высокую точность размеров и качество поверхности пропила, что важно для формирования окончательных размеров деталей тары. Применение лесопильных рам особенно эффективно при раскрайе круглых лесоматериалов брусовым способом.

Коротышевые лесопильные рамы РК используют для раскряя кряжей длиной от 1 м. При поштучном раскрайе, особенно крупномерного сырья, эффективно применение в качестве головных ленточнопильных станков ЛБ150, которые обладают высокой точностью распиловки и малой шириной пропила. Их использование вместо круглопильных станков обеспечивает повышение выхода тарной продукции на 20...25 %.

Для условий нижних складов эффективной является переработка древесины в комбинированных лесопильно-тарных или шпалорезно-тарных цехах. Древесное сырье в таких цехах используется наилучшим образом. Отбракованные пиломатериалы, вырезки и горбыли с лесопильного или шпалорезного потоков направляются на тарный поток и перерабатываются вместе с тарными полуфабрикатами.

В производстве шпал используется сырье диаметром свыше 26 см, поэтому выход шпального кряжа на нижних складах леспромхозов невелик, особенно в европейской части страны. В связи с этим для более полной загрузки головного оборудования шпалорезных потоков целесообразно в одном цехе организовать производство шпал и тарных комплектов. В этом случае отпадает необходимость в выпиливании шпальной вы-

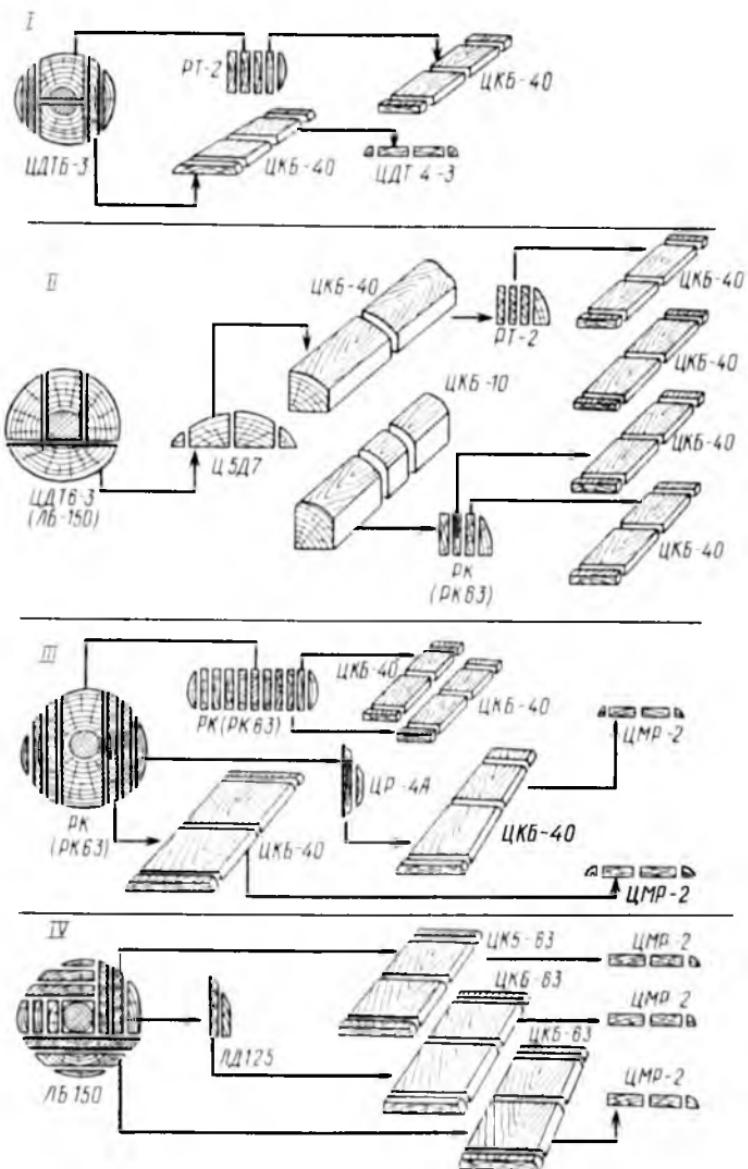


Рис. 6.3. Основные структурные схемы технологических потоков производства короткомерных заготовок и деталей тары

резки, а полученный крупномерный (утолщенный) горбыль можно использовать для выработки тарной дощечки и заготовок.

Наиболее распространенные основные технологические схемы производства заготовок и деталей тары из низкокачественного сырья приведены на рис. 6.3. Технологическая схема А и

состав оборудования обеспечивают переработку круглых лесоматериалов III сорта (ГОСТ 9463—88, ГОСТ 9462—88) и технологических дров диаметром до 30 см и длиной 0,8...2 м. Расчетная сменная производительность потока по распилу сырья составляет  $12 \text{ м}^3$ , по выходу пилопродукции —  $3,8 \text{ м}^3$ . Количество рабочих на поток 10 чел.

Для переработки низкокачественных кряжей диаметром от 30 до 80 см на заготовки и тарные комплекты рекомендуются технологическая схема Б и соответствующий комплект оборудования. Производственный поток на базе этой схемы обеспечивает переработку  $80 \text{ м}^3$  сырья в смену с получением  $23,3 \text{ м}^3$  пилопродукции. Количество обслуживающего персонала составляет 32 чел.

Технологическая схема В и комплект оборудования предназначены для переработки круглых лесоматериалов III сорта диаметром 12...36 см на черновые заготовки толщиной от 16 до 60 мм и длиной более 0,4 м. Поток на базе схемы В рассчитан на переработку  $75 \text{ м}^3$  сырья в смену и получение  $26 \text{ м}^3$  заготовок. Персонал потока составляет 33 чел.

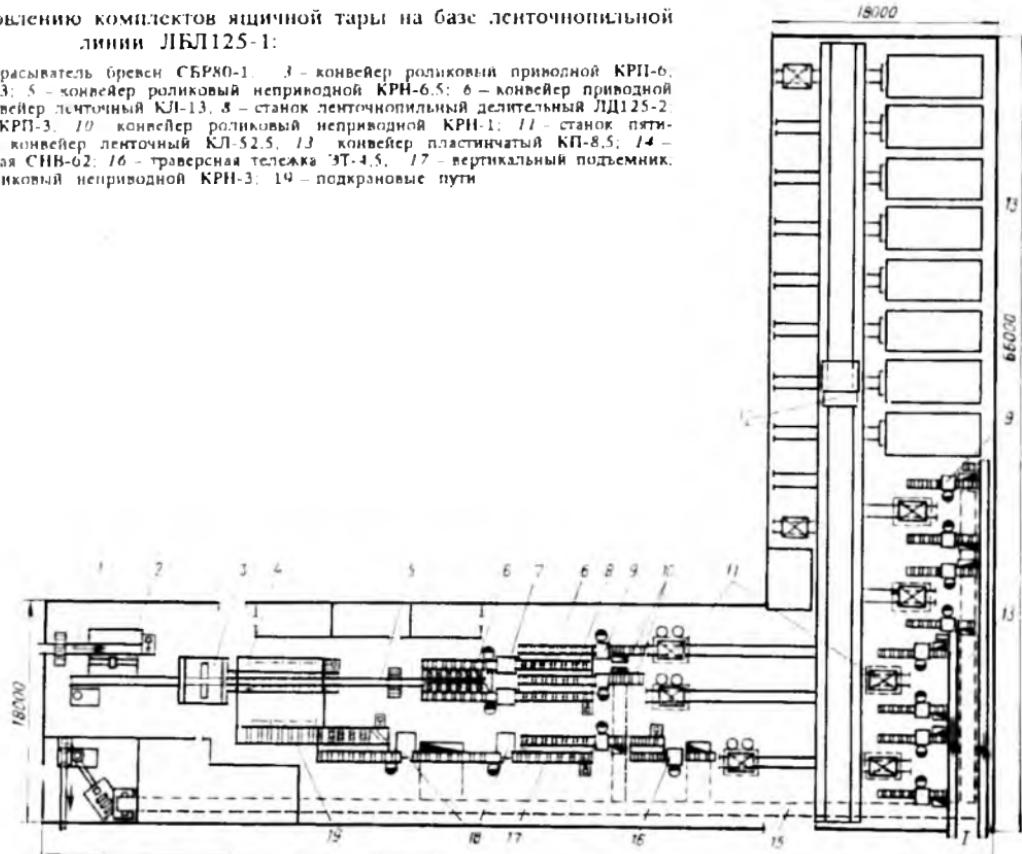
Технологическая схема Г на базе ленточнопильного станка ЛБ150 предназначена для индивидуального раскюя круглых лесоматериалов III сорта (ГОСТ 9463—88, ГОСТ 9462—88) и низкокачественного сырья диаметром от 18 до 30 см. Продукцией потока являются черновые заготовки толщиной от 10 до 60 мм и длиной 0,4 м. Производительность по распилу сырья составляет 65 м в смену. Численность персонала — 28 чел.

На базе наиболее прогрессивного оборудования, выпускаемого отечественной промышленностью и подлежащего освоению в 1990—1996 гг., разрабатываются прогрессивные технологические процессы по производству тары из низкосортных круглых лесоматериалов, которые могут быть использованы как при проектировании, так и при реконструкции действующих тарных цехов [20].

Технологический процесс цеха (рис. 6.4) изготовления ящичных комплектов на базе ленточнопильной линии ЛБЛ125-1 предполагает переработку круглых лесоматериалов хвойных и лиственных пород II и III сортов (ГОСТ 9463—88, ГОСТ 9462—88) диаметром от 24 см и выше (расчетный диаметр 28 см), длиной до 6,5 м (расчетная длина 4 м). Продукцией этого потока являются комплекты ящичной тары толщиной 8...10 мм. На ленточнопильной линии ЛБЛ125-1 выпиливаются доски трехкратной толщины, которые затем расторцовываются на отрезки кратной длины. Распиловка отрезков досок на заготовки необходимой толщины производится на ленточнопильных станках ЛД125-2, установленных последовательно.

Рис. 6.4 Схема цеха по изготовлению комплектов ящичной тары на базе ленточнопильной линии ЛБЛ125-1:

1 — конвейер цепной БА-4М; 2 — сбрасыватель бревен СБР80-1; 3 — конвейер роликовый приводной КРП-6; 4 — конвейер цепной поперечный КВ-3; 5 — конвейер роликовый неприводной КРН-6,5; 6 — конвейер приводной с винтовыми роликами КРВ-3; 7 — конвейер ленточный КЛ-13; 8 — станок ленточнопильный делительный ЛД125-2; 9 — конвейер роликовый приводной КРП-3; 10 — конвейер роликовый неприводной КРН-1; 11 — станок пятипильный кругопильный Ц5Д 8; 12 — конвейер ленточный КЛ-52,5; 13 — конвейер пластинчатый КП-8,5; 14 — лаборатория; 15 — камера лесосушильная СНВ-62; 16 — трансверсальная тележка ЭТ-4,5; 17 — вертикальный подъемник; 18 — конвейер роликовый неприводной КРН-3; 19 — подкрановые пути



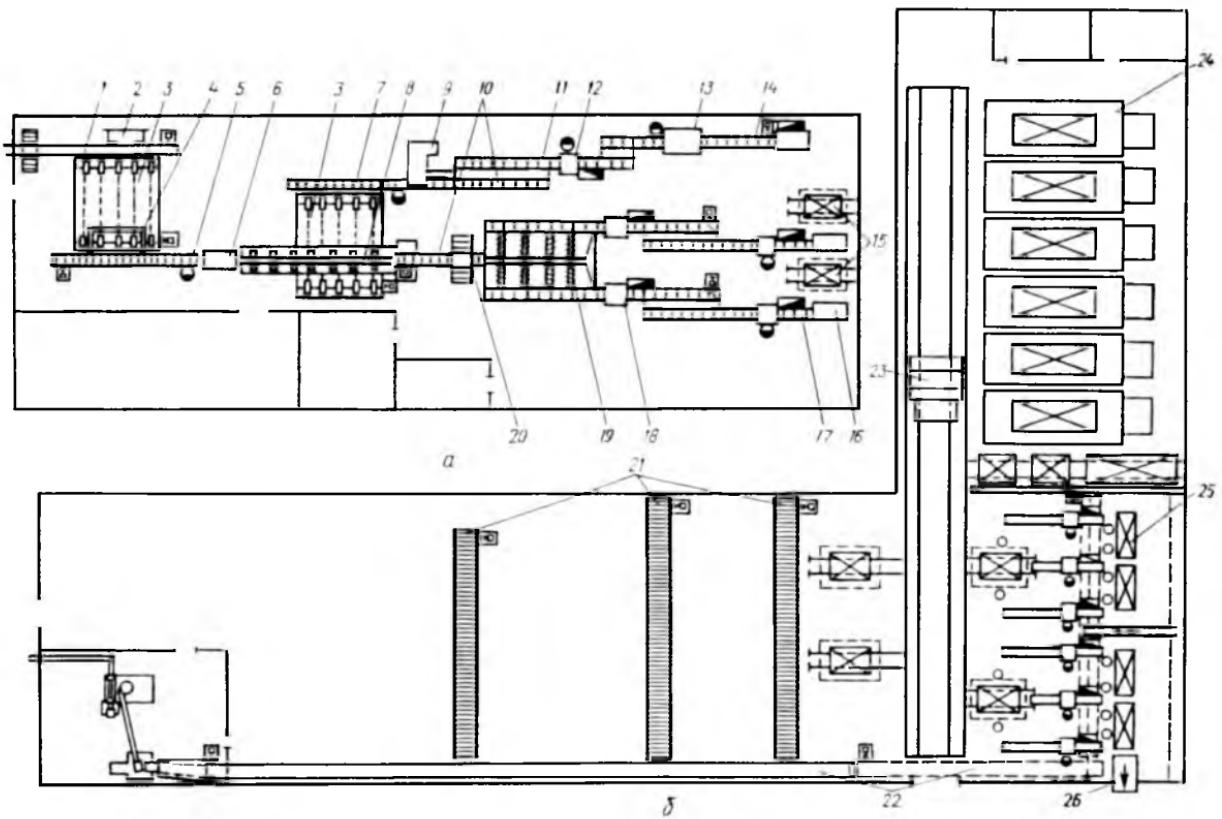


Рис. 6.5. Схема цеха по производству ящичной тары на базе двухпильного круглопильного станка Б2Ц-2:

а—II этаж; б—I этаж; 1—конвейер цепной БА-ЗМ; 2—сбрасыватель СБР80-1; 3—конвейер поперечной ТЦП-5; 4—кантователь бревен; 5—конвейер впередистаночный; 6—головной станок для бревен Б2Ц-2; 7—конвейер роликовый неприводной КРН-6,5; 8—конвейер разделительный ПРДП-63; 9—станок ленточнопильный ЛД125-1; 10—конвейер роликовый приводной КРП-6,5; 11—конвейер роликовый неприводной КРН-35; 12—станок торцовочный ЦКБ40-1; 13—станок пятипильный Ц5Д-8; 14—конвейер роликовый приводной КРП-5; 15—подъемники для погрузки и разгрузки штабелей на траках Л214-5; 16—стол сортировочный; 17—конвейер роликовый неприводной КРН-2; 18—станок многопильный для продольного раскряя; 19—конвейер разделительный КР-65; 20—мостик переходной; 21—конвейеры пластинчатые; 22—конвейеры ленточные для кусковых отходов; 23—траверсная тележка ЭТ-4,5; 24—камера лесосушильная Урал72-2СМ; 25—форма для транспортировки пакета; 26—склад готовой продукции

#### Технико-экономические показатели цеха на базе линии ЛБЛ125-1

Годовая программа (ящичные комплекты), тыс. м <sup>3</sup>	12,5
Товарная продукция, тыс. р.	765,5
Расход сырья (всего), тыс. м <sup>3</sup>	30,0
в том числе лесоматериалы хвойных пород	14,7
Общая численность персонала, чел.	75
в том числе производственных рабочих	47
Площадь цеха, тыс. м <sup>2</sup>	1,6
Производственная площадь, тыс. м <sup>2</sup>	1,4
Выработка в смену на одного производственного рабочего, м <sup>3</sup>	1,1
Полная себестоимость продукции, тыс. р.	530,4
Прибыль, тыс. р.	235,1

Технологический процесс цеха по изготовлению комплектов тары (рис. 6.5) на базе двухпильного круглопильного станка Б2Ц-2 (или Ц2К-М Софринского ЭМЗ Минлесхоза РСФСР) рассчитан на переработку тонкомерных бревен диаметром от 10 до 20 см. Технология позволяет широко использовать в тарном производстве тонкомерную древесину, повышает полезный выход пиломатериалов за счет выпиливания из каждого бревна бруса (лафета) оптимального размера. Для расчета показателей цеха в качестве сырья приняты лесоматериалы хвойных и лиственных пород II и III сортов (ГОСТ 9463—88 и ГОСТ 9462—88) со средним диаметром 16 мм, расчетной длиной 4 м. Продукцией цеха являются ящичные комплекты деталей толщиной 10 мм.

#### Технико-экономические показатели цеха на базе круглопильного станка Б2Ц-2

Годовой выпуск комплектов тары, тыс. м <sup>3</sup>	17,0
Расход сырья (всего), тыс. м <sup>3</sup>	40,0
в том числе хвойных пород	12,4
Численность персонала цеха (всего), чел.	99
в том числе производственных рабочих	82
Выработка в смену на одного производственного рабочего, м <sup>3</sup>	0,85
Полная себестоимость продукции, тыс. р.	706,5
Прибыль, тыс. р.	268,6

На предприятиях объединения "Костромалеспром" в тарных цехах используют модернизированные лесопильные рамы с уве-

личенным просветом. В тарной лесопильной раме РТ-36 вместо типовой пильной рамки просветом 360 мм установлена уширенная пильная рамка с просветом 650 мм.

Применение тарных лесопильных рам с уширенным просветом позволяет исключить операцию предварительного деления широких лафетов на части, повысить производительность труда на потоке.

**Технико-экономические показатели цеха по производству комплектов ящичной тары на базе широкопросветных тарных рам**

Годовой выпуск комплектов, тыс. м <sup>3</sup> . . . . .	21,0
Товарная продукция, тыс. р. . . . .	1281,0
Расход сырья, тыс. м <sup>3</sup> . . . . .	33,0
в том числе пиломатериалы:	
хвойных пород III и IV сортов . . . . .	9,9
лиственных пород III сорта . . . . .	23,1
Всего работающих, чел. . . . .	92
в том числе производственных рабочих . . . . .	71
Производственная площадь, тыс. м <sup>2</sup> . . . . .	1,4
Выработка в смену на одного производственного рабочего, м <sup>3</sup> . . . . .	1,24
Полная себестоимость продукции, тыс. р. . . . .	1106,3
Прибыль, тыс. р. . . . .	174,5

Значительный интерес представляет технология цеха (рис. 6.6) изготовления комплектов деревянной тары, разработанная НИЛтартой в порядке реконструкции существующего цеха Пашского леспромхоза объединения "Ленлес". В качестве головных станков первичного раскюя приняты лесопильные рамы РД75-1. В качестве сырья для изготовления ящичных комплектов используются лесоматериалы хвойных и лиственных пород длиной от 4 до 6,5 м. Технологический процесс в цехе осуществляется следующим образом. Подсортированные круглые лесоматериалы со склада подаются в цех продольным цепным конвейером БА-3. После сбрасывания кряжа на впередирамную тележку ПРТ8-2 производится его подача в лесопильную раму, где он распиливается на лафет толщиной, равной ширине тарной дощечки, и горбыли. Далее лафет подается на многопильный станок СБ-15Т. Широкий лафет, не охватываемый поставом пил, через брусосперекладчик поступает на двухпильный обрезной станок Ц2Д-7А, где распиливается на две части и подается для раскюя на многопильный станок СБ-15Т. После станка СБ-15Т получаются заготовки требуемой толщины. Вышедший из станка СБ-15Т блок заготовок (в долготье) подается на восьмипильный торцовочный станок ГСПР16-М8 (рис. 6.7) с роторной подачей заготовок. Торцовочный станок раскраивает блок тарных заготовок на детали требуемых длин.

Заготовки в ячейках ротора станка прижимаются свободно вращающимися ремнями, охватывающими их в процессе раскюя. Пильные головки с ременным прижимом и диски ротора настраиваются в зависимости от длины деталей. От станка детали

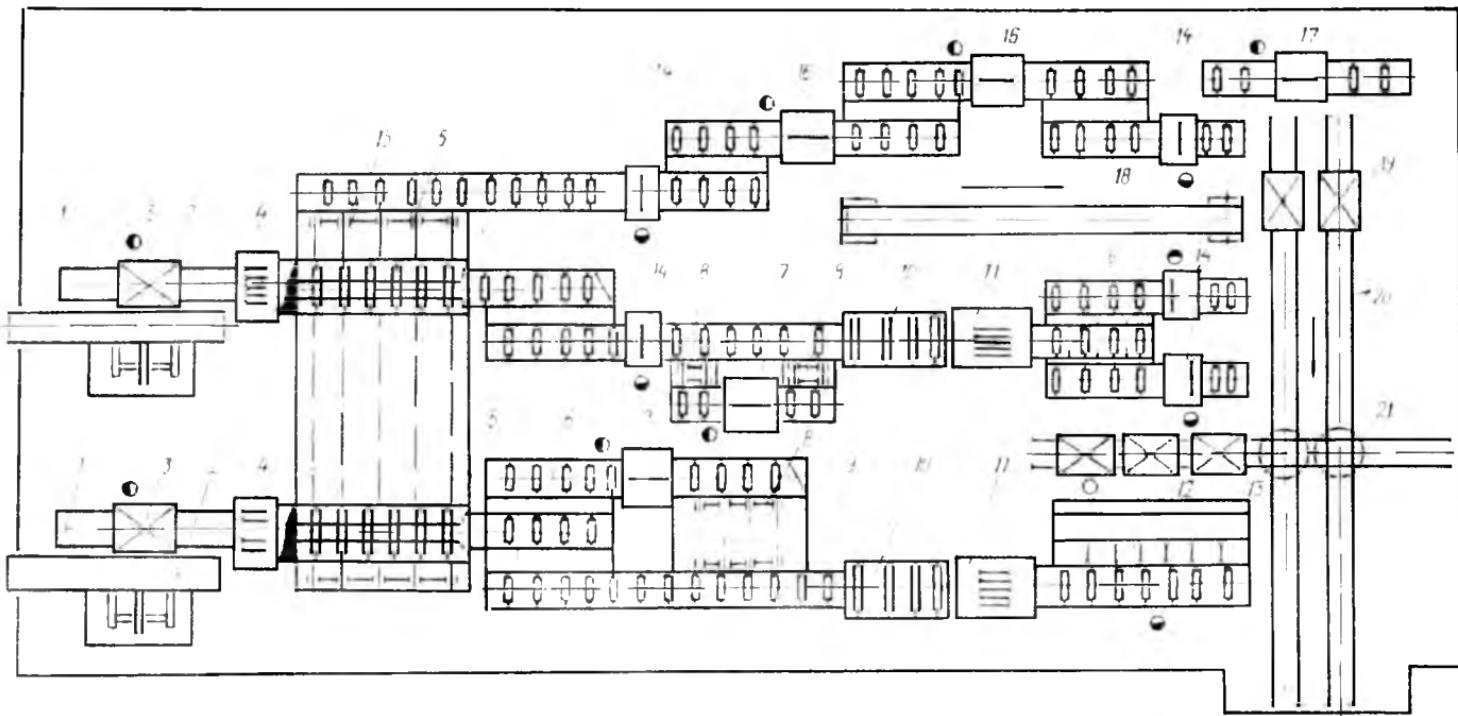


Рис. 6.6 Схема цеха по производству тарных комплектов Пашского леспредприятия объединения "Ленлес".

1 — конвейер продольной односторонней БА-3; 2 — сбрасыватель бревен СБР-4; 3 — талька впередирамная ПРТ-2; 4 — рама тесопильная двухярусная Р75-1; 5 — конвейер роликовый позднестаничный НРД-80; 6 — конвейер с двусторонним брусосперекладчиком; 7 — станок обрезной двухпильный Ц2Д-5А; 8 — конвейер цепной поперечный; 9 — конвейер роликовый приводной; 10 — подаватель с центрирующим устройством; 11 — станок круглопильный многошлифовальный СБ-15Т; 12 — станок круглопильный ГСП-1с-М8; 13 — конвейер цепной наклонный; 14 — станок торцовочный ЦКБ-40; 15 — конвейер цепной поперечный; 16 — станок делительно-реечный ЦА-2А; 17 — станок для изготовления трапециевидной планки; 18 — конвейер ленточный; 19 — транспортный извоз; 20 — универсальный путь; 21 — поворотный круг.

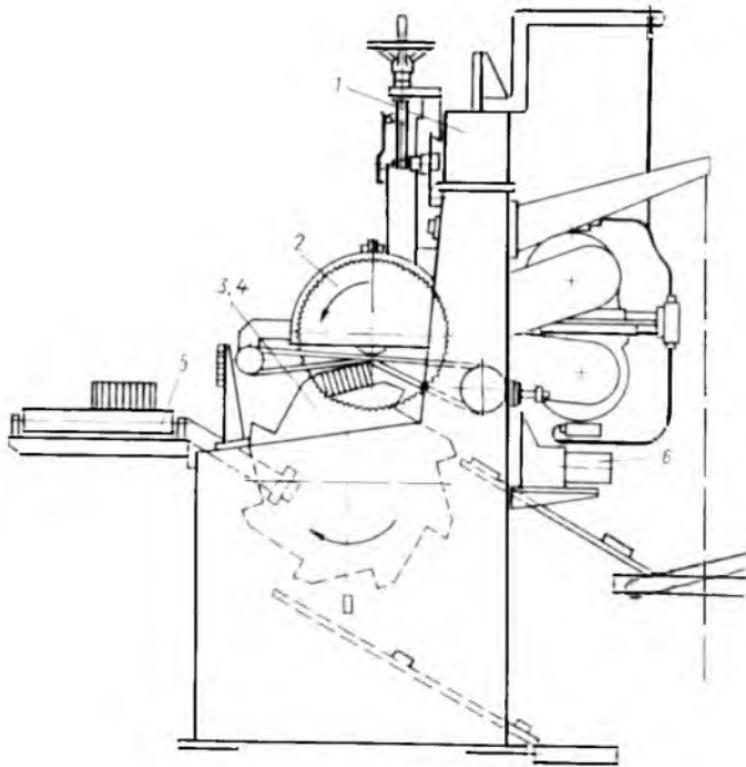


Рис. 6.7. Схема восьмипильного торцового станка ГСПР16-М8:

1 — станина; 2 — пила; 3, 4 — роторные валы; 5 — роликовые приставки; 6 — пневмоцилиндр

цепным наклонным конвейером подаются на сортировочный стол, где их сортируют и укладывают в транспортный пакет.

Кряжи длиннее 4 м поступают на второй поток, отличающийся от первого тем, что на нем установлены позиционные торцовочные станки ЦКБ-40, для предварительного и окончательного раскюра пиломатериалов.

#### Технико-экономические показатели цеха

Годовая программа (комплекты ящичной тары), тыс. м <sup>3</sup>	12,1
Товарная продукция, тыс. р.	1110,3
Расход сырья, тыс. м <sup>3</sup>	29,6
в том числе лесоматериалы:	
хвойных пород . . . . .	8,9
лиственных пород . . . . .	20,7
Количество работающих, чел.	65
в том числе производственных рабочих . . . . .	48
Выработка на одного производственного рабочего в смену, м <sup>3</sup>	1,0

Цех по производству тарных ящичных комплектов с применением многопильных станков СБ-15Т и ГСПР16-М8 для

продольного и поперечного раскroя пиломатериалов в Пашском леспромхозе введен в эксплуатацию.

Приведенные технико-экономические показатели цехов с использованием прогрессивного головного оборудования по раскрою круглых лесоматериалов значительно выше показателей существующих тарных цехов, средняя выработка комплектов тары на одного рабочего в смену на которых не превышает  $0,5 \text{ м}^3$ . В большинстве цехов производство тары убыточно. Следовательно, для повышения эффективности тарного производства необходимо совершенствовать технологию на базе прогрессивного высокопроизводительного оборудования.

## 6.5. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ЗАГОТОВОК И ДЕТАЛЕЙ ДЕРЕВЯННОЙ ТАРЫ

В технологических потоках раскроечных цехов для переработки низкокачественной древесины используют станки трех основных типов. Круглопильные, ленточнопильные и лесопильные рамы. Наиболее широко распространены лесопильные и тарные рамы, круглопильные станки для продольной и поперечной распиловки древесины. Из большой гаммы оборудования, выпускаемого отечественной промышленностью, целесообразно рассмотреть лишь те модели станков для продольного деления древесины, которые чаще всего используют в раскроечных и тарных цехах лесозаготовительных предприятий.

**Лесопильная рама РК63-1** применяется как головной станок тарных потоков и предназначается для распиловки на доски коротких бревен и брусьев длиной от 1 м.

Подача у рамы непрерывная, ее величина изменяется переключением коробки скоростей, что обеспечивает требуемое качество пиломатериалов при распиловке бревен различного диаметра.

Рама состоит из сварной станины и установленных на ней боковин, соединенных между собой верхними и нижними связями. Главный вал установлен на станине в двух роликовых сферических подшипниках и получает вращение от электродвигателя через клиноременную передачу. На концах вала укреплены маховики с кривошипными пальцами. Главный вал размещен с диксиалом по отношению к пильной рамке. Нижние головки шатунов установлены на кривошипных пальцах в сферических роликовых подшипниках, верхние головки шарнирно соединены с цапфами верхней поперечины пильной рамки.

Распиливаемый лесоматериал подается четырьмя парами подающих вальцов. Из них четыре нижних и два верхних приводные. Нижние вальцы врашаются от редуктора привода подачи, верхние — от нижних вальцов посредством цепной передачи. Подъем и опускание, а также прижим верхних вальцов гидрофицированы.

Подача сырья на распиловку в лесопильную раму и уборка

полученных пиломатериалов производится на впереди- и позадирамных зажимных и поддерживающих тележках. Рама монтируется на бетонном фундаменте.

#### Основные технические данные лесопильной рамы РК63-1

Ширина просвета пильной рамки, мм . . . . .	630
Ход пильной рамки, мм . . . . .	410
Диаметр распиливаемого бревна, мм . . . . .	80...380
Длина распиливаемых бревен, м . . . . .	1,0...7,5
Наименьшая толщина выпиливаемой доски, мм . . . . .	16
Наибольшее число пил в поставе, шт. . . . .	12
Просвет между верхними и нижними вальцами, мм:	
наименьший . . . . .	60
наибольший . . . . .	550
Мощность электродвигателей, кВт:	
привода механизма резания . . . . .	51
механизма подачи . . . . .	5,5
Габарит, мм . . . . .	2320 × 2450 × 2320
Масса, кг . . . . .	6700

**Лесопильная рама РТ-36** используется в тарном производстве, домостроении и других деревообрабатывающих производствах. Предназначена для распиловки брусьев на тарные дощечки толщиной от 6 мм.

Рама имеет непрерывную подачу, величина которой изменяется переключением коробки скоростей, что дает возможность обеспечивать необходимое качество поверхности пропила при распиловке сырья различного диаметра. Все узлы рамы смонтированы на станине, состоящей из двух литых боковин, соединенных между собой горизонтальными связями. Одношатунная конструктивная схема рамы с креплением шатуна по центру главного вала (коленчатого) и пильной рамки уменьшает массы движущихся частей механизма резания, снижает силы инерции, улучшает условия распределения усилий.

Вальцы механизма подачи приводятся в движение от отдельного двухскоростного электродвигателя через коробку скоростей. Верхние вальцы поднимаются с помощью штурвала на требуемую высоту в зависимости от толщины распиливаемого бруса.

Лесопильная рама и электродвигатель главного движения устанавливаются на фундаменте. Впереди- и позадирамные роликовые конвейеры обычно устанавливают на деревянной эстакаде.

#### Основные технические данные лесопильной рамы РТ-36

Просвет пильной рамки, мм . . . . .	360
Наибольшая толщина распиливаемого бруса, мм . . . . .	200
Длина распиливаемого бруса, м . . . . .	0,8...4,0
Наибольшее количество пил в поставе, шт. . . . .	16
Общая установленная мощность, кВт . . . . .	24,4
Габарит с околоврамным оборудованием, мм . . . . .	7760 × 2500 × 2125
Масса с околоврамным оборудованием, кг . . . . .	4010

**Круглопильный станок ЦДТ6-4** предназначен для продольной распиловки бревен длиной от 1,8 до 6,5 м на шпалы и брусья, а также используется в качестве головного станка для первичного раскroя низкокачественной древесины в тарных цехах.

Станок состоит из механизма пиления, включающего два пильных вала — основной и дополнительный, тележки для закрепления кряжа и подачи его на распиловку, поперечного двухцепного конвейера (питателя) и сегментного кантователя кряжей.

В отличие от предыдущей модели станка (ЦДТ6-3) на зажимной тележке ЦДТ6-4 установлены нижние зажимные крючья, исключающие поворот кряжа при зажиме. Реечный кантователь кряжей заменен сегментным, обладающим целым рядом преимуществ. Внесены также изменения и улучшения в привод зажимной тележки, механизм пиления. Производительность станка ЦДТ6-4 зависит от диаметра распиливаемого кряжа, схемы раскroя сырья. Для условий производства шпал она составляет 50 шпал в 1 ч. Станок обеспечивает распиловку сырья с высотой пропила до 800 мм (с дополнительной навесной пилой) и 500 мм (при одной пиле). Общая установленная мощность на станке ЦДТ6-4 составляет 136,2 кВт. Масса станка 8,7 т.

**Станок ЦДТ5-2** обеспечивает продольную распиловку короткомерных лесоматериалов длиной от 0,5 до 2,0 м диаметром до 32 см. Основные узлы станка смонтированы на сварной раме. Станок состоит из механизма пиления с электроприводом, тележки с приводом продольной и поперечной подачи. Тележка сварной конструкции перемещается по направляющим, установленным в верхней части станины. Одна из направляющих имеет призматическое, другая плоское сечение. У тележки пять пар катков в форме обода, сечение которого соответствует сечению направляющей. Привод тележки в возвратно-поступательное движение осуществляется подающим механизмом, состоящим из вала, двух барабанов, фрикционной муфты с переключателем, служащим для автоматического или ручного реверсирования движения тележки. Приводной канат охватывает барабаны и крепится концами к передней и задней поперечинам рамы тележки. Направление движения тележки определяется сцеплением одной из конусных фрикционных муфт. Поперечное перемещение каретки с закрепленным распиливаемым материалом производится по направляющим, закрепленным на раме тележки. На переднем швеллере каретки размещены торцевые зажимы (захваты) для крепления чурakov. Передний зажим выполнен в виде гребенки, закрепленной на швеллере. Задняя зажимная гребенка перемещается вдоль опорного швеллера и стопорится в нужном положении подпружиненным штифтом. Каретка с зажатым кряжем после выполнения пропила перемещается штурвалом или автоматически в поперечном направлении на толщину отпиливаемого материала.

Положение плоскости пилы, расположенной на пильном валу, может изменяться при перемещении корпусов подшипников вала, чем обеспечивается необходимая величина угла встречи. Вслед за пилой установлены расклинивающий нож и антивибраторы.

Станок ЦДТ5-3 имеет аналогичное назначение, что и ЦДТ5-2, его конструкция несколько улучшена, что повысило точность выполнения пропила, создало условия для большего удобства обслуживания и управления станком. Из внесенных изменений в конструкцию станка отметим наиболее важные.

Для обеспечения большей точности выполнения пропила направляющие перемещения тележки и катки (колеса) заменены роликовыми шинами, по которым перемещается тележка. Диаметр пильного диска увеличен до 1000 мм. Привод тележки переведен на гидравлику, которая обеспечивает бесступенчатое регулирование скорости подачи. Поперечное перемещение каретки с зажатым кряжем также осуществляется от гидропривода, что повысило точность установки кряжа под распиловку до 1...2 мм (вместо 3...5 мм).

Пятипильный станок Ц5Д-8 предназначен для продольного раскряя брусьев и сегментов на бруски. Станок может быть также использован для обрезки кромок досок с одновременным делением их по ширине. В комплект станка входит впередистаночный механизированный стол для приема и ориентации подаваемых заготовок. Станок имеет сварную коробчатую конструкцию, на которой смонтированы пильный вал, подающие вальцы, механизм управления перемещением, механизм подъема верхних подающих вальцов, когтевая и пластинчатая защита. Подача материала в процессе пиления осуществляется пятью вальцами, из которых три нижних образуют уровень базирующего стола. Верхние вальцы диаметром 306 мм имеют рифленую поверхность и установлены на концах качающегося коромысла, обеспечивающего их выкатывание на распиливаемый материал различной толщины.

В случаях резкого перехода от минимальной к максимальной толщине материала для обеспечения непрерывной подачи станок имеет механизм автоматического подъема верхних вальцов, включающийся от следящего рычага, установленного на валу когтевой защиты. Привод подающих вальцов осуществляется от гидросистемы с бесступенчатым регулированием скорости подачи.

Пильный вал станка установлен на трех подшипниковых опорах, одна из которых ( крайняя правая) при замене пил снимается и отводится на шарнире в сторону. Механизм пиления включает два пильных блока — подвижный, состоящий из трех пил, и неподвижный — из двух пил. Расстояние между полотнами пил в блоках регулируется установкой кольцевых прокладок. Подвижный блок пил перемещается при помощи

гидросистемы. Положение пил фиксируется на указателе. Впередистаночный механизированный стол, входящий в комплект станка, имеет семь неприводных роликов, шесть подъемных цепных секций, передвижную линейку для ориентации распиливаемого материала и механизм подачи с верхним прижимным подающим роликом.

Цепные секции стола расположены между опорами буферной горки, с которой при подъеме цепей материал, подлежащий распиловке, подается на ролики стола. После ориентации материала по направляющей линейке приводной ролик прижимает его к роликам и подает в станок.

**Двухпильный обрезной станок Ц2Д-5А** с загрузочным столом предназначен для продольной обрезки одновременно двух кромок необрезной доски. Обрезной станок преимущественно используется в лесопильных цехах и устанавливается за лесопильной рамкой второго ряда. В тарных цехах станок Ц2Д-5А используется для развода брусьев и горбылей на бруски, а при некотором конструктивном изменении — в тарном потоке вместо лесопильной тарной рамы РТ-36, имеющей относительно низкую производительность. В этом случае реконструируют механизм пиления с установкой на валу до 15 пил. Мощность привода механизма пиления увеличивается до 75...100 кВт. Производительность реконструированного станка на выпиловке дощечек толщиной 8...10 мм достигает 25...30 м<sup>3</sup> в смену.

**Прирезной пятипильный станок ЦДК5-2** с гусеничной подачей используется для чистовой распиловки брусков, досок и реек одновременно на несколько частей. Основные узлы станка размещены на станине коробчатой формы. Механизм подачи гусеничного типа с бесступенчатым изменением скорости подачи. Поверхность пластинчатых звеньев гусениц рифленая.

Для точного направления и базирования распиливаемого материала на поверхности стола установлена передвижная линейка. Пильный вал располагается в верхней секции шарнирно закрепленной станины. Перед пилами и за ними расположены прижимные ролики, оси которых закреплены на суппорте. В процессе распиловки материал дополнительно удерживается прижимом, установленным перед пилами. Вместе с пилами и двумя парами прижимных вальцов верхняя часть станины перемещается по высоте в зависимости от толщины распиливаемого материала. По высоте пилы установлены таким образом, что верхняя часть зубьев всегда выступает за нижнюю поверхность распиливаемого материала. В связи с этим гусеничная лента движется по специальным направляющим, которые делают ее "ныряющей" на участке, расположенном против пилы. Чтобы избежать выброса мелких срезков и дощечек из станка, на

**Технические данные круглопильных станков для первичного,  
вторичного и последующего раскроя древесины**

Назначение станка . . . . .	Головные станки потоков	ЦДТ6-4	ЦДТ6-3	ЦДТ5-2	ЦДТ5-3
Марка станка . . . . .	ЦДТ6-4	ЦДТ6-3	ЦДТ5-2	ЦДТ5-3	
Высота пропила, мм:					
наибольшая . . . . .	800	900 (с навес- ной пилой) 100	300	325	
наименьшая . . . . .	100	900 100	50	50	
Ширина распиливаемого материала, мм:					
наибольшая . . . . .	—	900	320	325	
наименьшая . . . . .	—	100	50	50	
Длина распиливаемого материала, мм:					
наибольшая . . . . .	6,5	6,5	2,0	2,0	
наименьшая . . . . .	1,8	2,2	0,5	0,5	
Диаметр пилы, мм:	1250	800	800	1000	
Число пил, шт.	2	2	1	1	
Мощность привода механизма, кВт:					
резания . . . . .	—	95,0	—	30,0	
подачи . . . . .	—	14,0	—	4,0	
Общая установленная мощность, кВт:	136,2	113,4	30,0	36,2	
Габариты, м:					
длина . . . . .	18,82	18,0	6,00	6,4	
ширина . . . . .	6,4	5,5	1,25	2,2	
высота . . . . .	3,93	2,6	1,36	1,3	
Масса, т . . . . .	8,73	7,2	2,20	2,5	

*Продолжение*

Назначение станка . . . . .	Станки для выпи- ливания брусков	Станки для распилювки брусков, горбылей, уголков	Ц5Д-8	Ц2Д-5А	ЦДК-5-2	ЦДК-4-3	ЦМР-2	ЦА-2А
Марка станка . . . . .	Ц5Д-8	Ц2Д-5А	ЦДК-5-2	ЦДК-4-3	ЦМР-2	ЦА-2А		
Высота пропила, мм:								
наибольшая . . . . .	180	100	100	120	100	100	100	
наименьшая . . . . .	30	13	10	10	10	10	10	
Ширина распиливаемого материала, мм:								
наибольшая . . . . .	800	800	300	400	250	300	300	
наименьшая . . . . .	—	—	20	20	20	20	20	
Длина распиливаемого материала, мм:								
наибольшая . . . . .	6,5	7,5	6,5	6,5	—	—	4,0	
наименьшая . . . . .	1,8	1,8	0,45	0,35	0,4	0,4	0,66	
Диаметр пилы, мм:	630	400	250..400	250..400	250..300	250..300	450	
Число пил, шт.	5	2	5	1	7 и 10	7 и 10	1	
Мощность привода механизма, кВт:								
резания . . . . .	75,0	40,0	22,0	13,0	40,0	40,0	10,0	
подачи . . . . .	—	1,7/2,8	2,2	2,5	4,0	4,0	1,0/1,4	
Общая установленная мощность, кВт:	90,5	45,6	24,2	15,5	44,0	44,0	10,8/11,4	
Габариты, м:								
длина . . . . .	16,25	2,14	1,08	2,11	2,44	2,44	1,36	
ширина . . . . .	4,30	1,56	1,74	1,58	2,51	2,51	1,04	
высота . . . . .	1,87	1,40	1,58	1,62	1,61	1,61	1,16	
Масса, т . . . . .	10,90	2,50	2,50	2,00	4,6	4,6	1,08	

входе материала установлена двухрядная когтевая защита. Станок имеет конвейер возврата заготовок, нуждающихся в повторной подаче в станок.

**Многопильный станок ЦМР-2** так же, как и станок ЦДК5-1, оборудован механизмом подачи, выполненным в виде "ныряющей" гусеницы. Станок рассчитан на распиловку материала одновременно несколькими пилами, число которых может доходить до 10.

Для продольной распиловки древесины применительно к тарному производству выпускается несколько моделей нетиповых станков, таких как тарно-развалочный станок ТРС-2, тарно-бронирующий ТБС-2, тарно-делительный ТДС-2 и тарно-универсальный станок СТУ-5.

**Технические данные нетиповых круглопильных станков  
для тарного производства**

Марка станка . . . . .	ТРС-2	ТБС-2	ТДС-2	СТУ-5
Наибольшая высота пропила, мм	300	210	120	80
Число пил, шт.	1	1	1	5
Расчетная производительность в смену, м <sup>3</sup>	30...40	52	10...15	Зависит от вида изделия
Габариты, мм:				
длина . . . . .	4 300	3 000	2 900	1 500
ширина . . . . .	1 000	1 360	1 300	1 000
высота . . . . .	1 500	1 000	820	1 120
Масса, кг . . . . .	2 520	1 360	1 300	4 000

Круглопильные позиционные типовые станки для поперечной распиловки (торцовки) пиломатериалов (ЦКБ-40, ЦПЛ-40, ЦМЭ-2М и др.) широко известны в лесопильно-деревообрабатывающей промышленности и достаточно полно освещены в изданной литературе, поэтому нет необходимости в их описании.

Из новых разработок последних лет по оборудованию для поперечного раскроя заготовок значительный интерес представляет многопильный торцовочный станок ГСПР16-М8 слеперного типа для распиловки пакетов (блоков) тарных заготовок (в дотьете) на тарную дощечку. Станок ГСПР16-М8 (рис. 6.7) отличается тем, что он имеет роторную подачу заготовок "пачкой" в зону резания. Принцип работы станка состоит в следующем. Блок (пакет) заготовок, поступивший от многопильного станка (или тарной лесопильной рамы) на роликовые приставки, сдвигается по склизам до упоров, заготовки захватываются зубьями дисков роторного вала (их 8 шт.), прижимаются ремнями и подаются на пилы. Распиленные детали падают на верхний склиз и поступают на сортировку и упаковку, а отходы — на нижний склиз, откуда конвейером выносятся на переработку.

В поточных линиях по производству комплектов тарных заготовок станок ГСПР16-М8 может устанавливаться с возмож-

ностью загрузки как слева, так и справа. Вынос деталей на сортировку может быть осуществлен как на продольный, так и на поперечный конвейеры. Станок отличается конструктивной простотой, возможностью быстрой переналадки на другой размер деталей тары, удобством в управлении и эксплуатации.

## 6.6. НОРМИРОВАНИЕ РАСХОДА СЫРЬЯ

При всей важности и практическом значении нормирования расхода сырья на производство тарных комплектов постановку этого дела в условиях лесозаготовительных предприятий во многих случаях нельзя считать удовлетворительной. Сложность обеспечения достоверного нормирования объясняется большой изменчивостью характеристики сырья, которое перерабатывается на детали тары. На выход продукции влияют множество факторов, учесть влияние которых с достаточной точностью на выход продукции весьма непросто.

Поэтому в практике обычно пользуются индивидуальными нормами расхода сырья, разработанными применительно к каждому виду сырья. Индивидуальными называются нормы, устанавливающие расход различных видов сырья (круглых лесоматериалов, пиломатериалов и др.) определенных сортов, пород и размеров на единицы вырабатываемой продукции. Индивидуальные нормы разрабатываются в специфицированном и сводном виде применительно к организационно-техническим условиям производства на конкретном предприятии и должны учитывать особенности не только сырья, но и технологии производства, влияющей на выход продукции.

В масштабе производственных объединений используются так называемые групповые (усредненные) нормы расхода сырья. Групповой называется норма, устанавливающая расход сырья на однородную продукцию по группе тарных предприятий, выпускающих эту продукцию.

Она рассчитывается как средневзвешенная величина на основе индивидуальных норм. Групповые нормы применяются при определении лимитов на списание сырья предприятиями, выпускающими тарные заготовки. Они же приводятся в справочной литературе. Так, например, усредненная групповая норма расхода осиновых технологических дров на выработку 1 м<sup>3</sup> тарных комплектов составляет 4,23 м<sup>3</sup> при использовании тарных лесопильных рам и 4,68 м<sup>3</sup> при использовании круглопильных станков. Для тарного кряжа (лесоматериалы III сорта по ГОСТ 9462—88) эти данные будут соответственно равны 3,5 и 3,92 м<sup>3</sup>.

Все эти данные ориентировочные (усредненные) и не должны служить основанием для списания сырья с подотчетов мастеров тарных цехов. Единственным документом для этого должны быть индивидуальные для данного предприятия, по каждому

### 6.3. Групповые нормы расхода дровяной древесины технологического назначения хвойных и лиственных пород в производстве 1 м<sup>3</sup> ящичных комплектов

№ п/п	Характеристика продукции (ящичные комплекты)	Норма расхода, м <sup>3</sup> /м <sup>3</sup>	
		хвойных	мягколиственных, включая березу
1	Нестроганые для овощей и фруктов	3,77	4,08
2	Строганые для масла сливочного	4,78	5,17
3	Нестроганые для продукции легкой и пищевой промышленности	3,73	4,01
4	Нестроганые для продукции производственно-технического назначения	3,51	3,76

### 6.4. Групповые коэффициенты при выработке ящичных комплектов из дровяной древесины технологического назначения

Толщина детали, мм	Групповые коэффициенты в зависимости от характера обработки ящичных комплектов						
	Не-строганых	Строганых					
		По одной пласти	По двум пластям	С трех сторон		С четырех сторон	
<b>Мягколиственные породы, включая березу</b>							
6	4,51	—	—	—	—	—	—
8	4,26	4,84	5,03	4,95	5,10	5,34	5,49
10	4,08	4,49	4,89	4,59	4,73	5,21	5,36
13	3,97	4,27	4,37	4,37	4,48	4,89	4,97
16	3,79	4,03	4,17	4,14	4,28	4,38	4,52
19	3,72	3,92	4,11	4,02	4,13	4,22	4,34
22	3,68	3,80	3,96	3,90	3,90	4,07	4,17
25	3,59	—	—	—	—	—	—
<b>Хвойные породы</b>							
6	4,19	—	—	—	—	—	—
8	3,96	4,49	4,66	4,58	4,73	4,94	5,09
10	3,76	4,16	4,52	4,26	4,38	4,84	4,96
13	3,67	3,96	4,25	4,03	4,16	4,48	4,60
16	3,53	3,73	3,95	3,85	3,96	4,07	4,19
19	3,46	3,64	3,82	3,73	3,82	3,91	4,01
22	3,38	3,59	3,67	3,61	3,70	3,77	3,87
25	3,34	—	—	—	—	—	—

### 6.5. Групповые нормы расхода необрезных пиломатериалов хвойных и лиственных пород, включая березу III...IV сортов (ГОСТ 8486—86) и II...III сортов (ГОСТ 2695—83) в производстве деревянной тары

Характеристика продукции (ящичные комплекты)	Нормы расхода, м <sup>3</sup> /м <sup>3</sup> (по породам)	
	хвойные	мягколиственные, включая березу
Нестроганые для овощей и фруктов	1,46	1,74
Строганые для масла сливочного	1,974	2,25
Строганые для многооборотной тары	1,60	1,92
Строганые для упаковки продукции на экспорт	1,80	2,18
Нестроганые для продукции легкой и пищевой промышленности	1,38	1,67
Нестроганые для продукции производственно-технического назначения	1,22	1,51

## 6.6. Групповые расходные коэффициенты при выработке ящичных комплектов из необретных пиломатериалов хвойных и лиственных пород, исключая березу

Толщина детали, мм	Групповые расходные коэффициенты в зависимости от характера обработки ящичных комплектов						
	нестроганые	строганые					
		с одной пласти	с двух пластей	с трех сторон		с четырех сторон	
				с гладкими кромками	с профильными кромками	с гладкими кромками	с профильными кромками
<b>Хвойные породы (ГОСТ 8486—86, III...IV сорт)</b>							
6	1,61	—	—	—	—	—	—
8	1,50	1,68	2,00	1,76	1,81	2,10	2,16
10	1,42	1,54	1,89	1,62	1,66	1,98	2,04
13	1,38	1,51	1,69	1,59	1,63	1,77	1,82
16	1,22	1,46	1,46	1,52	1,57	1,52	1,57
19	1,22	1,41	1,40	1,48	1,52	1,48	1,52
22	1,22	1,39	1,39	1,46	1,50	1,46	1,50
25	1,22	—	—	—	—	—	—
<b>Мягколиственные породы, включая березу (ГОСТ 2695—83, II...III сорт)</b>							
6	1,97	—	—	—	—	—	—
8	1,86	2,04	2,32	2,14	2,20	2,43	2,50
10	1,78	1,89	2,26	1,98	2,04	2,37	2,44
13	1,70	1,81	1,96	1,91	1,96	2,06	2,12
16	1,46	1,74	1,74	1,82	1,88	1,82	1,88
19	1,46	1,69	1,69	1,78	1,83	1,78	1,83
22	1,46	1,66	1,66	1,75	1,79	1,75	1,79
25	1,46	—	—	—	—	—	—

виду сырья и на каждый тип ящика в отдельности, нормы, разработанные на местах и утвержденные вышестоящей организацией. На предприятиях, где условия производства резко отличаются от оптимальных, следует провести опытные распиловки и установить соответствующие нормативы, которые необходимо согласовать с отраслевой головной научно-исследовательской организацией и утвердить в вышестоящей организации. Помимо норм расхода в производственной практике пользуются еще таким показателем, как расходный коэффициент  $P$ . Эта величина, обратная коэффициенту выхода, и характеризует расход сырья (объем распиленных бревен) на 1 м<sup>3</sup> готовой продукции. Он определяется из выражения:

$$P = V/Q,$$

где  $V$  — объем распиленного сырья, м<sup>3</sup>;  $Q$  — номинальный объем полученной продукции, м<sup>3</sup>.

Эта величина безразмерная. При помощи расходных коэффициентов определяют норму расхода сырья на единицу продукции, например на комплект тары:

$$N = QP = Q/K,$$

где  $Q$  — чистый расход древесины на единицу продукции, т. е. объем древесины в чистоте изделия;  $P$  — расходный коэффициент;  $K$  — коэффициент выхода.

Усредненные групповые нормы расхода дровяной древесины лиственных и хвойных пород, включая березу, в производстве ящичных комплектов приведены в табл. 6.3, расходные коэффициенты в табл. 6.4.

Для производства тарных комплектов и деталей тары на ряде предприятий используются пиломатериалы низких сортов III...IV (ГОСТ 8486—86) и II...III (ГОСТ 2695—83). Расход такого вида сырья также зависит от вида и назначения ящичных комплектов, степени обработки деталей.

Усредненные групповые нормы расхода пиломатериалов хвойных пород (в том числе березы) приведены в табл. 6.5, расходные коэффициенты — в табл. 6.6.

## 6.7. РЕНТАБЕЛЬНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА ДЕРЕВЯННОЙ ТАРЫ

В условиях лесозаготовительных предприятий с высоким содержанием в лесном фонде лиственных пород древесины вопрос использования низкокачественной древесины приобретает особую важность. В данном случае одним из возможных вариантов использования низкокачественных круглых лесоматериалов может быть переработка их на ящичные комплекты и заливную клепку.

Несмотря на то, что удельный вес деревянной тары в общем балансе тарного производства уменьшается, абсолютный объем ее выпуска будет увеличиваться.

Многие лесозаготовительные предприятия стремятся перерабатывать как можно больше древесины, особенно низкого качества, на месте, так как это дает возможность получить дополнительную товарную продукцию и увеличить прибыль.

Однако достижение необходимой рентабельности тарного производства требует обеспечения целого ряда условий. Прежде всего технологические потоки таропиления должны базироваться на современной технологии и высокопроизводительном оборудовании. При этом весь комплекс машин и оборудования должен обеспечивать малоотходность производства с утилизацией неизбежных отходов производства.

В практике работы предприятий хорошие экономические показатели имеют цеха по производству тарных комплектов, работающие в сочетании с другими видами деревообрабатывающих производств (шпалопилением, лесопилением, производством товаров народного потребления).

По результатам обследования тарных цехов ряда леспромхозов себестоимость тарных комплектов, вырабатываемых из

круглых лесоматериалов, складывается из следующих составляющих, %: стоимости сырья — 41, основной и дополнительной зарплаты — 32, затрат на содержание оборудования — 11 %; накладных расходов — 9 %; прочих расходов — 7 %.

Анализ структуры себестоимости производства ящичной тары показывает, что повышения экономической эффективности работы тарных цехов следует добиваться преимущественно за счет улучшения использования древесного сырья и повышения производительности труда.

Организация производства ящичной тары непосредственно в леспромхозах способствует сокращению транспортных расходов, так как при поставке низкокачественного сырья потребителю значительная его часть при переработке превращается в отходы.

Если оценить влияние размеров вырабатываемых заготовок тары на эффективность производства, то оно весьма сложно. При уменьшении размеров деталей тары улучшается использование древесины, вместе с этим повышается трудоемкость их изготовления. Например, уменьшение толщины тарных деталей с 8 до 4 мм позволяет увеличить использование древесины на 4...5 %, в то же время трудоемкость изготовления таких дощечек возрастает на 15...20 %. Цена комплектов также в значительной степени зависит от толщины дощечек.

Опыт ряда лесозаготовительных предприятий показывает, что выработка тарных комплектов из низкокачественной древесины обычно более эффективна, чем выработка пиломатериалов, клепки, колотых балансов и технологической щепы. Если же учесть неоднородность отдельных частей сырья, то эффективность его переработки может быть значительно повышена за счет комплексного использования сырья на продукцию с различными требованиями по качеству.

В этом случае из сырья наряду с тарной дощечкой вырабатываются клепка или мебельные заготовки, а отходы производства используются для выработки технологической щепы.

В связи с неоднородностью качества сырья деление его по целевому назначению (для выработки тарной дощечки, заливной бочковой тары и др.) следует производить не в круглом виде, а в виде полуфабриката — брусков или досок соответствующих размеров.

На эффективность производства тары существенное влияние оказывает тип применяемого оборудования, которое определяет производительность потока и количество образующихся отходов.

Применение ленточнопильных станков в тарном производстве вместо круглопильных увеличивает выход тарных заготовок до 10 % за счет снижения потерь древесины в отходы, уменьшения припусков на обработку и увеличения выпуска кондиционной продукции.

Существенное влияние на эффективность производства ящичной тары в леспромхозах оказывает объем производства, увеличение которого позволяет применять более производительное оборудование, улучшает организацию труда и снижает накладные расходы. По результатам обследования ряда тарных цехов увеличение объема производства тары с 2 до 8 тыс. м<sup>3</sup> в год снижает себестоимость продукции на 20...35 %.

Важным резервом повышения эффективности тарного производства является использование отходов. По данным исследований, при переработке 1 000 м<sup>3</sup> низкокачественной древесины на тарные комплекты из образовавшихся кусковых отходов можно получить около 150...200 м<sup>3</sup> технологической щепы для целлюлозно-бумажной промышленности и древесно-плитного производства.

Для получения из отходов тарного производства технологической щепы во многих случаях целесообразно применение окорки сырья и сортировки по породам. В щепе для ЦБП по ГОСТ 15815—83 ограничивается примесь коры до 1...3 %, а для выработки плит ее содержание допускается до 20 %.

Елово-пихтовая щепа для ЦБП имеет повышенную ценность, поэтому древесину этих пород при переработке следует отсортировывать в случаях, когда организуется сушка пилопродукции в высокотемпературных сушилках. В одной сушильной камере можно помещать породы, для которых режимы сушки примерно одинаковы.

Не следует сушить в одной камере одновременно березовую и сосновую пилопродукцию. Сыре необходимо сортировать как минимум на три группы — хвойные породы, береза и осина.

## 7. ПРОИЗВОДСТВО СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И УПАКОВОЧНОЙ СТРУЖКИ

### 7.1. ПРИМЕНЕНИЕ ИЗМЕЛЬЧЕННЫХ ОТХОДОВ ДРЕВЕСИНЫ В ПРОИЗВОДСТВЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Измельченные древесные отходы используют для получения многих строительных материалов. Ведущее место в использовании измельченных древесных отходов занимают производства древесноволокнистых, древесностружечных плит. Непрерывно растет производство таких строительных материалов из измельченной древесины, как цементно-стружечные плиты, арболит и др.

Несколько десятков лет назад измельченную древесину стали применять для производства таких видов строительных материалов, как песчано-опилочный бетон, стеклодробленочный строительный материал и ксиолит. В последние годы появились новые

направления использования измельченных древесных отходов, такие, как производство прессованного строительного бруса, прессованных строительных деталей и изделий деревообработки, деталей мебели и др.

**Песчано-опилочный бетон** представляет собой смесь органического заполнителя в виде опилок хвойных пород, вяжущего (цемента, извести), минеральных заполнителей (песка, гравия) и минеральных добавок (глины, золы, трепела). Композицию подобранных материалов затворяют водой, тщательно перемешивают, а затем формуют. Песчано-опилочный бетон используют преимущественно в строительстве жилых домов и промышленных построек. Стены домов чаще всего возводят из монолитного песчаного опилочного бетона, для чего изготавливают специальную опалубку, которую заполняют приготовленной смесью и утрамбовывают.

**Стеклодробленочный строительный материал** является смесью дробленки или древесной щепы и жидкого стекла. Для повышения водостойкости изготовленные из стеклодробленочной смеси панели облицовывают силикатной пастой. Технология изготовления строительных панелей из стеклодробленочной смеси включает следующие операции: изготовление из кусковых древесных отходов дробленки или щепы с последующей ее сортировкой и сушкой; приготовление силикатной пасты; изготовление специальных коробок и каркасных брусков; приготовление стеклодробленочной массы; заполнение форм и уплотнение массы; сушка изделий.

Щепу получают на рубительных машинах, используя кусковые отходы деревообработки, лесопиления и лесозаготовок. Силикатную пасту готовят из жидкого стекла, тонкомолотого песка и кремнефтористого натра. Коробки и каркасные бруски собирают на специальном стенде. Панель формируют путем укладки и уплотнения стеклодробленочной массы в коробки. Внутреннюю поверхность коробки предварительно покрывают силикатной пастой. После формования панели подвергают сушке в сушильной камере.

Строительные панели из стеклодробленочного материала обладают высокой огнестойкостью и биостойкостью, имеют хорошие теплоизоляционные свойства, просты в изготовлении и нетребовательны к качеству использованной измельченной древесины.

**Ксиолит** применяют преимущественно в виде плит для настила полов, изготовления лестничных маршей, подоконников и перегородок. Ксиолитовые плиты с успехом используются для перекрытия теплоизационных каналов и электрокабельных коммуникаций.

В состав ксиолита кроме древесных опилок входят каустический магнезит, раствор хлористого магния и краски. Изделия из ксиолита изготавливают путем прессования в гид-

рофицированных прессах. Ксиолит обладает следующими основными свойствами: прочностью на изгиб 48 МПа; прочностью на сжатие 85 МПа; водопоглощением через 12 ч 2,1 %; плотностью 1 550 кг/м<sup>3</sup>.

**Брус строительный прессованный** — новый строительный материал, изготавливаемый из древесных измельченных отходов, обладает такими качествами, как биостойкость, устойчивость против горения, легко обрабатывается (пиление и гвоздимость), не имеет усадки, водостойкий, хорошо сохраняет тепло, морозостойкий.

Прессованный брус предназначается для строительства срубовых построек — садовых домиков, гаражей, помещений для домашнего скота и др.

Основные технические данные строительного прессованного бруса: плотность 1000...1200 кг/м<sup>3</sup>, предел прочности при сжатии 10...19 МПа, при изгибе — 2,6...3,0 МПа; коэффициент теплопроводности 0,32 Вт/м<sup>2</sup> °С.

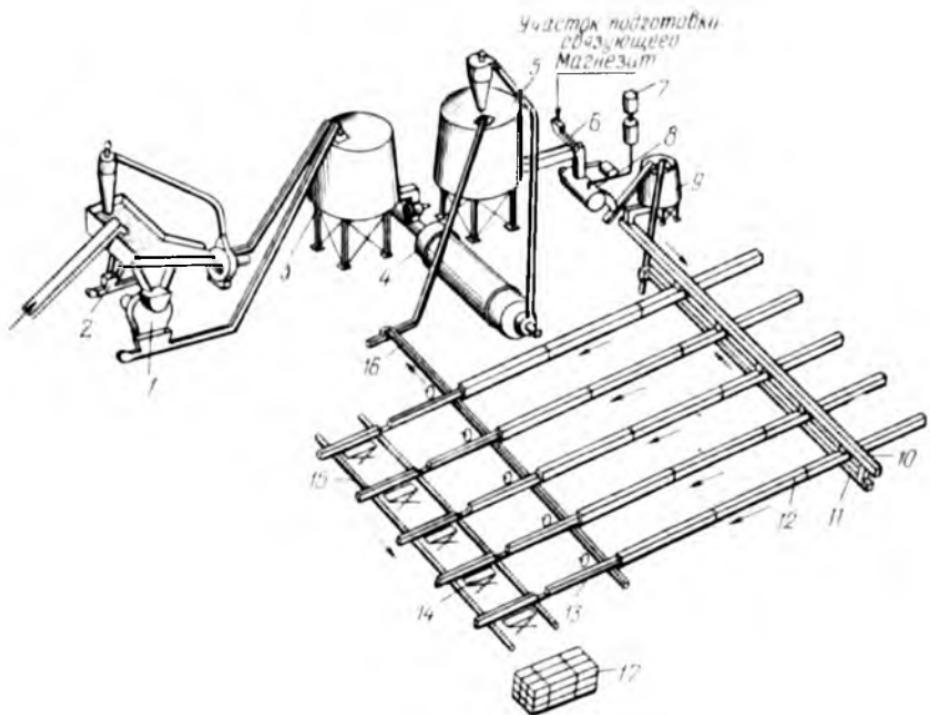


Рис. 7.1. Технологическая схема производства строительного прессованного бруса:

1 — измельчитель; 2 — сортировка щепы; 3 — бункер промежуточного запаса измельченной массы; 4 — сушилка; 5 — бункер сухой измельченной массы; 6, 7 — питатели минерального вяжущего; 8 — смеситель; 9 — бункер для пресс-массы; 10 — загрузочный скребковый конвейер; 11 — конвейер возврата; 12 — прессовая установка; 13 — пила; 14 — подъемный стол; 15 — конвейер сбора брусьев; 16 — конвейер для опилок; 17 — пакетирующее устройство

Технологический процесс изготовления прессованного бруса (рис. 7.1) состоит в приготовлении измельченной массы, смешивании ее с минеральными вяжущими и прессовании-формовании бруса. Измельченная в рубительных машинах, коробках, дробилках биомасса сортируется для отделения кондиционной части (частицы, прошедшие через сито с размером ячеек 6...7 мм). Кондиционная фракция через дозатор подается в смеситель. В этот же смеситель подаются минеральные вяжущие, где они смешиваются.

Приближенное соотношение компонентов в пресс-массе следующее: 51 % измельченной биомассы, 49 % минеральных вяжущих. Окончательное соотношение уточняется при отработке технологии в зависимости от состава и характеристики применяемого сырья, конкретных условий производства.

Перемешанная пресс-масса из смесителя выгружается в бункер, а из него специальным конвейером подается в загрузочное устройство и далее в приемную камеру прессовой установки. После заполнения приемной камеры подающий конвейер автоматически выключается и одновременно включается гидропривод прессовой установки, продвигающий пресс-массу в камеру формирования бруса. Под давлением 9 МПа пресс-масса спрессовывается в брус, продвигается в камеру обогрева для отверждения вяжущего и затем в камеру выдержки. При выходе бруса из камеры выдержки брус распиливается на заготовки и детали заданной длины.

Технология и оборудование для производства прессованного строительного бруса разработаны объединением "Втордрев" (г. Балабаново, Калужской области). Годовая мощность одной прессовой установки — 2 тыс. м<sup>3</sup> бруса. В зависимости от концентрации сырья в цехе может быть смонтировано несколько установок и соответственно увеличена его мощность.

Расход древесного сырья (измельченной массы) на 1 м<sup>3</sup> бруса — 1,42 м<sup>3</sup>, расход минеральных вяжущих на 1 м бруса — 0,483 т.

Себестоимость производства 1 м<sup>3</sup> бруса в зависимости от конкретных условий производства по данным объединения "Втордрев" составляет 45...70 р.

## 7.2. ПРОИЗВОДСТВО АРБОЛИТА

Арболит представляет собой композицию древесного заполнителя и цементного вяжущего. Это легкий бетон, который применяется в строительстве в виде стеновых камней, крупных блоков, панелей и плит. В соответствии с ГОСТ 19222—84 (без учета требований СТ СЭВ 1406—78) арболит по показателю прочности на сжатие изготавливается следующих марок: М5, М10, М15 — для теплоизоляционных изделий и материалов; М25, М35, М50 — для конструкционных изделий.

Марка арболита определяет предел прочности при сжатии контрольных кубов размером  $150 \times 150 \times 150$  мм, твердеющих при температуре 291...298 К, относительной влажности воздуха 60...80 % и испытываемых в возрасте 28 сут. Показатель прочности при сжатии арболита зависит от целого ряда таких факторов, как качество древесного сырья, наличие в нем различных примесей (коры, хвои, листьев и др.). Существенное влияние на прочность арболитовых изделий оказывает также влажность. Особенно заметно изменение прочности в диапазоне влажности от 0 до 25 %. Максимальную прочность арболит имеет при влажности древесного сырья 16,5 %, минимальную при 0 и 70 %.

Как строительный материал арболит характеризуется такими важными показателями, как коэффициент теплопроводности, водопоглощение и набухание в воде. Коэффициент теплопроводности арболита, высушенного до постоянной массы, в зависимости от его марки колеблется от 0,081 до 0,294 Вт/м К (при температуре  $293 \pm 5$  К). Водопоглощение арболита на древесной дробленке находится в пределах 40...85 % по массе. Набухание арболитовых изделий в воде составляет приблизительно 0,25...2 %.

Способность арболита к набуханию не позволяет рекомендовать его к применению в сырых помещениях без облицовки или гидроизоляции.

Технологический процесс производства арболита включает следующие основные операции: подготовку древесного сырья, состоящую в измельчении древесины (получении дробленки), минерализация дробленки растворами химикатов; дозирование материалов, составляющих арболитовую смесь; смешивание компонентов в смесительных аппаратах; формование изделий; твердение отформованных изделий в формах; распалубку изделий и дальнейшую их выдержку в теплом помещении; приемку готовых изделий и хранение на складе.

Качество и эффективность производства арболита в значительной степени зависят от соблюдения режимов перечисленных выше технологических операций. Важным этапом производства арболита является подготовка древесного сырья. Наиболее подходящим сырьем для производства арболита являются измельченные отходы лесозаготовок (сучья, ветви, вершины). Предпочтительным периодом заготовки древесины является зимний, когда сокодвижение временно прекращается и насыщенность древесины углеводами наименьшая.

Для обеспечения стабильной марочной прочности арболита и повышения качества изделий из него при подготовке древесного сырья и переработке его на дробленку необходимо придерживаться следующих рекомендаций:

преимущественно использовать древесину хвойных пород; не применять невыдержаные отходы древесины (или щепу);

содержание примесей (коры, хвои, мелочи, пыли и др.) в составе древесного заполнителя не должно превышать предельные нормы;

перед приготовлением смеси древесный заполнитель не должен иметь температуру ниже окружающего воздуха в цехе, т. е. ниже 289...291 К.

В соответствии с ГОСТ 19222—84 древесный заполнитель должен удовлетворять следующим требованиям: длина частиц не должна быть более 40 мм; толщина 5 мм, ширина 10 мм; при рассеве на ситовом анализаторе остаток по массе на ситах с размером отверстий 10 мм должен быть не более 30 %, 5 мм — 60 %, 2 мм — 5 %, дно — до 5 %. По этому же ГОСТу в древесном заполнителе допускаются примеси хвои, листьев, коры не более 5 % по массе к сухой смеси заполнителя.

Технология производства древесного сырья (заполнителя) включает две ступени: переработку древесных отходов на щепу с последующей ее сортировкой; измельчение щепы на дробленку и ее сортировку. Для первой ступени производства могут быть использованы рубительные машины МРБ4-30ГН (МРГС-7), ДО-51, ДУ-2АМ, МРГ-40, МРН-40-1, МРГ-20, МРН-30, МРН-10 и др. Вторая ступень производства — переработка щепы на дробленку — осуществляется на молотковых мельницах ДМ, ДРБ и ДРО. Сортировку измельченной древесины можно производить на сортирующих машинах СЩ-70, СЩ-140, СЩ-200 и др.

В производстве арболита в качестве вяжущих веществ могут применяться портландцемент, каустические магнезит и доломит, известково-очажное вяжущее и белитошламовый цемент.

Портландцемент является гидравлическим вяжущим веществом, твердеющим на воздухе и в воде. Для производства древесно-цементных материалов рекомендуется использовать быстротвердеющие цементы марок 500 и 600.

## 7.1. Расчетный расход материалов

Вид сырья для получения древесного заполнителя (дробленки)	Расход воды, л, на 1 м <sup>3</sup> арболита марки				
	5	10	15	25	35
<b>Отходы</b>					
Деревообработки звоньих пород	280	300	330	360	400
Лесозаводов хвойных пород	300	330	360	400	440
Лесопиления и деревообработки смешанных пород	330	360	390	430	460
Лесозаготовок смешанных пород	330	360	390	430	460
Одубина	230	250	270	300	370

Магнезиальные вяжущие вещества — каустические магнезит и доломит являются воздушными вяжущими веществами. Они затворяются не водой, а водными растворами солей сернокислого или хлористого магния. В производстве арболита применяются каустический магнезит марок 400...600 и каустический доломит марок 100...300.

Известково-очажное вяжущее при затворении водой обладает свойством быстро затвердевать с выделением значительного количества тепла. Белитошламовый цемент является гидравлическим вяжущим веществом, в производстве арболита применяется марка 200 этого цемента.

Для ускорения твердения цемента, а также для нейтрализации действия вредных цементных ядов в технологии производства арболита предусмотрено введение некоторых химических добавок (минерализаторов). К ним относятся хлористый кальций, стекло, сернокислый глинозем. Минерализаторы вводятся в арболитовую смесь в процессе ее приготовления или в момент замачивания древесного заполнителя в растворе одной из добавок.

Приготовление арболитовой смеси состоит в дозировке компонентов и их перемешивании. Соотношение компонентов арболитовой смеси устанавливается расчетно-экспериментальным путем. Вначале задаются маркой арболита, который намечается получить, и по табл. 7.1 устанавливают расчетный расход материалов на 1 м<sup>3</sup> арболита. Затем приготавливают несколько замесов с различными дозировками компонентов с отклонениями их от расчетной. По результатам испытаний опытных образцов, изготовленных из этих замесов, выбирают лучший состав, который и применяют для производства.

Рекомендуется следующее количество химических добавок на 1 м<sup>3</sup> арболита, кг: хлористого кальция 5,2..8,4; жидкого стекла 8,0; сернокислого глинозема 20,0; извести-пушонки 40,0.

При выполнении операции формования необходимо обеспечить не только заданную форму изделия с определенной

на 1 м<sup>3</sup> арболита

Расход сухого органического заполнителя, кг, на 1 м <sup>3</sup> арболита марки					Расход цемента, кг, на 1 м <sup>3</sup> арболита марки				
5	10	15	25	35	5	10	15	25	35
160	180	200	200	240	260	280	300	330	360
160	180	200	200	240	280	300	320	350	380
160	180	200	200	240	290	310	330	360	390
160	180	200	200	240	310	330	350	380	410
180	200	220	275	290	300	320	340	370	400

степенью уплотнения, но и создать равноплотную и равнопрочную структуру арболита. Арболитовая смесь обладает малоподвижностью даже при значительном количестве воды и под воздействием вибрации, поэтому максимум внимания должно быть уделено перемешиванию смеси и заполнению ею форм. Обеспечение плотной равнопрочной структуры арболитовых изделий, особенно повышенной толщины (25...30 см), является сложной задачей.

На действующих предприятиях применяют следующие основные способы формования в вертикальных и горизонтальных формах: прессованием, трамбованием, вибрацией с пригрузом с последующим прессованием, силовым вибропрокатом. Формование арболитовых панелей методом прессования основано на изготовлении стеновых панелей размером  $600 \times 1200 \times 200$  мм. Используемый при этом гидравлический пресс с двумя горизонтальными цилиндрами обеспечивает усилие 3 500 кН. Отформованное изделие в форме-рамке устанавливается в вертикальном положении (на боковой стороне) для выдержки. По истечении суток снимаются верхние и боковые стенки формы и изделие в таком положении остается твердеть еще 5...7 сут.

Завершающими операциями технологического процесса производства арболита является твердение, распалубка и выдержка изделий. Как известно, процесс схватывания и твердения цементного вяжущего в арболитовой смеси сопровождается выделением тепла, количество и интенсивность которого зависят от марки цемента, начальной температуры арболитовой смеси и температуры окружающей среды. Рекомендуемая температура окружающей среды 291...298 К при относительной влажности воздуха 60...80 %.

Прочность арболита наиболее интенсивно растет в первые 7...10 сут, затем ее рост замедляется. Это обстоятельство необходимо учитывать при решении вопроса о сроках распалубки и оборачиваемости оснастки.

Для арболита необходима дополнительная искусственная тепловая обработка изделий. Режимы этой обработки подбираются с учетом типа вяжущего, водоцементного отношения и условий производства. При организации твердения арболитовых изделий в специальных камерах рекомендуется следующий режим термообработки: температура 386...391 К; относительная влажность 60...70 %; длительность обработки 20...24 ч. После обработки изделий по данному режиму опалубка может быть снята. Сроки твердения арболита также могут быть сокращены применением быстротвердеющих цементов или ускорителей твердения. После распалубки и выдержки изделий в теплом помещении их вывозят на склад готовой продукции, где хранят до набора марочной или

отпускной прочности в соответствии с ГОСТ 19222—84. При этом влажность изделий не должна превышать 25 %.

Важное место в производстве арболита занимает организация контроля за соблюдением технологии и качеством изделия. В процессе производства цеховая лаборатория должна контролировать качество исходных материалов (древесного сырья, цемента, песка, гравия и минерализатора), точность дозировки компонентов, последовательность ведения технологического процесса, соблюдение режимов по отдельным операциям, проверять качество готовой продукции.

Технологические процессы производства арболита реализуются преимущественно на стационарном оборудовании, размещенном в помещениях цехов. Однако, учитывая многообразие условий строительства жилых и промышленных сооружений, возникла необходимость применения в ряде случаев передвижных агрегатов по приготовлению арболитовой смеси.

Билимбаевским экспериментальным заводом СК и Д начато изготовление мобильного смесеприготовительного комплекса на базе автомобильного полуприцепа (рис. 7.2). Комплекс предназначается для обеспечения рассредоточенных объектов строительства арболитовой смесью. В условиях низких температур (в зимний период) мобильный смесеприготовительный комплекс может использоваться в помещении для производства мелкоформатных изделий из арболита. Агрегат может также работать как растворный узел.

Приготовленный раствор может выдаваться как непрерывно, так и дозами. Технологическое оборудование агрегата смонтиро-

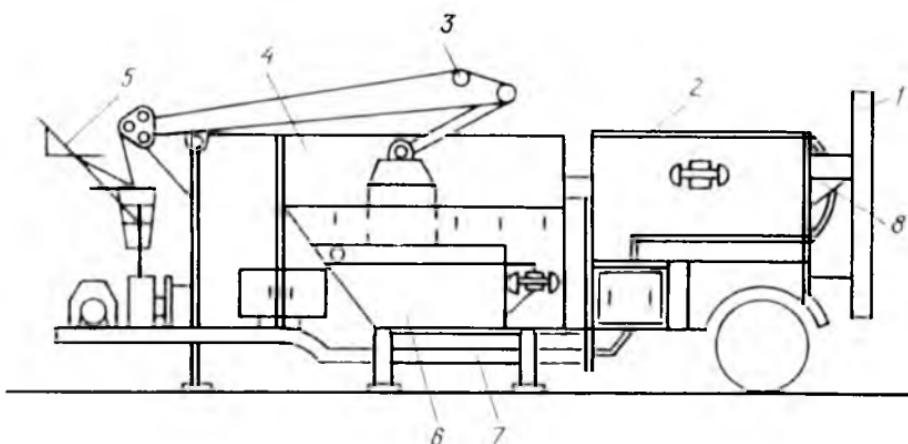


Рис. 7.2. Схема мобильного смесеприготовительного комплекса:

1 — шнековый смеситель; 2 — бункер цемента; 3 — гидроманипулятор "Фискарс"; 4 — бункер щепы; 5 — место крановщика; 6 — емкость для воды; 7 — ленточный питатель; 8 — бункер химических добавок

вано на прицепе щеповоза ЛТ-7А (ЛТ-191) грузоподъемностью 12,5 т.

За счет сокращения трудозатрат на выполнение работ, сокращения внутрисменных простоев, транспортных расходов и улучшения качества приготовления смеси экономический эффект от внедрения одного мобильного агрегата составляет приблизительно 9 тыс. р.

#### Технические данные мобильного смесеприготовительного комплекса

Производительность, м <sup>3</sup> /ч . . . . .	20
Вместимость технологических емкостей, м <sup>3</sup> :	
бункеров:	
заполнителя . . . . .	11
цемента . . . . .	3,5
баков:	
для воды . . . . .	4,3
для добавок . . . . .	0,2
Тип дозаторов . . . . .	объемный
Габаритные размеры в транспортном положении, мм:	
длина . . . . .	8 900
ширина . . . . .	2 500
высота . . . . .	4 000
Масса технологического оборудования (без шасси), кг . . . . .	5 600
Загрузчик-манипулятор . . . . .	"Фискарс 65S"
Ориентировочная цена, тыс. р. . . . .	36,0

### 7.3. ПРОИЗВОДСТВО ЩИТОВОГО ПАРКЕТА

Рост производства паркетных изделий в нашей стране не успевает за высокими темпами строительства и ввода новых жилых, общественных и административных зданий.

Потребность в паркете всех видов превышает 40 млн. м<sup>2</sup> в год, а объем его выпуска составляет немногим более 21 млн. м<sup>2</sup>. Этот вид производства в основном сосредоточен на предприятиях Минлеспрома СССР (около 40 %). Некоторая доля производства паркета приходится на такие отрасли, как Госкомлес СССР (около 15 %), Минпромстрой СССР (12 %) и др.

Кроме щитучного паркета выпускаются паркетные доски, паркетные щиты на различной основе, мозаичный паркет, однослойные паркетные щиты.

В Минлеспроме СССР производство паркетных изделий сосредоточено на 78 предприятиях. Паркетные щиты выпускаются на более чем 20 предприятиях (цехов) с общим объемом производства около 2 млн. м<sup>2</sup>. Преобладающая мощность предприятий менее 100 тыс. м<sup>3</sup> в год и только 6 цехов имеют объем производства более 100 тыс. м<sup>2</sup> (Балезинский ЛПХ, Таллиннский ФМК, Увинский ЛК и др.).

Преимущество паркетных щитов и досок состоит в том, что для изготовления может широко использоваться низкокачественная лиственница древесина, что расширяет сырьевые возмож-

ности предприятий. Средние оптовые цены на паркетные доски и щиты значительно выше цен на штучный паркет (8,6...11,3 р. против 7,3 р.).

Значительный интерес представляет технология производства щитового паркета, выпускаемого на основе древесностружечных плит и отходов фанерного шпона [5]. Паркетный щит представляет собой kleеную конструкцию, состоящую из древесностружечной плиты плоского или экструзионного прессования, облицованной с нижней стороны одним слоем лущеного шпона, а сверху — лицевым слоем, составленным из паркетных пластин в виде шашечного набора. Лицевые пластины выполнены из полосок шпона, склеенных между собой таким образом, что кромки полосок образуют поверхность пластины. При изготовлении паркетных пластин используется клей на основе карбамидных смол. При устройстве полов паркетные щиты между собой соединяются посредством вставных реек, устанавливаемых в паз, выфрезерованный в кромке щита по периметру.

Технология производства этого важного для народного хозяйства строительного материала — щитового паркета для настила полов была разработана и впервые реализована на Таллинском фанерно-мебельном комбинате, а затем в Мостовском леспромхозе ЦНИИМЭ. Разработка технологии производства такого вида паркета преследовала цель создания материала, который, не уступая известным видам паркета, изготавлялся бы из низкокачественной древесины и даже отходов лесозаготовительной, деревообрабатывающей и фанерной промышленности. Это требование относится в равной мере как к основанию, так и к лицевому слою паркетного материала.

В связи с этим в качестве основания паркетного щита взята древесностружечная плита экструзионного прессования (ЭДСП). Особенности структуры ЭДСП, обусловленные способом прессования, а также относительно низкая стоимость, делают ее применение для этой цели предпочтительнее даже плит плоского прессования, хотя плиты плоского прессования имеют целый ряд других преимуществ. Жесткость и прочность основания из ЭДСП, а также формаустойчивость паркетного щита в целом обеспечиваются шпоном, который наклеивается на обратную сторону паркетного щита, а также в качестве подслоя под лицевое покрытие. Для этих целей используется низкокачественный кусковый и короткомерный шпон. Такого же вида шпон используется как исходный материал для получения лицевого покрытия в виде склеенных из него паркетных пластин.

Технологический процесс изготовления паркетных щитов включает следующие основные операции: подготовку шпона, древесностружечной плиты и клея; изготовление лицевого слоя; склеивание щитов; обработку щитов.

Поступающая древесностружечная плита ЭДСП или плоского

прессования раскраивается на заготовки размером  $620 \times 620$  мм. Подготовка клея для изготовления лицевого покрытия, пропитка кромок плит и склеивание щита производится на месте выполнения этих операций в соответствии с технологической инструкцией. Шпон для подслоя и оборотного слоя раскраивается на листы размером  $650 \times 650$  мм, а для лицевого слоя —  $750$  мм. Прирезанный шпон поступает на вальцы, где производится двухсторонняя его намазка карбамидным kleem M19-62. Сборка пакета шпона производится на столе. Затем на гидравлических ножницах пакет разрезается на блоки размером  $750 \times 630 \times 230$  мм. В процессе холодной подпрессовки блока в прессе одновременно производится его оторцовка ножами.

Применяются две различные технологии изготовления лицевого слоя, одна из которых основана на выпиливании дощечек из склеенного блока, вторая — на строгании подпрессованных блоков шпона бесстружечным методом. Изготовление дощечек методом строгания осуществляется на строгально-клеильном агрегате (СКА), установленном на Таллинском фанерно-мебельном комбинате.

Паркетные щиты склеиваются в горячем прессе П713А. Перед склеиванием формируется пакет из четырех элементов — лицевого слоя, подслоя, ЭДСП или ДСП плоского прессования и оборотного слоя. Перед поступлением в пакет для склеивания древесностружечная плита пропитывается (по контуру кромок) карбамидной смолой M19-62 на глубину 30 мм. Между плитами пресса при склеивании устанавливаются дистанционные планки размером  $100 \times 25$  мм, обеспечивающие калибровку толщины паркетного щита. Паркетные щиты после выгрузки из пресса укладываются лицевыми сторонами друг к другу в стопы высотой 1,5 м и выдерживаются в течение 48 ч. Обработка паркетных щитов состоит в обрезке их в размер ( $600 \times 600$  мм) и выборке шпунта. Эти операции выполняются раздельно на двух обрезных станках, установленных под углом  $90^\circ$  друг к другу, и на двух шпунктовочных станках.

Примененная на Таллинском ФМК технология производства лицевого покрытия на базе СКА потребовала выполнения операции шлифования щитов со снятием значительных неровностей, образующихся при бесстружечном строгании дощечек покрытия. В содружестве с Львовским лесотехническим институтом комбинатом изготовлены на базе рейсмусовых станков РС6-7 калибровальные станки, где в качестве инструмента используется абразивный вал на металлической втулке. Калибровальные станки (более производительные по сравнению с трехбарабанными шлифовальными станками) обеспечивают одновременно со шлифовкой и калибрование щитов.

Опыт производства щитового паркета с использованием эксплузионных ДСП и шпона на Таллинском ФМК и в Мостовском

леспромхозе ЦНИИМЭ показал, что для выпуска экструзионных ДСП можно эффективно использовать отходы древесины самого низкого качества, а для покрытия щитов — кусковой шпон сорта С.

В настоящее время в связи с полным физическим износом экструзионных прессов Мостовской цех перешел на использование ДСП плоского прессования. Мощность Мостовского цеха щитового паркета находится в пределах 80...100 тыс. м<sup>3</sup>, а цеха Таллиннского ФМК — 200 тыс. м<sup>2</sup> в год.

На Балезинском лесокомбинате паркетные щиты изготавливаются размером 800×800×30 в соответствии с ГОСТ 862.4—87. По конструкции щит представляет собой реечное основание из древесины хвойных пород с наклеенными на него планками лицевого покрытия из древесины твердых пород и березы.

Производство паркетных щитов базируется в основном на серийном универсальном оборудовании отечественного производства, дополненном небольшим количеством оригинальных станков, созданных на предприятии. Технологический процесс производства организован следующим образом. Пиломатериалы хвойных и лиственных пород высушиваются до влажности 8 % и обрабатываются на двух потоках: на одном — для основания паркетного щита, на другом — для лицевого покрытия.

На первом потоке хвойный материал прирезается по длине и ширине, полученные заготовки строгают в размере на рейсмусовом станке, затем передают на шипорезный станок, на котором фрезеруют шипы и проушины, и производят фальцовку. Заготовки рамочной обвязки передают на паркетный станок ПАРК-5 для выборки паза. Основание щита собирают в винтовой вайме, где склеивают угловые соединения рамки. Готовый щит основания с двух сторон строгают на рейсмусовом станке.

На втором потоке пиломатериалы твердых лиственных пород и березы раскраивают на кратные заготовки с вырезкой дефектных мест. Затем их прирезают по соответствующим размерам и строгают на четырехстороннем паркетном строгальном станке ПАРК-7 с одновременным раскроем на две рейки. Полученные рейки торцуют в размер с вырезкой дефектных мест на круглопильных станках с кареткой. Готовые планки лицевого покрытия на сборочном конвейере укладывают в поддоны-шаблоны в шахматном порядке. Сформированные пакеты склеиваются в прессе при температуре 125—130 °С в течение 10 мин. Паркетные щиты строгают на рейсмусовом станке в размер со стороны лицевой пласти и обрезают в размер на двухпильном концеравнителе. Лицевые пласти щитов шлифуют на трехцилиндровом шлифовальном станке. Паз выбирают по периметру щита на фрезерном станке.

Новый вид щитового паркета выпускает Преддинский ЛПХ объединения "Красноярсклеспром". В качестве лицевого покры-

тия используется прокрашенный лущеный шпон толщиной 3 мм. Основанием паркетных щитов служит древесностружечная плита или реечное основание, набранное из древесины хвойных или лиственных пород. Основание щита облицовывается низкокачественным березовым шпоном толщиной 1,5 мм, а на лицевую поверхность наклеиваются планки из прокрашенного шпона размером 200×200 мм или 200×100 мм. Размер паркетного щита 600×600 мм, толщина шпона на реечном основании 28 мм, на ДСП 24 мм.

Цех по производству паркетных щитов включает следующие технологические потоки: изготовления основания; изготовления облицовочного слоя; изготовления планок лицевого покрытия; прессования и окончательной обработки.

Сырье, используемое для получения планок лицевого покрытия (березовые чураки длиной 1,1...1,7 м), предварительно пропитывается с торцов водородистыми красителями под давлением в течение 5...10 мин. После прокраски чураки подвергают гидротермической обработке в проварочных ванных. Лущение шпона толщиной 3 мм производят на лущильном станке М-800 (ЧСФР). После раскроя прокрашенной ленты на ножницах НФ18-2 листы шпона высушивают в роликовой сушилке СУР-5 до влажности 4...6 %. Лицевые планки изготавливают из высушенных листов методом высекания ножевыми штампами.

Сформированные из основания, облицовочного шпона и лицевых пластин пакеты щитов подают в пресс П713А, где склеивают при температуре 383...393 К и давлении 0,8...1,0 МПа. Для склеивания щитов используют клеи на основе смол МФ-17, УКС, М19-62 и др. После склеивания щиты выдерживают 24 ч в стопах под грузом. Обрезку щитов по периметру выполняют на круглопильном станке Ц-6, выборку паза — на фрезерном станке Ф-4, а шлифование поверхности — на станке ШЛПС-2М. Лицевая поверхность лакируется.

#### 7.4. ПРОИЗВОДСТВО УПАКОВОЧНОЙ СТРУЖКИ

Упаковочная древесная стружка (древесная шерсть) представляет собой материал в виде длинных лент древесины, состроганных вдоль волокон. Обладая определенными свойствами, такая стружка является полноценным упаковочным материалом для различного рода изделий из стекла, керамики, фарфора, а также деталей и полуфабрикатов промышленных предприятий.

В производстве стружки используется низкокачественная древесина в виде чурakov длиной 0,43...0,51 м, которые могут применяться как в целом виде, так и расколотыми на две, четыре и более части (в зависимости от диаметра).

Наиболее предпочтительным сырьем для выработки древесной стружки является заболонная часть древесины, имеющая минимальное количество сучков. Повышенное количество сучков в древесине делает стружку ломкой, ее длина становится короче длины чурaka, при этом в стружке увеличивается содержание мелких частиц (мусора). Различного рода пороки древесины, такие, как косослой, свилеватость, также уменьшают длину стружки, повышают энергоемкость процесса строгания. Использование загрязненного сырья не допускается в связи с тем, что при попадании минеральных частиц происходит быстрое затупление режущих ножей и снижение качества стружки, увеличение количества мелких частиц.

Для упрощения технологии производства стружки, снижения капитальных вложений на ряде предприятий, вырабатывающих упаковочную стружку, исключили процесс сушки и используют сухостойную древесину, объем которой на многих лесосырьевых базах достигает 10 %. Технологический процесс производства стружки основан на применении серийно выпускаемого оборудования.

Подготовка сырья состоит в поперечной распиловке дров (кряжей) на чураки. При диаметре чурakov до 34 см их раскалывают на две части, более крупномерные чураки раскалывают на четыре части и более с таким расчетом, чтобы максимальная ширина поверхности строгания была не более 340 мм.

Цех по производству стружки располагают вблизи дровяного узла нижнего склада. Основным оборудованием для производства древесной стружки являются древошерстные станки типа СД-ЗМ с возвратно-поступательным движением ножевой плиты, выпускавшиеся Новозыбковским станкозаводом. Его режущим органом служат строгальные и делительные ножи. Максимальная длина стружки равна длине обрабатываемого чурака. Ширина стружки определяется расстоянием между делительными ножами, производящими надрезы, а толщина стружки — выступом лезвий режущих ножей. Лезвия делительных ножей должны быть параллельны их боковой плоскости.

#### Техническая характеристика древошерстного станка СД-ЗМ

Средняя производительность, кг/см . . . . .	2 500
Максимальное количество одновременно перерабатываемых чурakov, шт . . . . .	4
Наибольшая длина перерабатываемых чурakov, м . . . . .	0,50
Наибольшая ширина или диаметр чурakov, мм . . . . .	340
Толщина стружки, мм . . . . .	0,05...0,5
Число одновременно устанавливаемых строгальных ножей, шт. . . . .	2
Число одновременно устанавливаемых коробок с делительными ножами, шт. . . . .	2
Частота вращения главного вала, мин . . . . .	225
Мощность электродвигателя, кВт . . . . .	22,8
Габарит станка, мм:	
длина (без привода и электродвигателя) . . . . .	4 500

ширина . . . . .	1 650
высота . . . . .	1 200
Масса, кг . . . . .	3 650

Для оценки возможностей станка в конкретных условиях предприятия рассчитывают сменную производительность древошерстного станка СД-ЗМ по формуле

$$P_{\text{см}} = 0,48 l b s n K_{\text{см}} K_m z \lambda,$$

где  $l$  — длина чурака, м;  $b$  — средняя ширина строгания одного полена, м;  $s$  — толщина стружки, м;  $\gamma$  — объемная масса строгаемой древесины, т/м<sup>3</sup> (в среднем  $\gamma = 0,45...0,55$ );  $n$  — частота вращения главного вала ножевой плиты, мин<sup>-1</sup>;  $K_{\text{см}}$ ,  $K_m$  — соответственно коэффициенты использования сменного и машинного времени;  $z$  — число закладываемых чураков, шт.;  $\lambda$  — коэффициент выхода стружки после отсева мелочи с учетом кусковых отходов. Выход стружки из чураков диаметром 12...24 см составляет приблизительно  $\lambda = 70...75\%$ .

В соответствии с ГОСТ 5244—79 товарная стружка должна поставляться потребителю в сушеном виде. Для сушки стружки применяют сушилки: камерные, конвейерные и тоннельные. Наиболее совершенной является тоннельная сушилка непрерывного действия с сетчатым транспортером, собирающим стружку от станков.

В тоннеле, где проходит сетчатый конвейер, циркулирует подогретый воздух и пронизывает слой стружки, лежащей на сетчатом конвейере. Число обогреваемых секций сушилки и скорость конвейера подобраны с таким расчетом, чтобы процесс сушки завершился на выходе стружки из тоннеля (в конце тоннеля).

После сушки стружка поступает на киповальный пресс ПК-4А, где она прессуется в тюки размером 1000 × 585 × 460 мм. Тюки увязывают поясами из отожженной проволоки диаметром 1,5...2,0 мм. На обвязку кипов подвешивается бирка, на которой указывается порода древесины, масса кипы и предприятие-изготовитель.

#### Технические данные киповального пресса для стружки ПК-4А

Производительность, т/ч . . . . .	3
Сечение камеры прессования, мм . . . . .	360 × 500
Удельное давление прессования, кПа . . . . .	до 300
Плотность прессования, кг/м <sup>3</sup> . . . . .	180...200
Частота двойных ходов поршня, мин <sup>-1</sup> . . . . .	60
Мощность электродвигателя, кВт . . . . .	11
Масса станка, кг . . . . .	1 700

Древесную стружку следует хранить на складах, предохраняющих ее от атмосферных осадков и обеспечивающих проветривание.

Типовой проект цеха по производству древесной стружки разработан Гипролестрансом. Цех рассчитан на переработку технологических дров в объеме 20 тыс. м<sup>3</sup> в год. В состав цеха входит склад готовой продукции с навесом и гаражом для электропогрузчика. Здание цеха в кирпичном исполнении одноэтажное с паровым отоплением, водопроводом и канализацией. В цехе размещаются шесть древошерстных станков, он предназначен для строительства на нижних складах леспромхозов.

Сырье, отобранное при разделке дровяной и низкокачественной древесины на нижнем складе, укладывают в кассеты с подсортировкой по породам и отвозят на промежуточный склад для предварительной подсушки древесины в поленницах. Затем древесину подают по конвейеру вначале к балансирному станку ЦБ-4 для разделки на отрезки длиной 400—500 мм, а затем отрезки поступают к древошерстным станкам СД-3М. Получаемая от каждого станка стружка падает на сетчатый конвейер тоннельной сушилки. Высушенная стружка поступает в лоток для отсеивания мелочи, а затем на скребковый двухцепной конвейер, подающий стружку в киповальный пресс ПК-4А. Спрессованные и увязанные проволокой кипы стружки выталкиваются автоматически из пресса на весы и после маркировки отвозятся электропогрузчиком на склад.

#### Основные технико-экономические показатели цеха упаковочной стружки

##### Производительность:

по выпуску готовой продукции, тыс. т . . . . .	6,0
по переработке сырья, тыс. м <sup>3</sup> :	
хвойных . . . . .	7,0
лиственных . . . . .	13,0
Число смен в году . . . . .	500
Общее число работающих в сутки, чел. . . . .	42
в том числе рабочих . . . . .	36
Установленная мощность цеха, кВт . . . . .	231,0
Расход энергии в год, тыс. кВт ч . . . . .	287,5

Наряду со специализированным производством стружки в лесозаготовительной отрасли появились потоки с попутным получением упаковочной стружки в цехах шпалопиления, работающих на базе ленточнопильного автомата ЛО-43 (Ждановский ЛПХ объединения "Иркутсклеспром").

Разработанный в ЦНИИМЭ и принятый к серийному выпуску ленточнопильный автомат ЛО-43 для производства шпал основан на принципиально новом способе пиления древесины, при котором вместо опилок образуется лентообразная упаковочная стружка шириной 5 мм, толщиной 0,2 мм, длиной 1...2,7 м. Благодаря увеличенной длине лент получаемая на ЛО-43 стружка обладает более высоким качеством и лучшими свойствами как упаковочный материал.

В настоящее время на базе ленточнопильного автомата ЛО-43

ИркутскНИИЛПом создан робототехнический модуль для производства шпал в полностью автоматизированном режиме. Робототехнический модуль смонтирован и сдан в эксплуатацию в Ждановском леспромхозе объединения "Иркутсклеспром".

## 8. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДРЕВЕСНОЙ ЗЕЛЕНИ И КОРЫ

### 8.1. РЕСУРСЫ ДРЕВЕСНОЙ ЗЕЛЕНИ И КОРЫ

Решение проблемы комплексного использования лесных ресурсов предполагает широкое вовлечение в переработку многочисленных видов отходов лесозаготовительного производства, в том числе древесной зелени и коры.

За последние годы в нашей стране получили дальнейшее развитие производства, связанные с промышленной переработкой древесной зелени и коры. Под древесной зеленью (ДЗ) понимается все живое, составляющее крону деревьев. При современном уровне лесозаготовок ресурсы ДЗ в нашей стране достигают 20 млн. т, ее промышленное использование не превышает 700 тыс. т.

Наиболее освоена технология промышленного производства хвойно-витаминной муки, хлорофиллокаротиновой пасты и хвойного лечебного экстракта. На предприятиях страны эксплуатируется более 300 установок по производству хвойно-витаминной муки, более 10 цехов по выработке хлорофиллокаротиновой пасты и несколько цехов хвойного лечебного экстракта. Разработаны и применяются новые способы получения из древесной зелени таких биологически активных продуктов, как хлорофиллин натрия, бальзамическая паста, провитаминный концентрат и др., которые находят применение в медицине и парфюмерии. Основу объемов заготовляемой древесной зелени составляют хвойная лапка сосны, ели и пихты.

Масса кроны деревьев, отнесенная к 1 м<sup>3</sup> стволовой древесины, зависит от породы древесины и других факторов. Для лесосырьевой базы Латвийской ССР данные, характеризующие массу кроны, приведены в табл. 8.1. Этими данными можно воспользоваться для укрупненной оценки ресурсов древесной зелени и веток.

Структурный состав древесной зелени в значительной степени зависит от породы древесины. Средние данные по соотношению хвои и веток в древесной зелени приведены в табл. 8.2.

Количество хвои (листьев) на растущих деревьях зависит от целого ряда факторов, включая породу древесины, диаметр и высоту деревьев. Уточненные расчеты ресурсов хвои и листьев применительно к конкретным условиям лесосырьевой базы предприятия можно вести с использованием данных табл. 8.3.

**8.1. Усредненная масса кроны на 1 м<sup>3</sup> стволовой древесины  
(для условий Латвийской ССР)**

Крона и ее элементы	Масса кроны и ее элементов, кг			
	сосны	ели	березы	осины
Общая масса кроны	156	74	32	36
в том числе:				
древесная зелень	60	74	32	36
ветки диаметром среза, мм				
6...30	60	48	54	63
31...60	32	12	57	63
61...80	4	—	1	14
81 и более	—	—	—	2

**8.2. Среднее соотношение хвои (листвы) и тонких веток  
в древесной зелени (% к общему весу)**

Компоненты древесной зелени	Среднее соотношение хвои и тонких веток (% к общему весу)			
	Сосна	Ель	Береза	Осина
Хвоя (листья)	66	80	53	60
Молодые побеги диаметром до 6 мм	34	20	47	40

**8.3. Количество влажной хвои (листвы) по разрядам высот  
(кг на 1 м<sup>3</sup> ствола в коре)**

Ступени толщины, см	Количество хвои, кг, в зависимости от разряда высот					
	I	II	III	IV	V	Va
<b>Сосна</b>						
4	65	75	80	83	88	95
8	53	63	67	70	75	83
12	43	53	58	60	65	70
16	35	46	50	54	56	60
20	28	38	44	47	50	53
24	26	36	38	41	44	50
28	25	34	35	38	43	47
32	24	31	33	36	41	45
40	22	29	31	34	39	40
52	20	28	30	32	35	—
<b>Ель</b>						
4	230	235	240	245	247	250
8	130	140	150	160	170	175
12	95	105	120	130	140	150
16	85	90	105	120	130	140
20	75	85	95	110	120	125
24	70	80	90	100	110	120
28	65	70	80	90	100	115
32	60	65	70	80	90	110
40	53	58	63	65	83	100
52	48	52	60	62	75	—
<b>Береза</b>						
4	50	55	70	100	110	120
8	40	45	60	96	104	110
12	37	42	48	77	84	85
16	35	40	44	62	68	71
20	33	38	41	52	56	58

Ступени толщины, см	Количество хвои, кг, в зависимости от разряда высот					
	I6, Ia	I	II	III	IV	V Vа
24	33	38	40	48	49	50
28	33	38	38	43	43	43
32	32	37	37	41	41	41
40	31	36	36	37	37	—
52	30	35	35	35	—	—

Осина						
4	30	35	55	70	70	—
8	28	33	50	60	60	—
12	26	30	40	45	45	—
16	23	27	33	35	35	—
20	22	23	28	30	30	—
24	20	22	24	28	28	—
28	20	21	23	25	25	—
32	20	20	21	23	23	—
40	20	20	20	20	20	—
52	20	20	20	20	—	—

#### 8.4. Содержание коры по основным породам древесины

Порода	Содержание коры в объеме ствола, %	Содержание коры по массе, отнесенное к 1 м <sup>3</sup> древесины ствола в кг/м <sup>3</sup> (при влажности 55 %)	Средняя плотность коры свежерубленных деревьев, кг/м <sup>3</sup>
Сосна	10...12	75...80	668
Ель	7...10	55...60	700
Береза	13...15	130...140	815
Осина	14...15	135...140	865
Лиственница	18...25	160...180	—

При современном состоянии окорки древесины в лесной, целлюлозно-бумажной промышленности нашей страны ресурсы коры, пригодной для использования, составляют свыше 6 млн. м<sup>3</sup>, в том числе около 2 млн. м<sup>3</sup> коры образуется на лесопильно-деревообрабатывающих предприятиях. Однако доля ее использования в промышленности составляет всего 12,7 %. Остальная часть коры свозится на свалки, засоряя территорию регионов предприятий. По отношению к объему ствола содержание коры у древесных пород нашей страны варьирует от 7 до 25 %.

Средние показатели содержания коры в зависимости от породы древесины приведены в табл. 8.4.

#### 8.2. ЗАГОТОВКА И ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСНОЙ ЗЕЛЕНИ

Специфика технологии и организации заготовки и переработки ДЗ состоит в ограничениях по срокам хранения ее до переработки. Хвоя, пролежавшая на лесосеке после рубки деревьев при положительной температуре более 7 дней, теряет многие цен-

ные свойства. За этот период разлагаются хлорофилл, каротин и витамины. Поэтому хвойную лапку необходимо заготовлять и отгружать для промышленной переработки сразу же после рубки леса.

В промышленной практике применяются два варианта технологии заготовки ДЗ, при одном из которых хвойная лапка отделяется непосредственно на лесосеке, при втором на лесосеке собираются ветви и вершины, которые доставляются на нижний склад, где измельчаются на рубительной машине. Измельченная масса пропускается через специальное оборудование, обеспечивающее разделение ее на древесную зелень и щепу. При сложившейся технологии лесозаготовок в процессе заготовки ДЗ на предприятиях выполняются следующие операции: сбор ветвей, тонкомерных деревьев и ДЗ; отделение ДЗ от веток и тонкомерных деревьев; транспортирование веток и ДЗ.

Для механизированной заготовки древесной зелени пихты в процессе основного лесозаготовительного производства СибНПЛО разработана технология и комплект оборудования, включающий накопитель ветвей и передвижной хвоеделитель.

Накопитель ветвей предназначается для рассортировки ветвей разных пород в процессе их обрезки передвижными сучкорезными машинами ЛП-33А. Передвижной хвоеделитель служит для отделения древесной зелени от ветвей непосредственно на лесосеке.

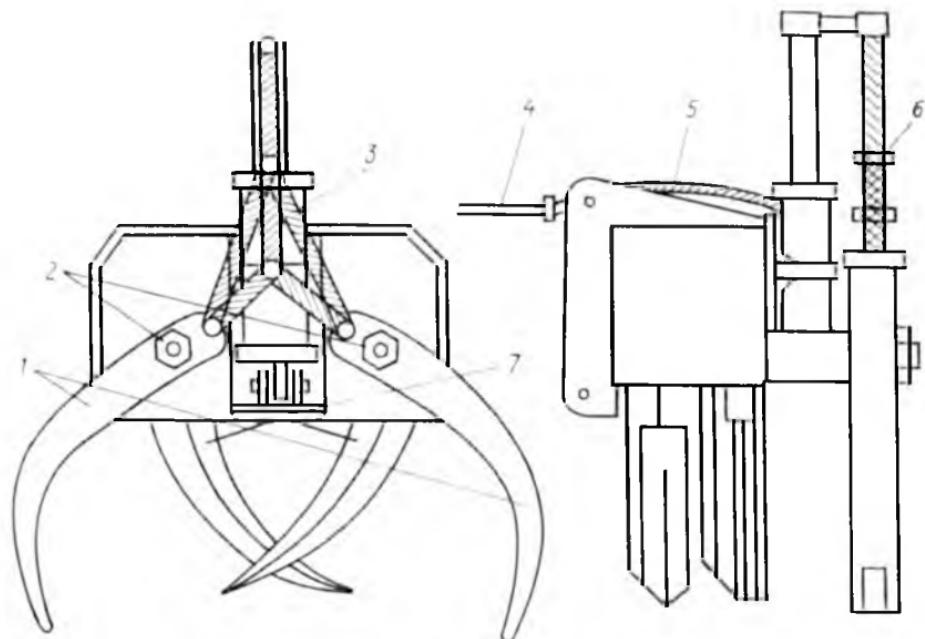


Рис. 8.1. Накопитель ветвей:

1 — челюсти; 2 — болты; 3 — гидроцилиндр; 4 — трубопровод; 5 — рука́в высокого давления; 6 — тяги; 7 — площадки крепления

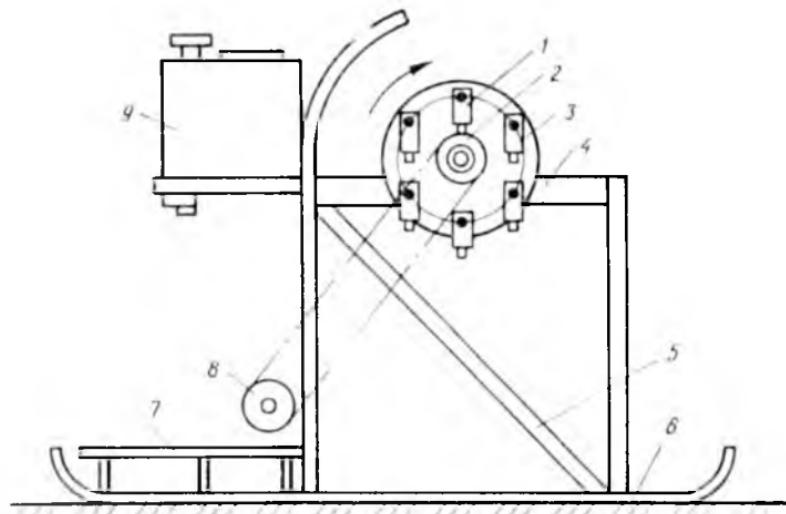


Рис. 8.2. Передвижной хвоеотделитель:

1 — молотки; 2 — шкив ведомый; 3 — барабан; 4 — рама; 5 — укосина; 6 — лыжа; 7 — площадка для крепления бензопилы; 8 — шкив ведущий; 9 — бензобак

Накопитель ветвей состоит из двух челюстей, которые приводятся в действие посредством гидроцилиндра, размещенного на кожухе сучкорезной машины ЛП-33А (рис. 8.1).

Основным рабочим органом хвоеотделителя является вращающийся барабан, смонтированный на раме, на котором закреплены шесть продольных трубок с насаженными на них пластинами (молотками), расположенными по винтовой линии (рис. 8.2). Для привода барабана установлен двигатель бензиномоторной пилы МП-5 "Урал".

#### Технические данные накопителя ветвей

Производительность (при содержании в лесонасаждении 30 % пихты), кг/ч . . . . .	470
Габаритные размеры, мм:	
длина челюстей от центра оси вращения . . . . .	800
ширина . . . . .	500
Максимальный диаметр пропускаемого дерева, мм . . . . .	700
Масса, кг . . . . .	200

#### Технические данные передвижного хвоеотделителя

Производительность, кг/ч . . . . .	250
Габаритные размеры, мм:	
длина . . . . .	820
ширина . . . . .	760
высота . . . . .	820
Диаметр барабана, мм . . . . .	305
Длина барабана, мм . . . . .	620
Масса, кг . . . . .	48

Технология заготовки древесной зелени состоит в следующем. Валка деревьев производится валочно-пакетирующей машиной ЛП-19, затем они трелюются трактором ЛП-18А и складируются на погрузочной площадке в штабель высотой 2 м. Перпендикулярно штабелю на расстоянии 1,5...2,0 м от него устанавливается сучкорезная машина ЛП-33А, на стреле которой впереди сучкорезной головки дополнительно устанавливается накопитель сучьев.

При протаскивании деревьев пихты челюсти накопителя закрываются до проходного диаметра 10...20 см, превышающего диаметр протаскиваемого дерева. Срезаемые сучья, упираясь комельками в державки рычагов сучкорезной головки, накапливаются в челюстях накопителя.

Для предотвращения рассыпания сучьев пучок обжимается челюстями и после сброса хлыста поворотом стрелы укладывается на землю или на штабель хлыстов, образуя вал сучьев пихты (отдельно от других пород). При обрезке сучьев с деревьев других пород челюсти накопителя полностью раскрываются и обрезанные сучья падают на землю.

Сучья пихты собирают погрузчиком и доставляют к переносному отделителю, на котором с них снимают древесную зелень. Уложенная в кучи объемом 3...4 м<sup>3</sup> древесная зелень затем доставляется к пихтоваренной установке.

Оборудование внедлено в Ильинском и Предивинском леспромхозах объединения "Красноярсклеспром".

Для отделения ДЗ от ветвей в леспромхозах используются также другие отделители барабанного типа ОДЗ-12А, ОИ-1,0, ОДЗ-3,0. На некоторых предприятиях применяют отделители зелени, разработанные и изготовленные рационализаторами. Переносной хвоеотделитель с приводом молоткового барабана от двигателя бензиномоторной пилы "Дружба" изготовлен и эксплуатируется в объединении "Горьклес". Хвоеотделитель устанавливается вблизи погрузочной площадки и обслуживается одним-двоумя рабочими. В объединении "Удмуртлес" внедрен хвоеотделитель на базе трактора ТДТ-40М, обеспечивающий одновременно подачу отделенной зелени пневмотранспортом в самосвальный кузов-накопитель. Партию переносных хвоеотделителей с приводом от двигателя бензопилы изготовил Пермский ЭМЗ. Рабочий орган этого хвоеотделителя выполнен в виде барабана стержневого типа по аналогии с дробилкой ДКУ-1. Масса переносного хвоеотделителя равна 45 кг, его производительность при обслуживании бригадой из 4 чел. достигает 3 т хвойной лапки в смену (с погрузкой вручную на автомашину).

Для отделения зелени от тонкомерных деревьев, заготовляемых при рубках ухода за молодняками, а также от вершин и ветвей УкрНИИЛХА совместно с Лубенским заводом "Спец-

"лесмаш" разработан отделитель зелени ОЗН-0,9 передвижного типа. Он может агрегатироваться практически со всеми существующими тракторами класса тяги 9...14 кН. Отделитель может перемещаться по дорогам любого класса, в том числе лесным. Машина проста по конструкции, не имеет сложных узлов и дефицитных комплектующих изделий.

Вырабатываемая на отделителе древесная зелень обладает достаточно высокими показателями качества. Если по ГОСТ 21769—84 "Зелень древесная хвойная" требуется, чтобы в составе получаемой массы было не менее 80 % зелени (1-й сорт), то отделитель ОЗН-0,9, по данным УкрНИИЛХА, обеспечивает содержание зелени в вырабатываемой массе до 96 %.

Конструкция отделителя включает раму, формирующую устройство, два барабана с рабочими органами V-образной формы, транспортирующий механизм с захватами, опорное устройство, бункер с транспортером-питателем, наклонный скребковый транспортер со сбрасывателем, привод и приемный стол.

Для передвижения отделителя приемный стол, консольная часть рамы и опорное устройство переводятся в транспортное положение.

Тонкомерные деревья, вершины и различные по размерам сучья, подлежащие переработке, укладываются в штабель.

Отделитель располагается около штабеля с таким расчетом, чтобы рабочий без дополнительных трудозатрат мог подавать сырье на приемный стол. После обработки ветвей в рабочей зоне отделенная зелень, попадая в бункер, транспортером-питателем и наклонным скребковым транспортером выносится в транспортную емкость, а очищенные от зелени ветви снимаются вторым рабочим с машины и могут в дальнейшем использоваться на различные цели.

#### Технические данные отделителя зелени ОЗН-0,9

Производительность, кг/ч . . . . .	700...800
Потребляемая мощность, кВт . . . . .	20
Диаметр обрабатываемого дерева (ветви) у комля, мм . . . . .	100
Длина обрабатываемых деревьев (ветвей), м . . . . .	до 3,5
Качество (однородность) древесной зелени, % . . . . .	96
Частота вращения барабанов, мин <sup>-1</sup> . . . . .	680
Скорость передвижения, км/ч . . . . .	5...15
Масса, кг . . . . .	1 000

Внедрение отделителя ОЗН-0,9 в промышленность обеспечивает годовой экономический эффект более 1,5 тыс.р.

Анализ работы хвоеотделителей барабанного (молоткового) типа показывает, что при обработке ветвей молотковым рабочим органом не удается обеспечить необходимую однородность частиц древесной зелени, при этом в древесную зелень попадают древесные частицы, снижающие качество продукции.

Для повышения производительности при отделении зелени и ее качества разработана технология, при которой ветви предварительно измельчаются на рубительной машине, а затем измельченная масса разделяется на древесную зелень и щепу. Эта технология позволяет комплексно механизировать переработку сучьев, ветвей и вершин с одновременным разделением потока измельченной зеленой массы на щепу и древесную зелень.

Операция измельчения сучьев ветвей и вершин может производиться такими рубительными машинами, как МРБ4-30ГН, ДУ-2АМ и созданной в последнее время (на замену ДУ-2АМ) рубительной машиной ДО-51, изготавляемой заводом "Ижлесмаш". Для разделения измельченной массы на древесную зелень и щепу разработаны и используются два способа — аэрофонтанный и пневмоударный.

На основе аэрофонтанного способа разработана и внедрена конструкция измельчителя-пневмосортировщика древесной зелени ИПС-1,0. Он состоит из измельчителя КиК-1,4 и пневмосортировщика.

#### Технические данные измельчителя-пневмосортировщика ИПС-1,0

Производительность, кг/ч . . . . .	до 800
Масса, кг . . . . .	1 150
Габаритные размеры, мм:	
длина . . . . .	2 640
ширина . . . . .	2 770
высота . . . . .	5 780
Частота вращения крыльчатки дозаторов, мин . . . . .	100
Диаметр сортирующей колонки, мм . . . . .	300
Число ножей на диске измельчителя, шт. . . . .	3
Частота вращения ротора измельчителя, мин . . . . .	740
Размеры измельченных частиц, мм . . . . .	13..60
Габарит измельчителя, мм:	
длина . . . . .	2 550
ширина . . . . .	1 240
высота . . . . .	1 600
Масса, кг . . . . .	835

От измельчителя древесная зелень подается воздушным потоком в загрузочный циклон. Затем через шлюзовой дозатор-питатель она поступает по наклонному патрубку в вертикальную сортирующую колонну. Вентилятор засасывает через сортирующую колонну поток воздуха, который разделяет измельченную массу на кондиционную ДЗ и древесные частицы. Более тяжелые древесные частицы высыпаются из сортирующей колонны на выносной транспортер, а кондиционная ДЗ уносится воздушным потоком в разгрузочный циклон и через шлюзовой дозатор-питатель попадает на загрузочный транспортер сушилки АВМ-0,4 или выносной транспортер.

На базе пневмоударного способа ПКТИ Минлеспрома УССР и ЦНИИМЭ разработана установка ДО-52 для разделения измельченной кроны зеленой щепы на древесную зелень и щепу.

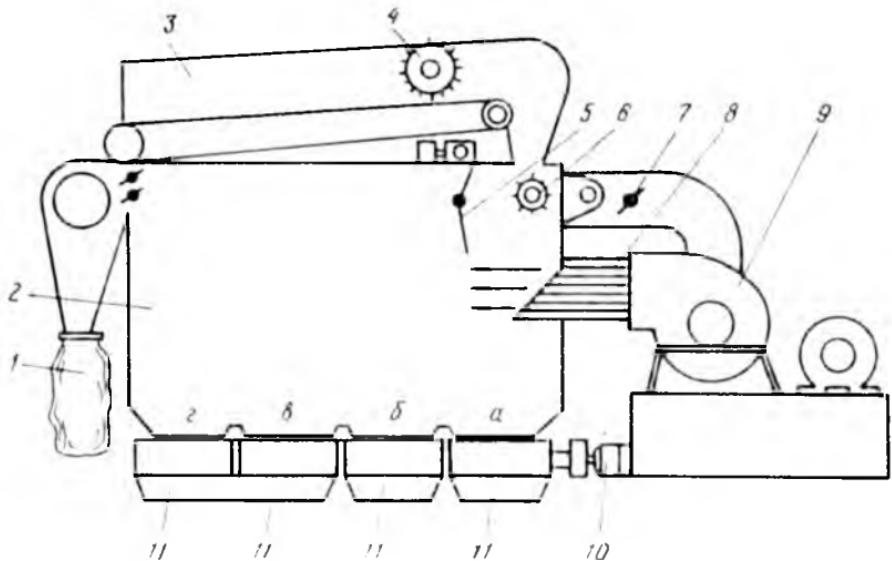


Рис. 8.3. Схема установки ДО-52 для сортировки зеленой щепы:

1 – сборник пыли; 2 – камера; 3 – конвейер-питатель; 4 – валец дозирующий; 5 – экран отбойный; 6 – валец разбрасывающий; 7 – заслонка; 8 – коллектор трубчатый; 9 – вентилятор; 10 – привод выносных конвейеров; 11(а, б, в, г) – выносные конвейеры

Для измельчения кроны создана барабанная резцовая рубительная машина ДО-51, которую предполагается использовать в комплексе с установкой ДО-52.

Установка ДО-52 (рис. 8.3) представляет собой металлическую камеру, в которую через трубчатый коллектор центробежным вентилятором нагнетается воздух. Камера снабжена разбрасывающим вальцом и отбойным экраном. Измельченная зеленая масса подается в камеру ленточным конвейером-питателем, расположенным в верхней части камеры. Количество поступающей массы регулируется дозирующим вальцом.

В нижней части камеры расположены четыре ленточных конвейера для выноса полученных фракций. В процессе разделения щепа попадает на конвейер *a*, древесная зелень – на конвейер *b* и *г*, а на конвейер *в* и *д*, а на конвейер *б* попадает смесь щепы и древесной зелени.

Разделение измельченной массы на две фракции осуществляется за счет различия их аэродинамических и упругих свойств в горизонтальном воздушном потоке. Установка монтируется в технологическом потоке в комплексе с рубительной машиной ДО-51 и конвейерами для подачи перерабатываемых сучьев и ветвей, отбора измельченной массы из-под рубительной машины и подачи ее на конвейер-питатель, выноса разделенных фракций (щепы и ДЗ) в соответствующие ем-

кости, а также транспортировки смеси с конвейера б на повторную сепарацию.

Полученная древесная зелень перерабатывается на целый ряд ценных кормовых, лечебных и парфюмерных продуктов. Наиболее распространено производство хвойно-витаминной муки, хлорофиллокаротиновой пасты и эфирного (пихтового) масла.

Весьма ценными лекарственными и парфюмерными продуктами, вырабатываемыми из древесной зелени, является пихтовое масло, хлорофиллин натрия, провитаминный концентрат, паста бальзамическая и др. Эта продукция может вырабатываться комбинированной переработкой древесной зелени.

Проектно-изыскательской организацией объединения "Сила-ва" разработан проект цеха лесобиохимических продуктов, исходным сырьем для которого является древесная зелень (еловая и сосновая лапка).

#### Основные технико-экономические показатели цеха лесобиохимических продуктов

Годовой объем выпуска продукции:

паста хлорофиллокаротиновая, т . . . . .	38,9
хлорофиллин натрия, т . . . . .	38,4
проводитаминный концентрат, т . . . . .	1,4
хвойный воск, т . . . . .	1,2
средняя фракция эфирного масла, кг . . . . .	450
тяжелая фракция эфирного масла, кг . . . . .	150
паста бальзамическая, т . . . . .	3,09
экстракт хвойный, т . . . . .	6,4
Общий объем товарной продукции, тыс. р . . . . .	473,3
Расход сырья, т:	
еловой лапки . . . . .	350
сосновой лапки . . . . .	700
Расход воды, тыс. м <sup>3</sup> . . . . .	4,5
Численность работающих при трехсменном режиме работы . . . . .	29
в том числе в цехе сбора веток . . . . .	6
в котельной . . . . .	8
ИТР, МОП . . . . .	6
Фонд зарплаты, тыс. р . . . . .	64,1
Срок окупаемости капитальных вложений, годы . . . . .	3
Затраты на 1 р. товарной продукции, к . . . . .	54,2
Годовой экономический эффект, тыс. р . . . . .	71,0

Проект этого цеха реализован в Выруском лесокомбинате Эстонской ССР и Сгреченском лесокомбинате Латвийской ССР. Фактические технико-экономические показатели работы цехов соответствуют или близки к проектным. Товарная продукция цехов в последние годы находится на уровне 462...620 тыс. р. Рентабельность цехов около 40 %.

Для переработки древесной зелени пихты и коры непосредственно на верхних и нижних складах лесозаготовительных предприятий СибНИИЛПом разработана передвижная пихтова-

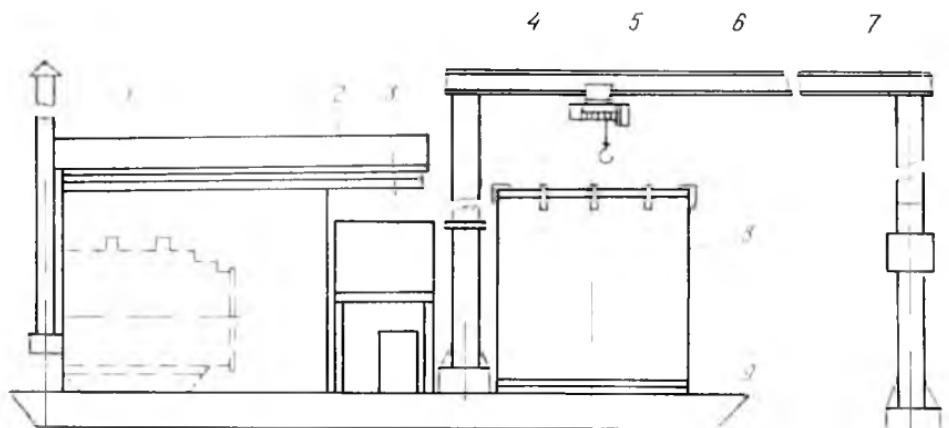


Рис. 8.4. Схема передвижной пихтоваренной установки:

1 — паровой котел; 2 — конденсатор-холодильник; 3 — приемник-маслоотделитель; 4 — закрепленная опора грузоподъемного механизма; 5 — тельфер; 6 — монорельс; 7 — выносная опора грузоподъемного механизма; 8 — перегонный чан; 9 — сани

репная установка (рис. 8.4) в контейнерном исполнении. Установка вырабатывает эфирное масло методом водно-паровой отгонки и рассчитана на сезонную эксплуатацию (с апреля по ноябрь). В состав установки входит паровой котел К-300МТ, перегонный куб, конденсатор-холодильник, приемник-маслоотделитель и грузоподъемный механизм. В качестве грузоподъемного механизма использован тельфер типа ТЭ-1-611, перемещающийся по монорельсовому пути, который установлен на двух опорах. Одна из опор крепится к раме установки, вторая является выносной. Технологическое оборудование установки смонтировано на металлических санях, полозья которых выполнены из двутавровой балки.

Перегонный куб состоит из съемных элементов (кассет) с сетчатым дном, устанавливаемых один на другой и скрепляемых с помощью замков. Система вертикальных и горизонтальных паропроводов обеспечивает подачу пара непосредственно в каждую кассету.

#### Технические данные передвижной пихтоваренной установки

Принцип работы . . . . .	периодический
Вместимость перегонного куба, м <sup>3</sup> . . . . .	5,5
Число кассет в перегонном кубе, шт. . . . .	3
Продолжительность цикла отгонки, ч . . . . .	14...15
Продолжительность по чистому времени работы при средней масличности сырья 1,5 %, кг/ч, не менее . . . . .	1,5
Габаритные размеры в транспортном положении, мм:	
длина . . . . .	8000
ширина . . . . .	3000
высота . . . . .	3400
Масса, кг . . . . .	8400

Технологический процесс установки состоит в следующем. Загруженные на месте сбора сырья кассеты транспортным средством доставляются к пихтоваренной установке. Тельфером кассеты устанавливают последовательно одна на другую на основание, закрывают сверху крышкой, герметизируют. Затем через перегонный куб пропускают перегретый пар температурой до 130° С, который прогревает древесную зелень (или кору) и увлекает за собой частички выделяющегося из сырья эфирного масла. Пары масла и воды через патрубок, расположенный в крышке куба, направляются в холодильник, где конденсируются и затем поступают в приемник-маслоотделитель, где происходит разделение воды и масла.

После завершения цикла отгонки подачу пара прекращают, кассеты демонтируют тельфером и доставляют на площадку для выгрузки отработанного сырья, а на их место устанавливают кассеты, загруженные свежим сырьем. Число кассет для комплектации одной установки определяется расстоянием от места заготовки до места переработки сырья и организацией доставки кассет.

В отличие от существующих пихтоваренных установок она мобильна, поставляется потребителю в блочно-комплектном исполнении. На подготовку установки к работе требуется 5...8 ч времени. Установка внедрена в Новоканском леспромхозе объединения "Красноярсклеспром".

### 8.3. ПРОИЗВОДСТВО ВИТАМИННОЙ МУКИ

Вырабатываемая из древесной зелени витаминная мука наряду с травяной мукой является ценной добавкой к комбикормам для животных и птиц, отличается высоким содержанием каротина (провитамина А), микроэлементов и других биологически активных веществ.

Технология производства хвойно-витаминной муки состоит в форсированном высушивании (за несколько минут) измельченной древесной зелени в потоке горячего теплоносителя и последующем измельчении ее до частиц размером 1,5...2 мм. По своим показателям витаминная мука должна соответствовать ГОСТ 13797—78. В связи с быстрым разложением каротина — основного компонента муки — рекомендуется соблюдать предельные сроки хранения заготовленной зелени (табл. 8.5).

Выход витаминной муки в зависимости от породы и влажности ДЗ изменяется в пределах 40...50 %. Для производства витаминной муки можно использовать различного рода сушилки, обеспечивающие регулируемую температуру теплоносителя до 623 К. Применяются два типа установок (цехов) для производства хвойно-витаминной муки — стационарные и передвижные. Технология цеха по производству витаминной муки на базе стационарной ус-

### 8.5. Предельные сроки хранения древесной зелени

Тип древесной зелени	Сроки хранения, сут, в зависимости от породы при температуре		
	хвойных		лиственных
	отрицательной	положительной	положительной
Ветви, уложенные в кучи	30	7	3
Зелень, отделенная от ветвей	15	3	1
Зелень сосны и пихты, обработанная водяным паром, отходы эфиромасличного производства	2	1	—

тановки аэрофонтанного типа, созданной объединением "Силава", заключается в следующем. После отделителя ОДЗ (или другого) древесная зелень собирается в бункер и поступает на измельчение в дробилку молоткового типа (ДКУ-М или КДУ-2) без вкладышей сит. Измельченная ДЗ пневмотранспортом подается в циклон, а затем через шлюзовой или шнековый питатель — в первую колонну сушилки, в поток теплоносителя. Частицы хвойной лапки и кусочки тонких побегов "витают" в вертикальном воздушном потоке пока не подсохнут, после чего переходят во вторую вертикальную колонну, а затем в третью. Сухая ДЗ подается в разгрузочный циклон, где отделяется от воздушного потока и через шлюзовой затвор поступает в мельницу (ДКУ-М, КДУ-2), где размалывается на муку.

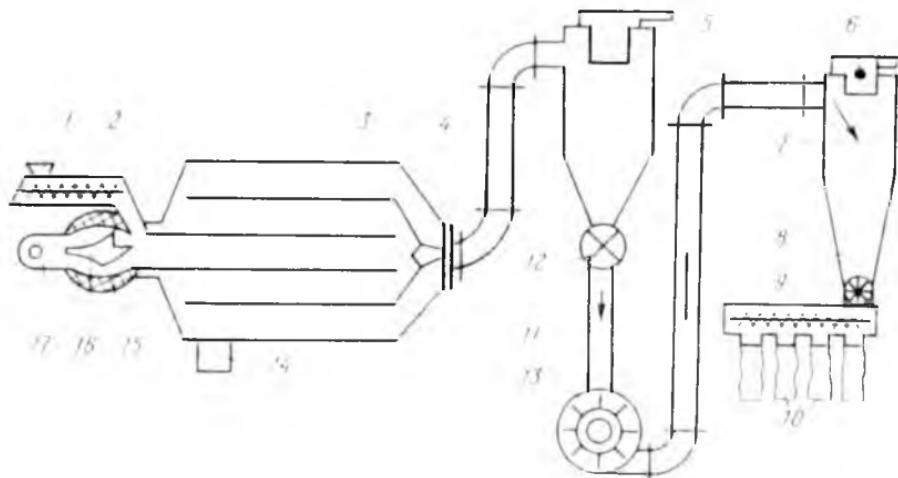


Рис. 8.5. Технологическая схема установки АВМ-0,4:

1 — приемная воронка; 2 — питатель; 3 — барабан; 4 — пневмопривод; 5 — циклон сухой массы; 6 — вентилятор; 7 — циклон; 8, 12 — дозаторы; 9 — шнек; 10 — мешки для сбора муки; 11 — трубопровод тяжелых частиц; 13 — дробилка; 14 — привод барабана; 15 — топка; 16 — камера газификации; 17 — форсунка

Для получения витаминной муки наиболее эффективным типом сушилки является барабанная высокотемпературная сушилка АВМ-0,4 (рис. 8.5). Она обеспечивает равномерность сушки, сохранность питательных веществ и витаминов. Процесс сушки полностью механизирован. Сушилка работает на природном газе или жидким топливом, которое под давлением 1,17 МПа впрыскивается форсункой в камеру газификации. Сюда же поступает воздух, подаваемый вентилятором. При небольших объемах лесозаготовок в отдельных лесопунктах и большом расстоянии вывозки древесины целесообразно использовать передвижные установки для производства витаминной муки. Из передвижных сушилок наибольшее распространение получили сушилки СХПБ-0,2 и СХПБ-0,1.

#### **Технические данные установок для производства хвойно-витаминной муки**

Марка . . . . .	АВМ-0,4	АВМ-0,4А	АВМ-1,5	"Витагма-1,0"
Производительность по сухому продукту влажностью				
8...10 % при начальной влажности 65...80 %, кг/ч . . .	310...700	370...750	850...1900	740...1500
Расход топлива, кг/ч . . . . .	120	120	360	240
Установленная мощность, кВт . . . . .	65,4	63,5	208,6	200
Габаритные размеры, мм:				
длина . . . . .	11400	10000	26690	16000
ширина . . . . .	6500	7700	14500	13000
высота . . . . .	5000	6300	14000	6200
Масса, кг . . . . .	13500	9300	48900	25500
Число обслуживающего персонала, чел. . . . .	3...4	3...4	3	2

#### **8.4. ПЕРЕРАБОТКА И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОРЫ**

Эффективная промышленная утилизация коры, получаемой в процессе окорки круглых лесоматериалов на предприятиях отрасли, является важной народнохозяйственной задачей. К настоящему времени в промышленности проверен ряд направлений использования коры. Она нашла применение в качестве топлива, из нее изготавливают топливные брикеты, плитные и строительные материалы, удобрения для сельского хозяйства и т. д.

К числу основных операций по подготовке коры к использованию относятся сбор и хранение, транспортирование, измельчение и сортировка. Сбор и транспортирование коры в пункты концентрации на большинстве предприятий чаще всего производятся скребковыми транспортерами ТОЦ16-4 с нижней рабочей ветвью или ленточными конвейерами. При заготовке коры как технологического сырья возможно хранение ее под навесом, на открытых складах или в бункерах. Наиболее дешевым является организация открытых кучевых складов. Однако, как показали опыты ЦНИИМОДа по хранению коры на

открытых складах, качество коры как сырья для изготовления плит после 3-месячного открытого хранения ухудшилось. Снизилась ее механическая прочность, в летний период развивались бактерии и дереворазрушающие грибки. Таким образом, при открытом хранении коры как технологического сырья необходима организация специальных складов, обеспечивающих соответствующие режимы хранения.

Для транспортирования коры на целлюлозно-бумажных комбинатах, где организовано сжигание коры, используются механические транспортеры, пневмо- и гидротранспорт. На Архангельском ЦБК после измельчения кора подается в бассейн, а затем вместе с водой перекачивается насосом в водоотделительный барабан, откуда направляется в шнековый короотжимной пресс. После отжима кора по ленточным конвейерам поступает в топку. На Котласском ЦБК организовано промежуточное складирование коры после отжима ее в шнековых прессах. Со склада кора мостовым краном с грейферным захватом подается через барабанный питатель в систему конвейеров в корорубку. В зарубежной практике (США) применяется пневмотранспорт измельченной коры на расстояние до 1700 м с производительностью 300 т/ч. Специалисты отмечают, что пневмотранспорт коры на склад или в котельную обходится дешевле по сравнению с применением механических видов транспорта.

Для перевозки коры используются самосвалы с наращенными бортами, а также автощеповозы ЛТ-7А, ПС-22 и ЛТ-191.

Независимо от направления использования коры она должна иметь невысокую влажность. Поэтому необходимой операцией подготовки коры к использованию является обезвоживание, которое может осуществляться с помощью короотжимных прессов, а также естественной или искусственной сушкой. Влажность коры, образующейся при окорке пиловочника, поступающего из бассейна, а также коры, получаемой на ЦБК после "мокрой" окорки балансов, составляет 80...85 %.

Влажность коры в короотжимных прессах, например в прессе КП-6, удается довести до 55...60 %. Дальнейшее уменьшение влажности коры механическим способом практически нецелесообразно.

#### Технические данные короотжимного пресса КП-6

Производительность по отжатой коре влажностью 55 %, т/ч . . . . .	6
Скорость движения цепного пояса, м/с . . . . .	1...10
Наименьшая толщина слоя отжатой коры, мм . . . . .	25
Диаметр отжимного барабана, мм . . . . .	1400
Ширина цепного пояса, мм . . . . .	525
Число рабочих гидроцилиндров, шт. . . . .	6
Давление, передаваемое валиками, МПа:	
I . . . . .	9,6...30,0
II . . . . .	10,8...41,9
III . . . . .	11,9...60,0

Для измельчения коры наиболее широкое распространение получили машины роторного типа. Роторные машины конструктивно выполняются с одним и двумя роторами. В двухроторных машинах кора измельчается между ножами, жестко установленными на роторах, которые вращаются навстречу друг другу с различной скоростью.

Из отечественных машин к таким относятся модели Цб-01 и КРН-2/25. Рабочим органом Цб-01 являются рубительные диски, установленные на двух параллельных валах, вращающихся в противоположном направлении. Валы приводятся от электродвигателя мощностью 28 кВт с частотой вращения 1460 мин<sup>-1</sup>.

Одновальльные роторные машины КР-4 и КР-5 с вертикальным расположением ротора могут использоваться для грубого измельчения коры. Их выпускает ПО "Калининградбуммаш".

Применяемые в сельском хозяйстве дробилки для переработки грубых кормов марки КИ-1 и КИ-2, универсальная дробилка ДКУ-1,0 и фирмы "Нерис" также могут использоваться для измельчения коры. В связи с разработкой новых технологических процессов использования коры для получения различной товарной продукции возникла необходимость в измельчении ее на более мелкие фракции. Для этой цели разработаны новые конструкции установок, одна из которых — молотковая мельница МК-10, обеспечивающая получение основной массы частиц размером 4...8 мм (разработана ВНПОБумпромом и ЦНИИМОДом). Серийный выпуск МК-10 организован на заводе "Ижлесмаш" Минлеспрома СССР.

#### Технические данные мельницы МК-10

Производительность, м <sup>3</sup> /ч . . . . .	25
Размеры частиц измельченной коры, мм . . . . .	4..8
Установленная мощность, кВт . . . . .	75
Частота вращения ротора, мин . . . . .	735
Диаметр ротора, мм . . . . .	1000
Габаритные размеры, мм:	
длина . . . . .	2325
ширина . . . . .	1240
высота . . . . .	1550
Масса, кг . . . . .	3660

Сушка измельченной коры может производиться в барабанной сушилке "Прогресс", применяемой в производстве древесностружечных плит, для сушки древесных частиц (стружки). Барабан сушилки "Прогресс" устанавливают под отрицательным углом наклона к горизонту 2...3° в сторону загрузки сырого материала. Топочные газы, получаемые в топке с температурой 1070...1170 К, поступают в смесительную камеру, где смешиваются с холодным воздухом. Затем газовоздушная смесь с температурой 625...770 К идет в газоход, куда загружается

сырой материал, подлежащий сушке. Перемещение коры вдоль барабана происходит под влиянием потока газовоздушной смеси. Высушенная кора вместе с отработанными газами поступает в циклон, где отделяется от газов. Движение потока газовоздушной смеси обеспечивается дымососом центробежного типа.

#### Техническая характеристика барабанной сушилки "Прогресс"

Длина барабана, м . . . . .	10
Диаметр барабана, м . . . . .	2,2
Рабочий объем барабана, м <sup>3</sup> . . . . .	38
Установленная мощность, кВт . . . . .	75
Частота вращения барабана, мин . . . . .	6...9
Часовая производительность сушилки по испаренной влаге, кг . . . . .	2260..3000

Для подсушки коры также используются пневматические трубы-сушилки с восходящим потоком. Недостатком труб-сушилок является их большая высота. Гипродревпром разработал проект двупроходной трубы-сушилки для предварительной подсушки стружки в цехах ДСП перед входом в сушильный барабан. Эта сушилка может быть использована для подсушки коры. Наиболее распространенными серийно выпускаемыми сушильными агрегатами, которые можно использовать для сушки измельченной коры, являются сушилки АВМ-0,4 и АВМ-1,0.

Из числа основных направлений использования коры наиболее важным является ее переработка для получения дубильных экстрактов. Кора целого ряда древесных пород содержит растительные дубильные вещества (танииды). Например, еловая кора принимается как сырье для производства дубильных экстрактов при содержании танинов до 7 %. Влажность коры, поставляемой дубильно-экстрактовым предприятиям, не должна превышать 19 %. В период с 1 октября по 1 мая допускается поставка коры влажностью 28,2 %, но масса ее перечитывается на массу коры 19 %-ной влажности. В коре I сорта наличие древесины не допускается, а II сорта — допускается не более 10 % массы коры. При нахождении коры в воде содержание танинов снижается в среднем на 1 % в месяц.

При ручной заготовке кора после просушки оставляется потребителю обычно в тюках. Что касается коры, полученной при механизированной окорке, то она не пакетируется, а отгружается насыпью в контейнерах, автощеповозах, полувагонах, покрываемых брезентом. Кора подвергается предварительному измельчению, сушится в сушилках различного типа при температуре не выше 572 К.

В промышленности имеется достаточный опыт механизированной заготовки и поставки коры дубильно-экстрактовым предприятиям.

**Технические данные отечественных роторных корорубок**

Марка станка . . . . .	KP-4	KP-5	KP-6	Ц6-02	KPH-1/7
Производительность (при влажности коры 55...80 %), м / ч . . . . .	25	50	6	15	7
Число дисков, шт. . . . .	—	—	17	9	9
Диаметр окружности резания, мм:					
большой . . . . .	1300	1500	540	320	600
малый . . . . .	—	—	480	220	570
Число ножей на диске, шт. . . . .	—	—	2	1	3
Мощность привода, кВт . . . . .	110	200	40	75	40
Масса, т . . . . .	5,1	6,5	2,14	1,9	—

*Продолжение*

Марка станка . . . . .	KPH-1/15	KPH 1/25	KP-2	KPH-2/25 I сту- пени	KPH-2/25 II сту- пени
Производительность (при влажности коры 55...80 %), м / ч . . . . .	15	25	2	25	25
Число дисков, шт. . . . .	20	33	15	33	49
Диаметр окружности резания, мм:					
большой . . . . .	600	600	520	600	600
малый . . . . .	570	500	290	570	570
Число ножей на диске, шт. . . . .	3	3	3	3	4
Мощность привода, кВт . . . . .	75	75	20	75	75
Масса, т . . . . .	—	—	5,8	8,3	8,3

Так, заготовка еловой коры для экстрактовой промышленности явилась достаточно эффективным видом производства. В Лодейнопольском ЛПХ объединения "Ленлес", Шуйско-Виданском ЛПХ объединения "Кареллеспром" и на других предприятиях эксплуатируются линии, в состав которых входят барабанная сортировка, скребковый транспортер и комплект контейнеров.

От' окорочных станков по ленточному транспортеру кора поступает в сортировочный барабан, где отсеиваются древесные и моховые частицы. Из барабана кора подается скребковым конвейером ТОЦ16-4 в контейнер, представляющий собой сварной каркас, разделенный внутри на грузовые и вентиляционные отсеки шестью сетчатыми перегородками. Грузовые отсеки обтянуты стальной сеткой. Дно контейнера выполнено в виде раскрывающихся створок с замками. В процессе заполнения контейнера в грузовые отсеки закладываются деревянные стержни, образующие в отсеке вентиляционные каналы, способствующие лучшему просушиванию коры.

В естественных условиях в весенне-летний период кора в таких контейнерах просыхает за 5...8 сут до влажности 16 % и в осенне-зимнее время за 10...15 сут до 25...28 %-ной влажности. Для ускорения сушки устанавливается вентилятор, обеспечивающий принудительную вентиляцию воздуха через каналы загруженного корой контейнера.

Погрузка коры в подвижной состав (выгрузка из контейнеров) производится консольно-козловым краном. В открытый полувагон без уплотнения загружается 11,5 т коры (относительная влажность 16 %).

Наиболее простым и доступным способом утилизации древесной коры является использование ее в качестве топлива и для удобрения почвы. На целлюлозно-бумажных предприятиях кору сжигают в специальных котлоагрегатах высокой производительности (до 75 т/ч) в смеси с другими видами топлива: щепой, углем или жидким топливом. Агрегаты такого типа (КМ-75-40) эксплуатируются на Братском ЛПК и Котласском ЦБК.

Для получения из коры топливных брикетов КирНИИЛП разработал технологию и подобрал состав необходимого оборудования. Поточная линия КирНИИЛПа по изготовлению топливных брикетов из коры без добавления связующих включает машину для измельчения, топочно-сушильный агрегат и брикетировочный пресс. В состав линии также входят бункера промежуточной емкости коры с дозирующими устройствами.

Цех топливных брикетов на базе линии КирНИИЛПа введен на Кондопожском ДОЗе. Производительность его 5,2 тыс. т брикетов в год, срок окупаемости по проектным данным 3 года.

На Пермском лесозаводе готовится к вводу цех по брикетированию еловой коры для поставки дубильно-экстракционному заводу. Здесь также использована линия КирНИИЛПа. На брикеты разработаны ТУ 13-836-85 "Брикеты из еловой коры для производства дубильных экстрактов".

По теплотехническим свойствам топливные брикеты, получаемые из коры, занимают промежуточное положение между торфяными и угольными. Торфяные брикеты имеют теплоту сгорания рабочей массы в пределах 15...19 МДж/кг (при влажности 9...15 %), а угольные 21...29 МДж/кг. Отрицательные свойства брикетов из коры, так же как и из торфа, заключаются в способности их набухать и разрушаться при попадании в воду. В связи с этим брикеты из коры необходимо хранить в штабелях, защищенных от воздействия атмосферных осадков.

Что касается использования коры для производства плит и строительных материалов, то в промышленных масштабах такой опыт отсутствует. Однако исследования, проведенные в ЦНИИМОДе, ЛатНИИЛХПЕ и БТИ, а также разработанные технологии свидетельствуют о возможности изготовления древесно-корьевых плит с применением таких связующих, как сульфитная барда (отходы сульфитного производства) и мочевиноформальдегидная смола (МФ-17).

Одним из возможных путей использования древесной коры в настоящее время является ее применение в сельском хозяйстве в качестве удобрения или стимулятора почвы. Работа по использованию коры на компостные удобрения проводилась в Чехо-Сло-

вакии, Финляндии, ГДР, Японии и других странах. В нашей стране использованием коры для удобрения сельскохозяйственных и лесных культур занималась Ленинградская ЛТА им. Кирова. Производственные опыты проводились на полях совхоза им. Тельмана и в подсобных хозяйствах Балахнинского и Соликамского ЦБК. Результаты опытных работ позволили сделать вывод, что использование коры в качестве сырья для получения удобрения вполне эффективно и имеет перспективу.

Компосты из коры являются естественным органическим удобрением. Кора содержит много лигнина и имеет большой гумусовый потенциал. Разложение компоста из коры в почве происходит достаточно медленно, в течение 5...7 лет, что свидетельствует о большом экономическом эффекте этого удобрения.

Опытный участок по переработке коры на гумусовые удобрения был организован Кировским ДОКом фирмы "Кировмебель". Технология переработки коры включала измельчение частиц до размеров в 10 мм, смешивание с минеральными добавками и хранение смеси в буртах от 1,5 до 4 мес для вызревания. Измельчение коры производилось на измельчителе "Волгарь-5", производительность которого составила около 5 м<sup>3</sup>/ч. Измельченная кора в кормосмесителе АПС-6,0 смешивалась с минеральными добавками в расчете: на 1 т коры — 5 кг амиачной селитры, 10 кг фосфатной муки и 2 кг хлористого кальция.

СибНИИЦК в г. Братске провел исследования эффективности компостов из коры сосны, лиственницы, ели, березы и осины. Их применение в качестве субстрата в теплицах показало, что при выращивании огурцов был получен дополнительный доход 5 р/м<sup>2</sup>, а при внесении компоста под картофель в количестве 30 т/га урожайность повысилась на 17 %, прирост зеленой массы овса на участке с внесением компоста составил 155...177 % по сравнению с контролем.

Архангельским институтом леса и лесохимии разработан способ компостирования коры и проведены испытания корового компоста в качестве субстрата при выращивании томатов в закрытом грунте и в качестве удобрения под картофель. При использовании корового компоста в теплицах была получена прибыль с 1 м<sup>2</sup> теплицы 10,8 р., рентабельность возросла с 35 до 75 %; при использовании под картофель в дозах 80 и 160 т/га, несмотря на увеличение урожая, при данном уровне механизации приготовления компост оказался экономически невыгодным из-за высокой себестоимости и больших транспортных расходов.

В Карелии опыты по получению компостов из коры проводились институтом биологии Карельского филиала АН СССР, Опытной сельскохозяйственной станцией, Петрозаводским университетом им. О. В. Куусинена. Установлена не только возможность, но

и целесообразность использования коровых компостов в открытом и закрытом грунте в условиях КАССР. Как показал опыт совхоза "Медвежегорский", неизмельченная кора непосредственно от корообдирочных барабанов установок УПЩ может быть использована для производства компостов. Технология приготовления компостов такая же, как из измельченной, но продолжительность компостирования увеличивается до 2,5...3 лет. Кроме того, кору длительного хранения на свалках можно использовать в качестве грунтов без компостирования. Так, в совхозе "Тепличный" были получены положительные результаты при выращивании огурцов на торфокомпосте с добавкой 25 % полуразложившейся коры 8-летнего срока хранения.

Таким образом, в настоящее время имеется достаточно научных и практических рекомендаций по использованию коры для производства удобрений. Более широкому внедрению коры препятствует отсутствие экономичных, надежных, высокопроизводительных машин для измельчения, дозирования добавок и перемещения компоста.

## 9. ТРАНСПОРТ СЫРЬЯ И ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ

### 9.1. ОСНОВНЫЕ ВИДЫ МЕЖЦЕХОВОГО ТРАНСПОРТА

На лесозаготовительных предприятиях лесопромышленного комплекса для внутри- и межцехового перемещения древесины (хлыстов, бревен, короткомерных сортиментов) широко применяются механические продольные цепные и ленточные конвейеры: ЛТ-145 (Б22У-1А) — цепная бревнатаска, серийно выпускаемая Костромским судомеханическим заводом; ЛТ-86Б — цепной сортировочный конвейер (лесотранспортер) с управляющим устройством для сброски бревен в карманы-накопители, серийно выпускаемый Свердловским машиностроительным заводом "Свердлесмаш"; ЛТ-182 — цепной сортировочный конвейер с автоматизированным управляющим устройством для двусторонней сброски бревен в карманы-накопители, серийно выпускаемый Свердловским машиностроительным заводом "Свердлесмаш"; ленточные сортировочные конвейеры конструкции ВКНИИВОЛГ с управляющим устройством для сброски бревен в карманы-накопители; колесные лесопогрузчики и другие механические транспортные средства, принцип действия которых, конструктивные решения и рекомендуемые режимы и условия эксплуатации подробно изложены в специальной технической литературе по эксплуатации нижнескладского оборудования и справочниках [1; 2]. Технико-экономический анализ и производственный опыт передовых комплексных лесозаготовительных предприятий показывают, что крупномасштабное внедрение ресурсосберегающих технологий в лесозаготовительное производство — главный путь к осуще-

ствлению экономического роста лесозаготовительной отрасли с одновременным решением социальных и экологических задач, возрастающих в лесозаготовительном производстве.

Ресурсосберегающие технологии в лесозаготовительной отрасли неразрывно связаны с углублением механической переработки древесины и биомассы дерева на нижних складах лесозаготовительных предприятий в специализированных цехах по выработке пиломатериалов, балансов, паркета, мебельных заготовок, технологической щепы для целлюлозно-бумажной промышленности, для выработки древесных плит и энергохимического производства, технологической и упаковочной стружки, хвойной зелени, товаров народного потребления и других материалов.

Перерабатывающие древесину и древесную биомассу цехи в зависимости от грузооборота склада и технологии поступления и переработки поступающей на склад древесины расположены на значительных (100...1000 м) расстояниях от пунктов хранения и отгрузки вырабатываемой продукции (железнодорожный отгружочный тупик, причал, бункерная галерея, склад открытого хранения щепы) или перерабатывающих цехов (цехи по производству товаров народного потребления, цехи по выработке плит, паркета, мебельных заготовок, хвойно-витаминной муки, котельная и др.). Работа всех механизированных цехов, перерабатывающих древесину и древесную биомассу на товарную продукцию сопровождается образованием значительного количества измельченной древесной массы (5...20 %), являющейся сырьем для других перерабатывающих и энергохимических цехов (измельченная кора, стружки, опилки, древесная пыль), а в отдельных специализированных цехах измельченная древесина является основной товарной продукцией, вырабатываемой цехом (технологическая щепа для целлюлозно-бумажного и плитного производства, гидролиза, для энергохимической переработки, технологическая стружка, хвойно-витаминная мука и др.). Успешная и ритмичная работа всех вышеуказанных цехов с соблюдением экологических требований и обеспечением экономической эффективности всего производства в определяющей степени зависит от правильного выбора, расчета и технически грамотной эксплуатации средств внутрицехового и межцехового транспорта измельченной древесины и измельченной древесной биомассы.

## **9.2. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ МЕЖЦЕХОВОГО И ВНУТРИЦЕХОВОГО ТРАНСПОРТА ИЗМЕЛЬЧЕННОЙ ДРЕВЕСИНЫ**

На современном этапе развития переработки и комплексного использования древесины в лесозаготовительных предприятиях лесопромышленного комплекса наибольшие объемы измельченной древесины вырабатываются в виде технологи-

ческой щепы для целлюлозного, бумажного (5,4 млн м<sup>3</sup>) и плитного производств и образуются в виде измельченной коры (10 % объема окариваемого пиловочника), опилок (20 % объема распиливаемого в лесопильных цехах пиловочника). С дальнейшим расширением в леспромхозах механической переработки и деревообработки древесины резко возрастут объемы образующейся в производстве измельченной древесины в виде стружки, опилок, древесной пыли, для эффективного удаления и транспортирования которых с соблюдением возрастающих экологических требований требуется своевременное проведение научных исследований и разработка эффективных внутри- и межцеховых транспортных автоматизированных средств, пунктов хранения, учета и отгрузки измельченных древесных материалов.

Исходя из вышеизложенного, на современном этапе межцеховые и внутрицеховые транспортные и погрузочные средства должны обеспечивать:

надежное круглогодовое перемещение технологической щепы, измельченной коры и древесины в виде дробленки, опилок и стружки влажностью до 80...100 % в объемах от 10 до 100 м<sup>3</sup>/ч на расстояния до 1,0 км при полной автоматизации процесса;

совмещение процесса горизонтального перемещения щепы с подъемом или опусканием на 25...50 м и обеспечение последующей непосредственной подачи щепы на склады открытого хранения, в бункеры, в транспортные емкости (вагон-щеповоз, судно);

полуавтоматическую раздельную по породам и поочередную по направлению подачу щепы, измельченной коры и древесины различным потребителям с обеспечением при производственной необходимости подачи этих материалов к местам промежуточного хранения или отгрузки;

погрузку щепы без потерь в транспортные емкости с равномерным ее распределением по всей площади вагона или трюма судна;

хорошую вписываемость в общий технологический поток биржи или лесного склада при минимальном габарите транспортного и погрузочного оборудования;

поточность подачи материала без потерь и снижения качества;

автоматический учет материала, перемещенного различным потребителям;

выполнение современных требований инженерной эстетики, правил техники безопасности, промышленной санитарии и экологических требований;

минимальные капиталовложения и эксплуатационные расходы.

Всем этим требованиям при правильном проектировании и эксплуатации могут удовлетворять как механические, так и пневматические транспортные средства.

### 9.3. МЕХАНИЧЕСКИЕ КОНВЕЙЕРЫ

**Скребковые конвейеры.** На предприятиях лесопромышленного комплекса для внутри- и межцехового перемещения измельченной древесины широко применяют скребковые конвейеры с прямоугольными желобами (рис. 9.1). Измельченная древесина в этом случае перемещается по деревянному или обшитому листовой сталью лотку специальными скребками, закрепленными на тяговой рабочей цепи.

Привод тяговой цепи или каната конвейера осуществляется через редуктор. В передаточном механизме привода устанавливают предохранительное устройство в виде срезного штифта или муфты предельного крутящего момента для предупреждения поломок конвейера при заклинивании скребков или их перегрузке. Часовая производительность  $P_u$  скребкового конвейера определяется по формуле

$$P_u = 3600 \varphi_1 v V c \varphi_2 / l, \quad (9.1)$$

где  $\varphi_1$  — коэффициент использования рабочего времени;  $v$  — скорость движения тяговой цепи или каната, м/с;  $v=0,1 \dots 1,0$  м/с;  $V$  — средний объем измельченной древесины, транспортируемой одним скребком, м<sup>3</sup>;  $c$  — поправочный коэффициент для наклонных транспортеров;  $\varphi_2$  — коэффициент полнодревесности измельченной древесины (для щепы  $\varphi_2=0,36 \dots 0,38$ );  $l$  — расстояние между скребками, м.

Приближенно объем измельченной древесины, транспортируемой скребком, определяется по формуле

$$V = e_1 h l_1, \quad (9.2)$$

где  $e_1$  — опытный коэффициент ( $e_1=0,4 \dots 0,5$ );  $h$  — высота скребка, м;  $l_1$  — длина скребка, м.

Числовые значения поправочного коэффициента  $c$  приведены в табл. 9.1.

Основные параметры скребковых конвейеров регламентируются ГОСТ 23939—79. „Конвейеры скребковые”.

#### Техническая характеристика скребковых конвейеров

Марка конвейера	ТОЦ-16-5	КС
Длина конвейера, м	40	20...60
Расстояние между скребками, м	0,81	0,64
Размеры скребка, мм:		
высота	0,83	200...400
длина	450	450...1200
Производительность, м <sup>3</sup> /ч	15	6...250
Мощность привода, кВт	5,5	4,5...60
Скорость движения тяговой цепи или каната, м/с.	0,5...0,8	0,5...0,63

#### 9.1 Числовые значения поправочного коэффициента $c$

Характеристика измельченного материала	Значение коэффициента при угле наклона, град					
	0	10	20	30	35	40
Легкосыпучий	1	0,85	0,65	0,5	—	—
Плохосыпучий, кусковой	1	1	1	0,75	0,6	0,5

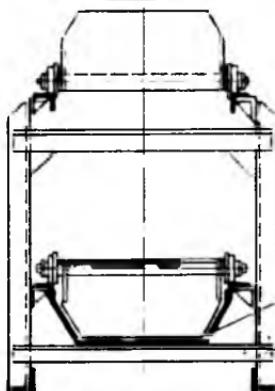
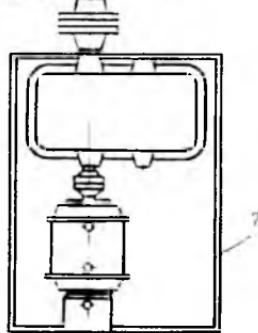
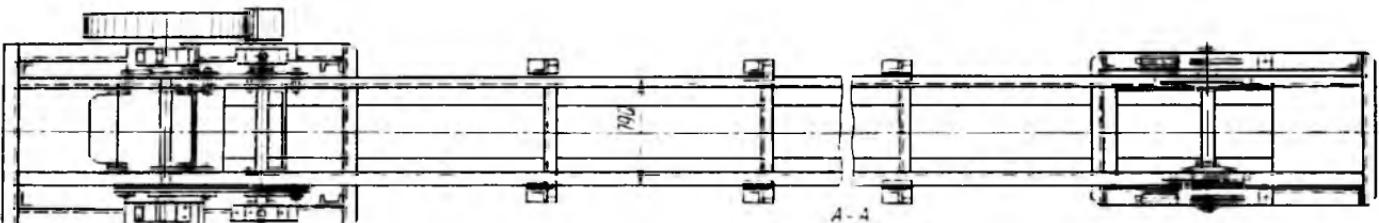
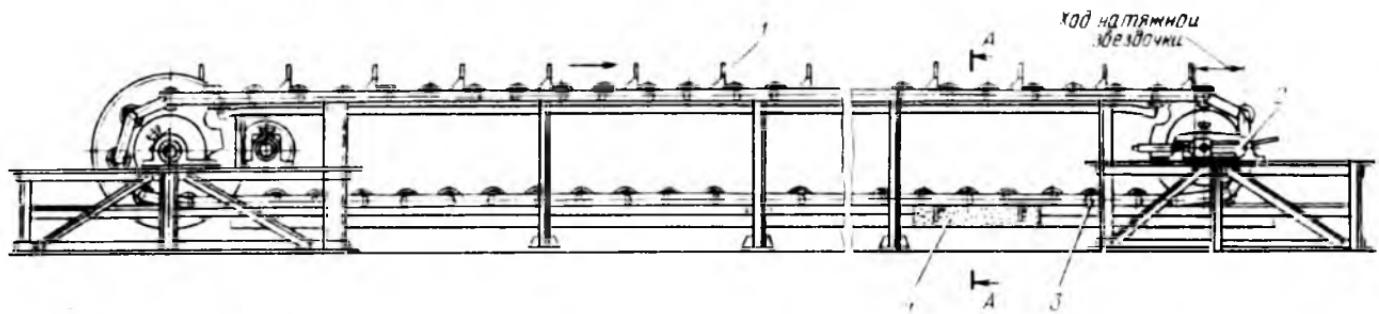


Рис. 9.1 Скребковый конвейер

1 - скребок; 2 - тяговое устройство; 3 - тяговая цепь; 4 - узел загрузки; 5 - грузовой лоток; 6 - рама; 7 - приводная станция

#### 9.4. ЛЕНТОЧНЫЕ КОНВЕЙЕРЫ

Конвейеры с прорезиненной лентой (рис. 9.2) применяют для перемещения измельченной древесины в горизонтальном и наклонном направлениях от пункта ее производства до потребителя на расстояние до 400 м. Несущим и тяговым элементом конвейера является бесконечная лента, движущаяся по роликам или скользящая по настилу.

При плоской ленте для увеличения производительности рекомендуется устраивать вертикальные боковые стенки из металла или дерева. Для предупреждения попадания частиц под несущую ленту на участках между боковыми стенками и лентой устанавливают защитные клапаны из прорезиненной ленты или войлока. Крепление клапана к боковой стенке конвейера производится болтами и зажимной планкой. Вторая сторона клапана свободно прилегает к верхней плоскости несущей ленты по всей длине конвейера на участке шириной 80...100 мм.

Тяговое усилие на ленту передается с ведущего барабана за счет сил трения, возникающих между лентой и барабаном. Необходимая сила трения достигается соответствующим натяжением ленты специальным устройством.

При перемещении измельченной древесины наклонными конвейерами для предупреждения ее обратного сползания угол наклона не должен превышать 12°. Загрузка ленточного конвейера измельченной древесиной производится через загрузочные воронки или специальные бункера, при этом необходимо

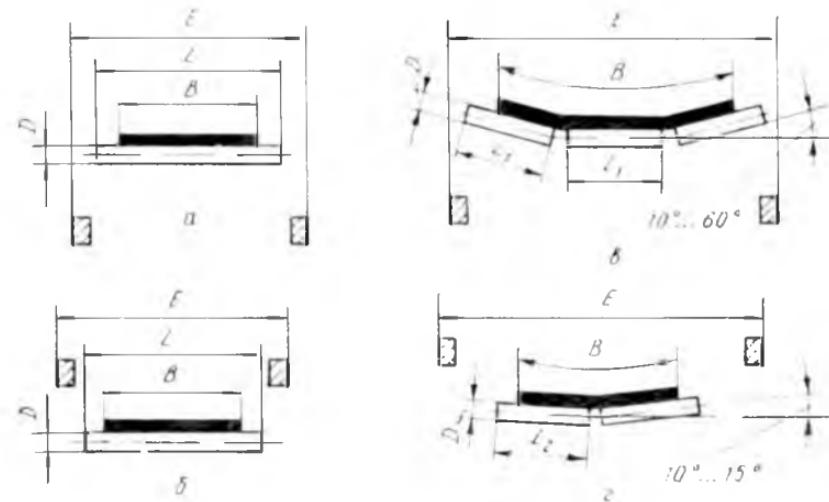


Рис. 9.2. Ленточный конвейер:

*a* — роликоопора верхняя плоская; *b* — роликоопора нижняя плоская; *c* — роликоопора верхняя желобчатая; *d* — роликоопора нижняя желобчатая; *L*, *L<sub>1</sub>*, *L<sub>2</sub>* — длина роликов; *D* — диаметр роликов; *B* — ширина ленты; *E* — ширина опорной рамы конвейера

обеспечить равномерную подачу измельченного материала на ленту. При подаче измельченной древесины из бункеров равномерная загрузка транспортирующей ленты обеспечивается специальными устройствами — дозаторами.

Ленточный конвейер разгружается через головной ведущий барабан или в специальных промежуточных пунктах, в которых применяются одно-или двусторонние плужковые сбрасыватели. Предельное значение угла наклона заслонки сбрасывателя к продольной оси ленты зависит от коэффициента трения измельченного материала о направляющую заслонку и принимается равным 30...45°.

Часовую производительность  $\Pi_q$  ленточного конвейера определяют по формуле

$$\Pi_q = 3600Fv\varphi_1\varphi_2, \quad (9.3)$$

где  $F$  — площадь поперечного сечения материала на ленте, м<sup>2</sup>;  $v$  — скорость движения ленты, м/с;  $\varphi_1$  — коэффициент использования рабочего времени ( $\varphi_1=0,6...0,95$ );  $\varphi_2$  — коэффициент полнодревесности измельченной древесины (для щепы  $\varphi_2=0,36...0,38$ ).

По конструкции ленточные конвейеры изготавливаются стационарные и передвижные с желобчатой и плоской лентами.

#### Техническая характеристика ленточных конвейеров

Марка . . . . .	T-144	T-164B	ТЛ-10	КЛС-500	КЛС-650	КЛС-800	КЛС-1000
Длина конвейера, м . . . . .	15	10	10	80	80	80	80
Ширина ленты, мм . . . . .	500	500	500	500	650	800	1000
Скорость ленты, м/с . . . . .	1,6	1,6	0,6..0,8	1,6	1,6	1,6	2,0
Тип . . . . .	П	П	П	С	С	С	С
Мощность привода, кВт . . . . .	2,8	2,8	1,7	2,8..20	2,8..20	4,5..20	4,5..20
Масса, кг . . . . .	1000	640	900	6255	7290	8915	15450

П р и м е ч а н и я: 1. Буквой П обозначены передвижные, С — стационарные конвейеры. 2. В стационарных конвейерах в общую массу не входит масса приводной и натяжной станций.

Основные параметры ленточных конвейеров регламентируются ГОСТ 22644—77 и ГОСТ 2103—89 „Конвейеры ленточные“.

#### 9.5. ВИНТОВЫЕ КОНВЕЙЕРЫ

Винтовые конвейеры (шнеки) (рис. 9.3) применяют для горизонтального и наклонного (15...20°) перемещения измельченной древесины на расстояние 30...40 м. При вращении шнека измельченная древесина перемещается скольжением вдоль желоба. Винтовой конвейер загружают измельченным материалом

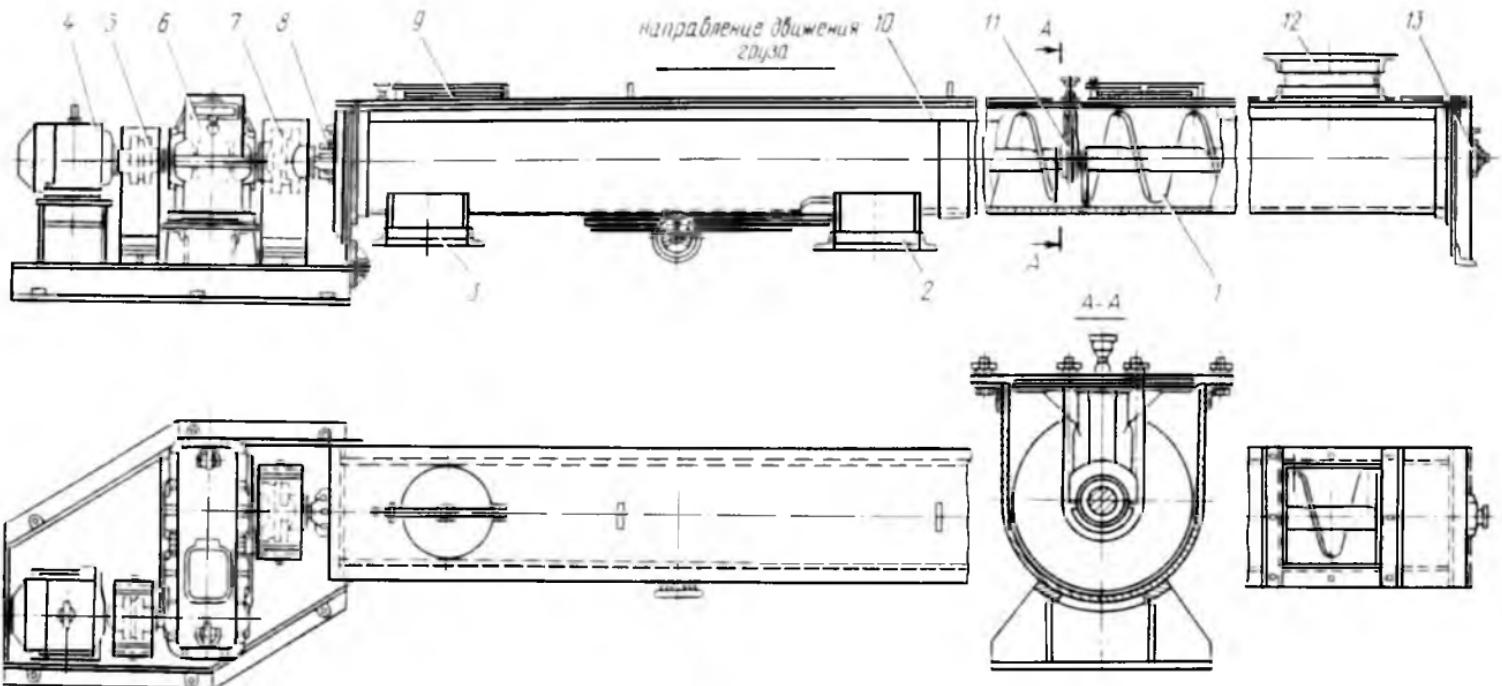


Рис. 9.3 Винтовой конвейер

1 - винт; 2, 3 - разгрузочные патрубки; 4 - электродвигатель; 5, 7 - муфты; 6 - редукторы; 8, 11, 13 - опорные подшипники винта; 9 - люк; 10 - желоб; 12 - загрузочный затрубок.

через специальные загрузочные воронки, а разгружают через отверстия в днище желоба.

При подаче измельченной древесины в агрегаты с противодавлением (газогенератор, нагнетательный трубопровод пневмоконвейера и др.) применяют короткие консольные шнеки с переменным шагом винта. В этом случае в желобе между шнеком и приемным окном агрегата создается пробка из измельченной древесины, обеспечивающая герметичность и предупреждающая выброс газа или воздуха через загрузочное устройство.

Производительность винтового конвейера зависит от диаметра и шага винта, частоты вращения и коэффициента заполнения поперечного сечения, и вычисляют ее по формуле

$$P_q = 60 \frac{\pi D^2}{4} n S \varphi_0 \varphi_1 \varphi_2 c, \quad (9.4)$$

где  $D$  — диаметр винта, м;  $n$  — число оборотов винта в минуту;  $S$  — шаг винта, м;  $\varphi_0$  — коэффициент заполнения поперечного сечения винта ( $\varphi_0=0,4$ );  $c$  — поправочный коэффициент, учитывающий угол наклона, числовые значения которого приведены ниже.

Угол наклона, град . . . . .	0	5	10	15	20
Коэффициент $c$ . . . . .	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6

Шаг винта для легкоперемещаемых грузов должен быть равным диаметру винта. Наибольшее допустимое число оборотов винта определяется по эмпирической формуле

$$n_{\max} = A / \sqrt{D}, \quad (9.5)$$

где  $D$  — диаметр винта, м;  $A$  — расчетный коэффициент ( $A=65$ ).

#### Техническая характеристика винтовых конвейеров

Марка конвейера . . . . .	T-49	T4032	T1240
Длина винта, м . . . . .	300	400	500
Шаг винта, мм . . . . .	240	320	400
Длина секции желоба, мм . . . . .	2000	3000	3000
Полная длина, м . . . . .	2 × 32	3 × 32	3 × 32
Мощность электродвигателя, кВт	2,2...10	20	28

Основные требования к параметрам винтовых конвейеров изложены в ГОСТ 2037—75.

#### 9.6. ПНЕВМАТИЧЕСКИЙ ТРАНСПОРТ ИЗМЕЛЬЧЕННОЙ ДРЕВЕСИНЫ

Значительные объемы выработки технологической щепы, стружки, дробленки и других видов измельченной древесины, образующихся в процессе механической переработки и обработки древесины, при возрастающих экологических требованиях

к перерабатывающим производствам потребовали создания эффективных и надежных транспортных и погрузочных средств для внутри- и межхозяйственного транспорта и погрузки измельченной древесины. Наряду с механическими конвейерами в отечественной и зарубежной практике находит широкое применение пневматический транспорт измельченной древесины по трубопроводу в воздушном потоке. Принцип действия этого вида транспорта основан на сообщении твердым дисперсным частицам сыпучего материала необходимой скорости движения для перемещения частиц в герметичном трубопроводе динамическим давлением воздушного потока.

перемещение смеси материала с воздухом (аэросмеси) в герметичном трубопроводе осуществляется за счет перепада давлений воздуха в транспортной системе. Перспективность применения пневмотранспорта измельченной древесины на предприятиях лесопромышленного комплекса объясняется его значительными преимуществами по сравнению с механическими транспортными средствами:

поточностью и беспыльностью перемещения сыпучего материала без перегрузов и пересыпов;

высокой производительностью, гибкостью (возможностью подачи материала под любым углом в плане и профиле) и маневренностью транспорта при сравнительно небольших габаритных размерах. Это особенно важно в условиях целлюлозно-бумажных и деревообрабатывающих комбинатов, лесных бирж, имеющих на территории большое количество зданий, подсобных сооружений, подъездных путей и т. п.;

легкостью автоматизации управления транспортными и погрузочными установками при минимальном количестве обслуживающего персонала;

простотой поочередной подачи измельченного материала одной установкой в различные пункты его потребления в пределах предприятия;

возможностью перемещения материала без перегрузов и пересыпов под любым углом в плане и профиле трассы и при необходимости погрузки его в транспортные или производственные емкости;

технологичностью и простотой привязки к смежным системам машин производственного процесса;

обеспеченной загрузкой судов и барж при различных уровнях горизонта воды и неблагоприятных профилях берегов, судоходных рек, каналов и водохранилищ;

возможностью совмещения процесса транспортирования с последующими операциями технологического процесса (сортированием, погрузкой, уплотнением, обсыпыванием, укладкой щепы в кучи и т. п.);

меньшими капиталовложениями и более низкими эксплуатационными расходами.

Кроме этого, следует учитывать и то, что при существующей поточной технологии работ на современных лесных биржах и складах применение механических конвейеров и автотранспорта для перемещения щепы в ряде случаев затруднено, а порой и невозможно, поскольку между цехом рубки древесины и пунктом потребления щепы или отгрузки расположены продольные бревнотаски, подкрановые и подъездные пути, автодороги, штабеля древесины, производственные здания и т.п. Нередки примеры, когда пневматический транспорт оказывается единственным приемлемым способом перемещения щепы в условиях лесных бирж и нижних складов лесозаготовительных предприятий. К недостаткам пневматического транспорта по сравнению с механическими конвейерами следует отнести более высокий удельный расход электрической энергии на 1 т перемещаемого груза, некоторое измельчение перемещаемого материала, износ трубопровода в коленах-поворотах, аэродинамический шум от работы воздуходувной машины и протекания воздуха через клапаны, ресиверы, трубопроводы и циклоны. Однако эти недостатки при правильном проектировании, монтаже и эксплуатации оборудования могут быть сведены до минимума.

Пневмотранспортные системы для перемещения измельченной древесины в зависимости от целевого назначения подразделяются на внутрицеховые стружкоотсасывающие установки и нагнетательные чисто транспортные и погрузочные системы для межцехового перемещения и погрузки технологической щепы, опилок, стружки или змельченной коры.

По способу создания разности давления воздуха, необходимой для движения аэросмеси по трубопроводам, все пневмотранспортные системы подразделяются на всасывающие, нагнетательные и комбинированные (всасывающе-нагнетательные).

В установках всасывающего типа движение аэросмеси по трубопроводам осуществляется вследствие разрежения воздуха в транспортной системе, создаваемого воздуходувной машиной, устанавливаемой в конце трассы. Нагнетание воздуха в трубопроводы всасывающих установок осуществляется атмосферным давлением. Поэтому всасывающие пневмотранспортные установки могут обеспечивать сбор и улавливание измельченной древесины из различных точек с последующей подачей материала в один пункт. Эта особенность всасывающих установок успешно используется в стружкоотсасывающих системах для сбора измельченных отходов от деревообрабатывающих станков или при выгрузке измельченного материала из транспортных емкостей.

В нагнетательных пневмотранспортных системах воздух подается в трубопроводы воздуходувной машиной, поэтому она монтируется в начале трассы. В силу этой особенности

нагнетательные пневмотранспортные системы применяются для подачи измельченной древесины из одного пункта к одному или, при необходимости, к нескольким потребителям.

Комбинированные пневмотранспортные системы представляют собой сочетание всасывающей и нагнетательной установок, работающих от одной воздуходувной машины. Установки этого типа применяют для сбора измельченной древесины из одного или нескольких точек с последующим ее перемещением к одному потребителю или сборному пункту.

По величине избыточного давления, необходимого для перемещения аэросмеси по трубопроводам, пневмотранспортные системы для измельченной древесины подразделяются на низконапорные ( $P \leq 5$  кПа), средненапорные ( $P = 5 \dots 20$  кПа) и высоконапорные ( $P \geq 20$  кПа).

По целевому назначению выполняемых технологических операций нагнетательные пневмотранспортные установки подразделяются на чисто транспортные устройства, пневмоподъемники и пневмогрузчики.

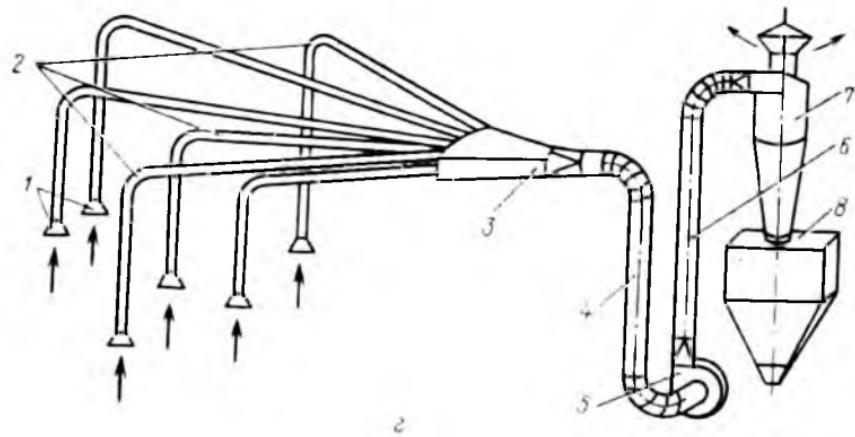
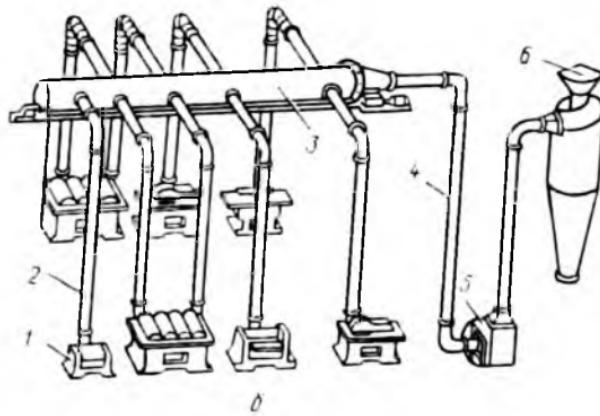
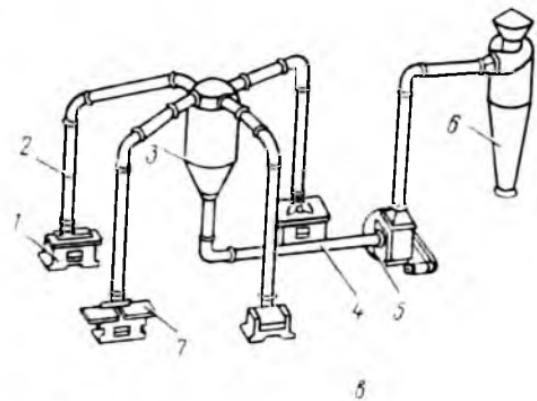
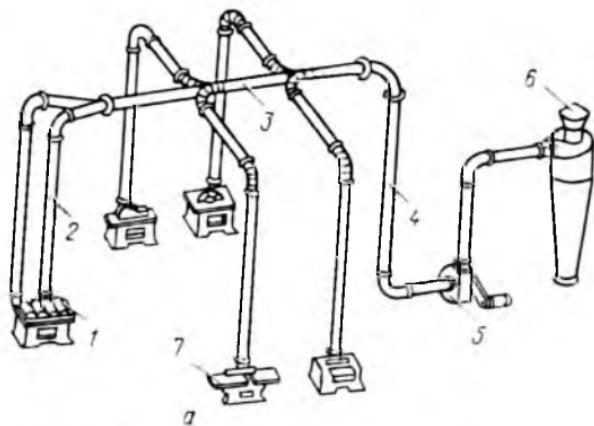
**Всасывающие пневмотранспортные системы.** Принцип действия всех всасывающих установок основан на создании в транспортном трубопроводе разрежения воздуха при помощи воздуходувной машины, устанавливаемой в конце трассы.

Обычно величина разрежения не превышает 40 кПа, поскольку дальнейшее увеличение ведет к значительному уменьшению плотности воздуха, в результате которого несущая способность воздушного потока падает, что снижает надежность работы пневмотранспортной установки в целом.

По целевому назначению всасывающие пневмотранспортные системы для измельченной древесины разделяются на стружкоотсасывающие и разгрузочно-транспортные, различающиеся между собой устройством загрузочных приспособлений и конструктивным исполнением транспортного трубопровода. Установки отличаются и условиями эксплуатации.

В стружкоотсасывающих системах измельченная древесина пропускается вместе с воздухом через лопасти вентилятора, а в разгрузочно-транспортных установках материал отделяется от воздуха до воздуходувной машины. Такое исполнение обеспечивает сохранность материала от измельчения, а воздуходувной машины — от поломок и повреждений. Кроме того, большинство воздуходувных машин по конструкции не допускают пропуска через лопасти ротора механических примесей.

Стружкоотсасывающие установки широко применяются на деревообрабатывающих предприятиях для улавливания и перемещения древесной пыли, опилок и стружек, получаемых при обработке древесины на деревообрабатывающих станках. В древесно-подготовительных цехах установки этого типа используются для сбора и удаления мелких древесных отходов от



сортировочных машин. Стружкоотсасывающие установки эксплуатируются при низких весовых концентрациях аэросмеси ( $\mu \leq 0,1...0,2$ ) при расстоянии сбора измельченной древесины не более 250...300 м.

По конструктивному исполнению стружкоотсасывающие установки подразделяются на системы со сборным трубопроводом переменного сечения; универсальные установки с магистральным трубопроводом постоянного сечения и ленточным конвейером внутри основной магистрали для перемещения крупных частиц древесины; упрощенные универсальные установки и самонастраивающиеся аспирационные системы (рис. 9.4).

Пневмотранспортные стружкоотсасывающие системы со сборным трубопроводом переменного сечения требуют при работе обеспечения постоянства расчетного расхода воздуха в ответвлениях и сборном трубопроводе-коллекторе для предупреждения закупорки трубопровода перемещаемым измельченным материалом, что затрудняет изменение перестановки или монтажа новых деревообрабатывающих станков в цехе. Это обстоятельство ограничивает широкое применение таких систем в производственной практике. Вышеуказанный недостаток устранен в конструкции пневмотранспортной стружкоотсасывающей системы с трубопроводом постоянного сечения и ленточным конвейером внутри основной магистрали для сбора и перемещения измельченного материала внутри трубопровода (см. рис. 9.4).

Недостаток расхода воздуха, вызванный отключением ответвлений от деревообрабатывающих станков в связи с остановкой или заменой станка, компенсируется механическим конвейером, на который выпадают крупные древесные частицы и транспортируются не в потоке аэросмеси, а механическим способом. Такие комбинированные стружкоотсасывающие системы применяются в крупных деревообрабатывающих однопролетных цехах. Недостатком таких систем является громоздкость и недостаточная герметичность конструкции системы.

Для деревообрабатывающих цехов в лесозаготовительных предприятиях наибольший интерес представляют конструкции универсальных пневмотранспортных стружкоотсасывающих установок с вертикальным или горизонтальным коллектором

Рис. 9.4. Цеховые стружкоотсасывающие пневмотранспортные установки:

*a* со сборным трубопроводом переменного сечения: 1,7 – деревообрабатывающие станки; 2 – всасывающий патрубок; 3 – сборный трубопровод; 4 – вертикальный трубопровод; 5 – центробежный вентилятор; 6 – циклон; 6 – с магистральным трубопроводом постоянного сечения и ленточным конвейером внутри трубопровода: 1 – деревообрабатывающие станки; 2 – всасывающий трубопровод; 3 – магистральный трубопровод постоянного сечения; 4 – вертикальный трубопровод; 5 – центральный вентилятор; 6 – циклон; 6 – с вертикальным сборным коллектором: 1,7 – деревообрабатывающие станки; 2 – всасывающий патрубок; 3 – сборный коллектор; 4 – магистральный всасывающий трубопровод; 5 – центробежный вентилятор; 6 – циклон; 2 – с горизонтальным сборным коллектором: 1 – приемные воронки; 2 – всасывающие патрубки; 3 – горизонтальный сборник-коллектор; 4 – всасывающий трубопровод; 5 – центробежный вентилятор; 6 – нагнетательный патрубок; 7 – циклон; 8 – бункер для отходов

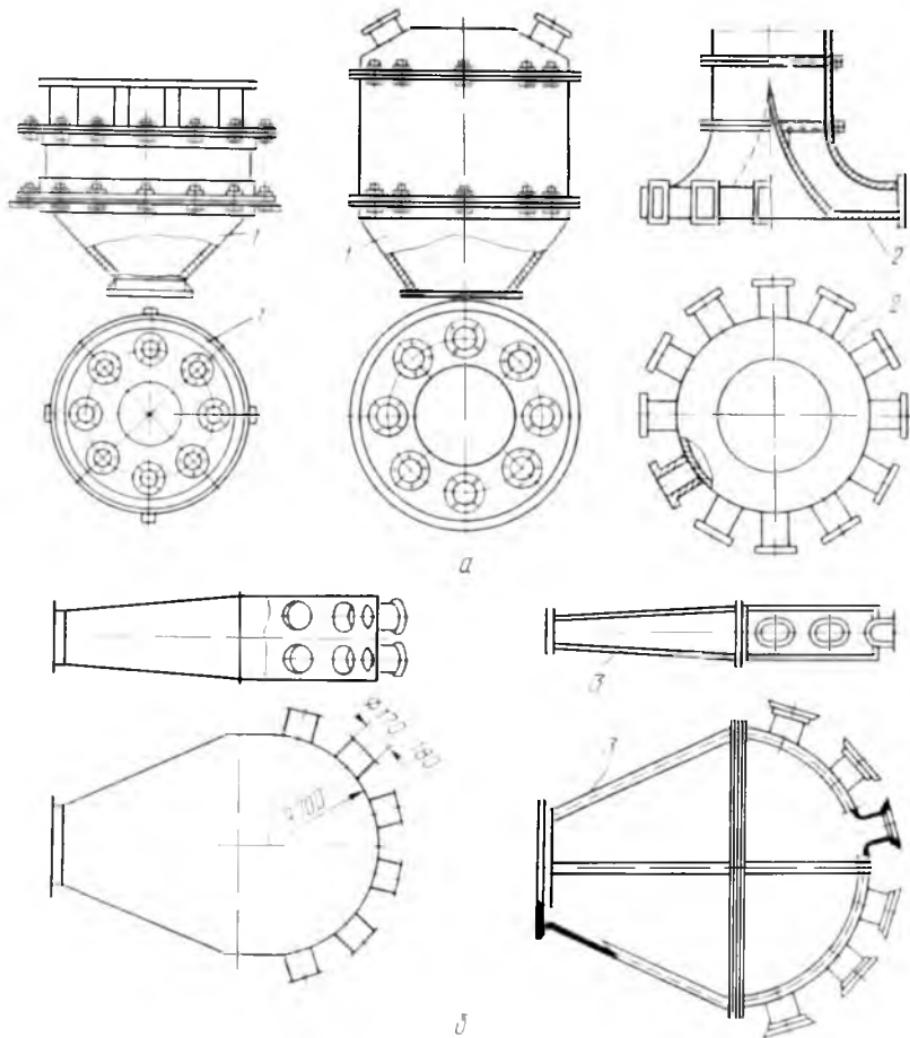


Рис. 9.5. Коллекторы стружкоотсасывающих универсальных установок:  
а – вертикальные; б – горизонтальные; 1,3 – переходной конус; 2 – всасывающие патрубки

(рис. 9.5, а, б). Выбор типа коллектора регламентируется количеством ответвлений для отсоса стружки от деревообрабатывающих станков и высотой цеха. Для деревообрабатывающих цехов в лесозаготовительной отрасли рекомендуются горизонтальные коллекторы.

Принцип работы установок этого типа заключается в следующем. При работе установки вследствие разрежения воздуха во всасывающих патрубках, созданного вентилятором, измельченные древесные отходы вместе с воздухом поступают через приемные устройства и трубопроводы-ответвления в коллектор и затем перемещаются по трубопроводам в циклон-отделитель.

Сборник-коллектор представляет собой усеченный циклон, плоскую секторную воронку, по дуговой поверхности которой расположены входные патрубки для подключения всасывающих трубопроводов. Из сборника-коллектора аэросмесь через всасывающий патрубок поступает в центробежный вентилятор и затем нагнетается в циклон-отделитель для разделения аэросмеси на воздух и измельченный материал. Для соблюдения качественной очистки воздуха при необходимости за циклоном монтируются специальные фильтры очистки воздуха. Установка очень проста, малогабаритна и при правильном расчете и монтаже надежна и удобна в эксплуатации.

Гидравлический расчет упрощенных универсальных установок производится по общей методике расчета стружкоотсасывающих систем, разработанный ЛТА им. С. М. Кирва, из условия надежной и устойчивой работы наиболее протяженного отвода-ответвления.

Общим недостатком всех стружкоотсасывающих установок является большой расход энергии при их эксплуатации. Кроме аэродинамических особенностей этого вида транспорта, одной из причин больших энергозатрат является отсутствие систем автоматического регулирования расхода воздуха при изменении режимов работы деревообрабатывающего оборудования (остановка или демонтаж станка и т. п.). В то же время, как показывают исследования, коэффициент загрузки универсальных стружкоотсасывающих установок  $K_3$  не превышает 50 %.

$$K_3 = \frac{Q_1}{Q_2}, \quad (9.6)$$

где  $Q_1$  — необходимый расход воздуха при действующем парке деревообрабатывающих станков в цехе,  $\text{м}^3/\text{с}$ ;  $Q_2$  — максимальный расход воздуха (при всех действующих деревообрабатывающих станках в цехе),  $\text{м}^3/\text{с}$ .

Для снижения энергозатрат (на основании результатов исследований Г. Ф. Козориза, В. А. Ларионова [3,6]) в промышленности начинают применяться гибкие самонастраивающиеся стружкоотсасывающие системы, обеспечивающие оптимальный расход воздуха в системе при изменении парка станков или режима работы деревообрабатывающих станков.

На рис. 9.6 приведена схема конструктивного исполнения гибкой самонастраивающейся стружкоотсасывающей системы. Принцип действия автоматического регулирования расхода воздуха при изменении режима работы станков заключается в следующем. При изменении режима работы деревообрабатывающего станка (включение, остановка) синхронно открывается или закрывается дроссельный клапан 11, установленный в ответвлении 12, 17 деревообрабатывающего станка 13. В результате дросселирования (изменения живого сечения потока)

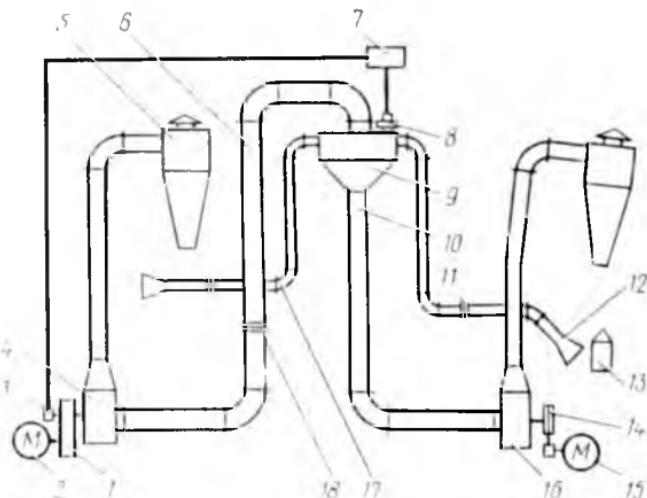


Рис. 9.6. Самонастраивающаяся стружкоотсыпающая пневмотранспортная система (с регулируемым расходом):

1, 14 – клиноременные передачи; 2, 15 – электродвигатели; 3 – исполнительный механизм; 4, 16 – центробежные вентиляторы; 5 – циклон; 6 – всасывающий трубопровод; 7 – регулятор; 8 – датчик давления; 9 – коллектор-сборник; 10 – трубопровод; 11 – дроссельный клапан; 12, 17 – ответвления к деревообрабатывающим станкам; 13 – деревообрабатывающий станок; 18 – дроссельный клапан всасывающего трубопровода

изменяется расход воздуха, поступающего по трубопроводу-ответвлению 12, 17, в вертикальный коллектор-сборник 9.

Отсасывание воздуха, поступающего в коллектор 9 от деревообрабатывающих станков по ответвлениям 12, 17 осуществляется двумя центробежными пылевыми вентиляторами 4 и 16. Причем вентилятор 4 отсасывает по трубопроводу 10 воздух с твердыми частицами, выпавшими в осадок на дно коллектора, а вентилятор 16 отсасывает по трубопроводу 10 часть запыленного воздуха через верхний патрубок коллектора 9. Привод в работу вентиляторов 4 и 16 осуществляется электродвигателями 2 и 15 через клиноременные передачи 1. При дросселировании воздушного потока клапаном 11 изменяется расход воздуха в коллекторе 9, ведущий при нормально работающих вентиляторах 4 и 16 к изменению статического давления (разрежению) в коллекторе. Датчик давления 8, смонтированный на корпусе 9, фиксирует изменение давления в коллекторе и выдает импульс (сигнал) в регулятор 7, включающий в работу исполнительный механизм 3, воздействующий на регулировочный винт вариатора скорости клиноременной передачи 1 дифференцированно от знака разрежение или повышение статического давления в коллекторе сигнала. В результате изменения оборотов вращения ротора вентилятора автоматически изменяется расход воздуха и давления в коллекторе 9, т. е. происходит автома-

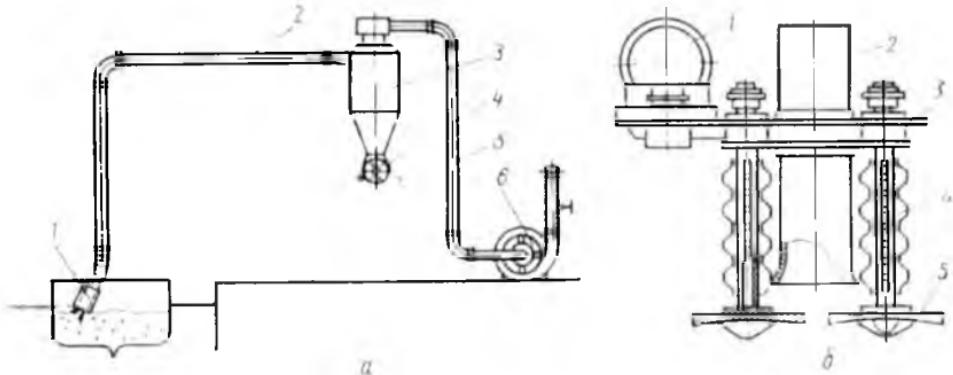


Рис. 9.7. Всасывающая разгрузочно-транспортная установка:

*a* — схема установки: 1 — всасывающее сопло; 2,5 — трубопроводы; 3 — циклон; 4 — шлюзовой питатель; 6 — воздуходувная машина; *б* — схема сопла с рыхлителем конструкции ЦНИИМОД: 1 — электродвигатель; 2 — сопло; 3 — опорная плита; 4 — рыхлитель; 5 — лопастные головки для перемешивания и подачи щепы к соплу

тическое самонастраивание режима работы стружкоотсасывающей системы в зависимости от режима и количества работающих в цехе деревообрабатывающих станков. Расчет стружкоотсасывающих самонастраивающихся пневмотранспортных систем производится по типовым программам на ЭВМ, разработанным специалистами Львовского лесотехнического института под руководством Г. Ф. Козориз [3].

Всасывающие разгрузочно-транспортные установки предназначены для выгрузки технологической щепы, стружки, опилок из судов, барж, вагонов с последующей транспортировкой измельченной древесины на короткие расстояния в пределах 70...100 м.

Схема такой установки для выгрузки щепы из баржи приведена на рис. 9.7. При работе воздуходувной машины измельченная древесина через сопло 1 поступает в трубопровод 2 и перемещается по нему в виде аэросмеси до циклона-отделителя 3. Отделившийся от древесных частиц воздух через верхний патрубок циклона всасывается воздуходувной машиной 6 (рис. 9.7, *а*) и выбрасывается в атмосферу. При необходимости устанавливается дополнительный циклон или фильтры для очистки воздуха.

Измельченная древесина под действием гравитационных и инерционных сил ссыпается в низ циклона, а затем через шлюзовой или винтовой питатель равномерно подается в транспортные емкости или в питатель специальной пневмотранспортной установки для подачи измельченной древесины непосредственно в производство или на склад хранения. Для предохранения рабочего колеса воздуходувной машины от поломок и деформаций твердыми частицами материала необходимо исключить возможность их попадания из циклона-отделителя во

всасывающий трубопровод воздуходувки путем увеличения площади живого сечения выпускного патрубка циклона до размеров, обеспечивающих движение воздушного потока со скоростью, меньшей скорости витания частиц. Для измельченной древесины эта скорость не должна быть выше 1,5...2,0 м/с. Подача измельченного материала во всасывающий трубопровод вакуумных пневморазгрузочных транспортных систем осуществляется специальными соплами с ручным управлением или механическими загрузочными устройствами различной конструкции. Ручные сопла обычно малопроизводительны и трудоемки в эксплуатации.

Для выгрузки технологической щепы из барж всасывающими установками в ЦНИИМОде разработана и апробирована в производственных условиях конструкция всасывающего сопла с механическими рыхлителями щепы для равномерной и интенсивной подачи щепы во всасывающий трубопровод установки. Схема сопла с механическим рыхлителем показана на рис. 9.7, б. При работе установки измельченная древесина разрыхляется гребенками-рыхлителями 4 и равномерно подается вращающимися головками 5 к всасывающему трубопроводу 2, в котором создается разрежение воздуха воздуходувной машиной. Из транспортного трубопровода через циклон-отделитель, смонтированный около разгрузочного устройства, щепа подается в транспортную емкость или в питатель нагнетательной транспортной системы для подачи щепы в производство или на склад хранения. По аналогичной схеме для выгрузки из барж щепы, поступающей по Братскому морю, специалистами СибНИИЦК разрабатывается вакуумная разгрузочная установка для щепы для Братского ЛПК. В зарубежной практике такие системы находят применение для выгрузки щепы из морских судов-щеповозов.

**Нагнетательные пневмотранспортные системы.** Пневмотранспортные системы нагнетательного типа отличаются от стружкоотсасывающих пневмотранспортных систем тем, что их эксплуатация, как правило, осуществляется на открытом воздухе для перемещения измельченной древесины или измельченной коры по трубопроводам диаметром от 200 до 600 мм на значительные расстояния (до 1,5 км) в больших объемах от 5,0 до 100...150 т/ч при концентрации аэросмеси более 1,0. В силу этих особенностей нагнетательные установки имеют и существенное отличие от стружкоотсасывающих установок по принципу их действия и конструктивному устройству.

В нагнетательных пневмотранспортных установках (рис. 9.8) перемещение твердых древесных частиц осуществляется сжатым воздухом в герметичном трубопроводе при высоких концентрациях аэросмеси. Нагнетание воздуха в трубопровод осуществляется воздуходувной машиной, а подача измельченного древесного материала в поток движущегося сжатого воздуха производится спе-

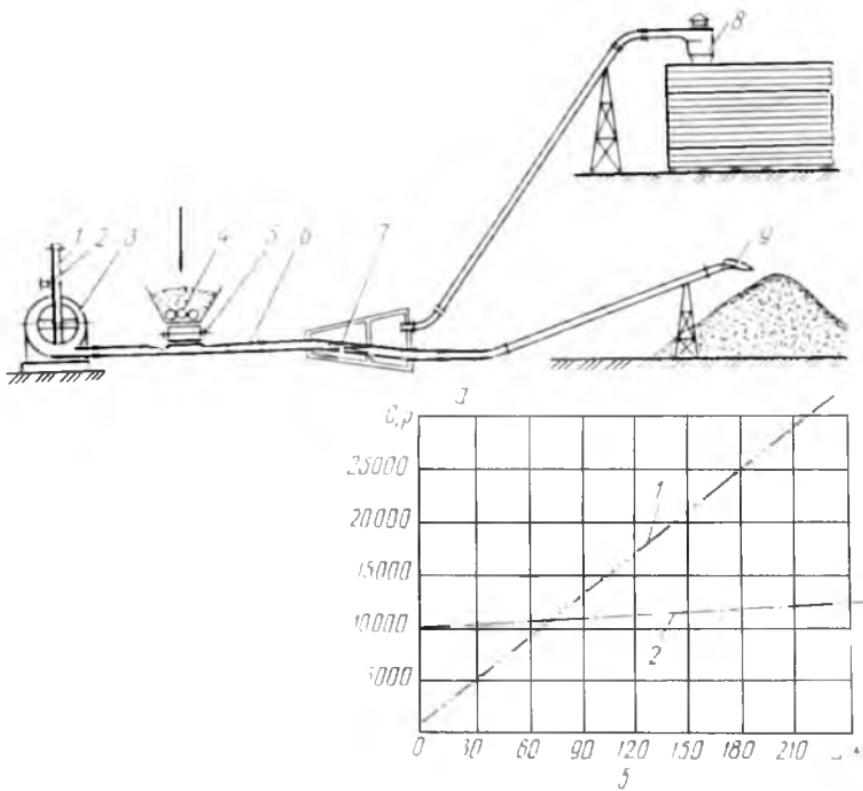


Рис. 9.8. Нагнетательная пневмотранспортная установка для межцехового перемещения щепы:

а — схема установки: 1 — всасывающий патрубок; 2 — регулировочный шибер; 3 — воздуходувная машина; 4 — загрузочный конвейер с дозатором в виде шибера или шнеков; 5 — питатель; 6 — нагнетательный транспортный трубопровод; 7 — переключатель трубопроводов; 8 — циклон-отделитель; 9 — направляющий дефлектор; б — сравнительные капиталовложения на пневмотранспортную установку и ленточный конвейер: 1 — ленточный конвейер; 2 — пневмоконвейер

циальными загрузочными устройствами-питателями различного конструктивного исполнения. Регулирование расхода воздуха, нагнетаемого воздуходувной машиной в транспортный трубопровод, производится дроссельными устройствами, монтируемыми на всасывающем трубопроводе воздуходувки. В конце нагнетательного трубопровода для отделения твердых древесных частиц от воздушного потока монтируются специальные циклоны-отделители или дефлекторные устройства козырькового типа.

В случаях поочередной подачи измельченного древесного материала в различные точки назначения (складирование щепы по породам, подача щепы на отгрузку или внутренним потребителям и т. п.) на трубопроводе устанавливаются специальные переключатели направления движения потока аэросмеси — переключатели, управляемые вручную или дистанционно.

Устойчивая надежная работа пневмотранспортной системы обеспечивается специально отрегулированной на оптимальные па-

раметры контрольно-измерительной и блокирующей аппаратурой, обеспечивающей автоматическое отключение отдельных загрузочных устройств или временную их остановку в случаях перегрузки системы измельченным перемещаемым материалом.

По целевому функциональному назначению нагнетательные пневмотранспортные системы подразделяются на четыре основные группы:

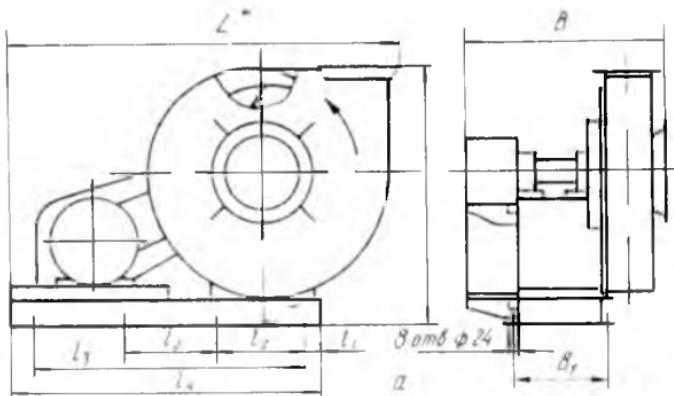
**межцеховые транспортные установки** — предназначены для перемещения технологической щепы и других видов измельченной древесины от древесных подготовительных цехов на склады открытого хранения и в пункты отгрузки, в бункерные галереи, склады промежуточного хранения щепы или измельченной древесины около перерабатывающих цехов (цихи древесных плит, паркета, энергохимической переработки, котельные);

**пневмотранспортно-формировочные склады и рующие установки** — предназначены для межцехового перемещения технологической щепы от древесно-подготовительного (перерабатывающего) цеха к площадке промежуточного открытого хранения щепы около перерабатывающего щепу цеха или пункта отгрузки щепы железнодорожным или водным транспортом с одновременным формированием кучевых складов щепы различной геометрической формы (конусные, трапецидальные, кольцевые и др.) в зависимости от объема щепы, хранимой на промежуточном складе;

**пневмотранспортно-погрузочные установки** — обеспечивают перемещение технологической щепы или измельченной древесины со склада их открытого хранения до погрузочной площадки транспортных единиц (железнодорожный тупик, причал) с последующей равномерной погрузкой перемещаемого измельченного материала в железнодорожный вагон, автощеповоз, судно;

**пневмоподъемники щепы** — служат для внутрицехового межэтажного подъема измельченной древесины от сортировочных установок древесно-подготовительного цеха в бункеры перерабатывающих щепу химико-механических цехов.

**Основное оборудование нагнетательных пневмотранспортных систем.** В состав нагнетательных пневмотранспортных систем различного функционального назначения входят следующие машины и оборудование: воздуходувная машина, загрузочное устройство — питатель, нагнетательный транспортный трубопровод с коленами-отводами, переключатель направления движения аэросмеси, циклоны-отделители, дефлекторы, контрольно-измерительная аппаратура и вспомогательные устройства, фильтры очистки воздуха. Вид применяемого оборудования, его количество и параметры зависят от функционального назначения установки, физико-механических свойств перемещаемого измельченного материала, производительности, дальности перемещения материала и принимаются на основании



$P_y$ , тыс.  
Па

8(816)

7(714)

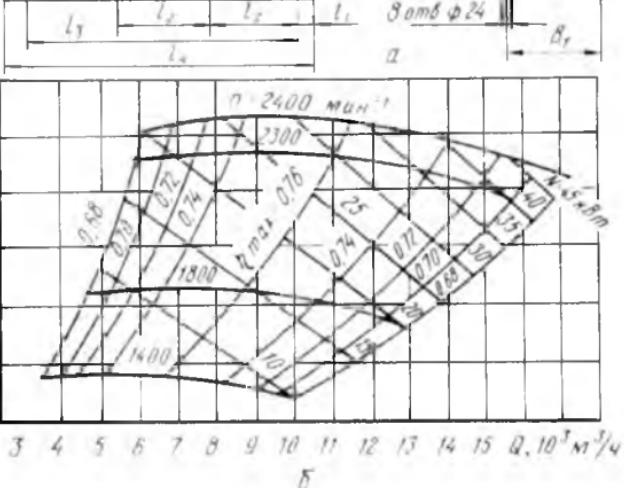
6(612)

5(510)

4(408)

3(306)

2(204)



$P_y$ , тыс.  
Па

8(816)

7(714)

6(612)

5(510)

4(408)

3(306)

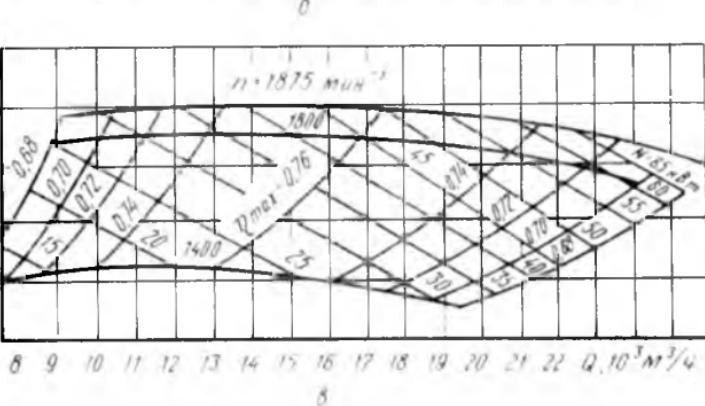


Рис. 9.9. Центробежный вентилятор В-Ц6-28-8:

а — габаритные размеры вентилятора; б — аэродинамическая характеристика вентилятора В-Ц6-28-8;  
в — аэродинамическая характеристика вентилятора В-Ц6-28-10

расчета основных параметров установок по типовой методике расчета.

Воздуходувные машины характеризуются:  
степенью сжатия воздуха — отношением конечного давления (на выхлопе) к давлению на всасывающем патрубке (на всасе), кПа;

расходом воздуха — количеством (объемом или массой) воздуха, подаваемого в единицу времени, отнесенным к нормальным барометрическим условиям всасывания ( $T=20^{\circ}\text{C}$ ,  $P_{\text{бар}}=100$  кПа), м<sup>3</sup>;

мощностью, затрачиваемой на сжатие и подачу воздуха, и коэффициентом полезного действия КПД, кВт;

аэродинамической характеристикой — графической номограммой, показывающей зависимость конечного давления, мощности и КПД от производительности (расхода воздуха) при различных числах оборота ротора воздуходувной машины.

В качестве воздуходувных машин нагнетательных пневмотранспортных систем для межцехового перемещения измельченной древесины в отечественной практике применяются в основном машины кинетического сжатия воздуха — вентиляторы и воздуходувки.

Вентиляторы — центробежные воздуходувные машины с одной ступенью сжатия воздуха и развивающим давлением до 10 кПа. Для пневмотранспортных установок по перемещению измельченной древесины в условиях лесозаготовительных предприятий наиболее приемлемыми являются центробежные вентиляторы ВЦ 6-28, серийно выпускаемые Тульским котельно-вентиляторным заводом. Общий вид центробежных вентиляторов ВЦ 6-28 с аэродинамической характеристикой показан на рис. 9.9. Значение обозначений на рис. 9.9 приведено в табл. 9.2. Основные параметры вентиляторов ВЦ-6-28 различного исполнения приведены в табл. 9.3.

Воздуходувки (турбокомпрессоры) — центробежные воздуходувные машины без охлаждающих устройств для сжимаемого воздуха с многоступенчатым сжатием воздуха в последовательно расположенных на одном валу рабочих колесах, обеспечивающих давление от 10 до 300 кПа. Для нагнетательных пневмотранспортных систем высокой производительности для межцехового перемещения измельченной древесины наиболее приемлемы в качестве нагнетателей воздуха в транспортный трубопровод центробежные воздуходувные машины (турбокомпрессоры, нагнетатели), серийно выпускаемые отечественными заводами "Узбекхиммаш" (г. Чирчик, Узбекская ССР) и "Дальэнергомаш" (г. Хабаровск, РСФСР).

Общий вид воздуходувной машины завода "Узбекхиммаш" показан на рис. 9.10, а краткие технические характеристики воздуходувных машин, серийно выпускаемых заводами "Узбекхиммаш" и "Дальэнергомаш", приведены в табл. 9.4 и 9.5.

**Загрузочные устройства пневмотранспортных установок нагнетательного типа.** В установках нагнетательного типа подача измельченного древесного материала из пространства с атмосферным давлением в нагнетательный трубопровод с избыточным давлением осуществляется специально спроектированными загрузочными устройствами-питателями (эжекционные воронки,

## 9.2. Основные параметры вентиляторов

Индекс вентилятора	$L^*$	$B_1$	$B$	$H$	$I_1$	$I_2$	$I_3$	$I_4$
В-Ц6-28-8Л-01У2	2045	585	770	1350	80	500	1500	1660
В-Ц6-28-10Л-01У2 . . .	2400	635	850	1550	110	560	1680	190

## 9.3. Вентиляторы объединения "Туласантехника"

Наименование	Производительность, $\text{м}^3/\text{ч}$	Полное давление, кПа	Двигатель	
			мо-щ-ность, кВт	
Вентилятор радиальный общего назначения В-Ц6-28-10-01У2 . . . . .	6,8...25,0	3,6...7,0	45...75	
Вентилятор радиальный общего назначения (без привода) В-Ц6-28-10-02У2	6,8...25,0	3,6...7,0	30...75	
Вентилятор радиальный общего назначения В-Ц6-28-10-03У2 (электропривод)	6,8	3,6	45	
Вентилятор радиальный общего назначения В-Ц6-28-8-01У2	3,5...17,3	2,3...8,0	11...55	
Вентилятор радиальный общего назначения (без привода) В-Ц6-28-8-02У2	3,5...17,3	2,3...8,0	11...55	

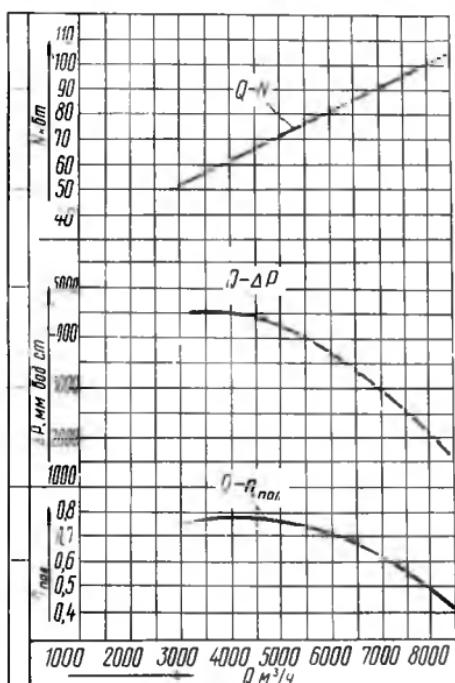
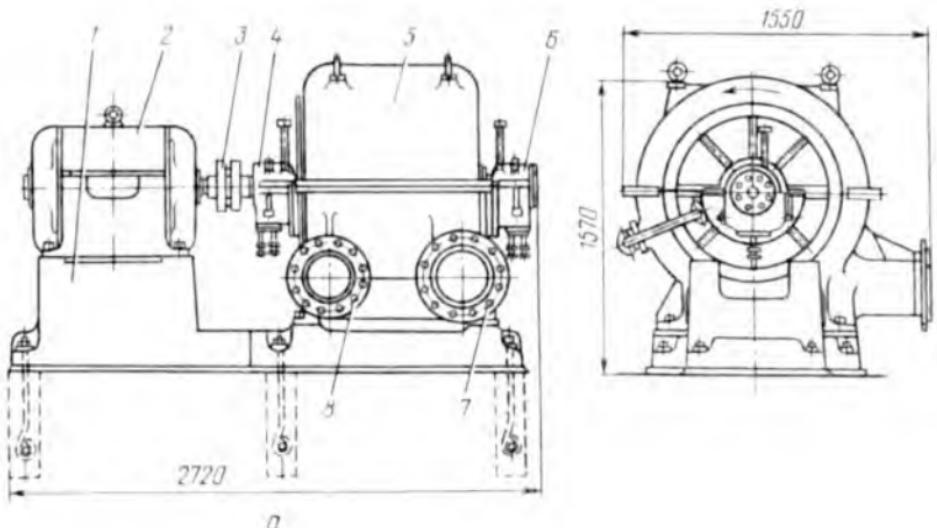
Продолжение

Наименование	Двигатель	Масса без двигателя, не более, кг	Габаритные размеры, мм
	частота вращения, $\text{мин}^{-1}$		
Вентилятор радиальный общего назначения В-Ц6-28-10-01У2 . . . . .	1 475	700	2387 × 1040 × 1615
Вентилятор радиальный общего назначения (без привода) В-Ц6-28-10-02У2	1 475	470	1512 × 1015 × 1490
Вентилятор радиальный общего назначения В-Ц6-28-10-03У2 (электропривод)	1 475	390	1520 × 1080 × 1490
Вентилятор радиальный общего назначения В-Ц6-28-8-01У2	1 500	585	2045 × 1060 × 1350
Вентилятор радиальный общего назначения (без привода) В-Ц6-28-8-02У2	1 500	320	1218 × 945 × 1210

Примечание. Исполнение проточной полости у всех типов вентиляторов стальное.

шлюзовые питатели барабанного типа, винтовые питатели). Принципиальные схемы различных загрузочных устройств, рекомендуемых для измельченной древесины, показаны на рис. 9.11, 9.12.

Эжекционные загрузочные воронки (рис. 9.11, а) обеспечивают гравитационную подачу самотеком измельченной древесины в нагнетательный патрубок без применения механических устройств. Принцип действия эжекционной загру-



б

Рис. 9.10. Воздуходувка ТВ-80-1.4:

а — схема; б — аэродинамическая характеристика: станина; 2 — электродвигатель; 3 — муфта; 4,6 — подшипниковые опоры ротора; 5 — корпус; 7 — всасывающий патрубок; 8 — нагнетательный патрубок

зочной установки базируется на преобразовании статического давления движущегося по трубопроводу воздушного потока кинетическую энергию струи воздуха путем уменьшения живого сечения трубопровода перед точкой загрузки измельченного материала в трубопровод через открытый проем (люк). Эжекционная воронка для сжатия воздушного потока (рис. 9.11, б) имеет конфузор 1, смесительную камеру 5, для смешивания поступающего в горловину 2 измельченного ма-

#### 9.4. Основные характеристики воздуходувных машин завода "Узбекхиммаш"

Типоразмер турбокомпрессора	Номинальный режим работы при испытании на воздухе по условиям всасывания • $P_H = 0,1 \text{ МПа}$ при $T = 20^\circ\text{C}$			Маховый момент ротора, $\text{кН}\cdot\text{м}^2$	Комплектующий электродвигатель			Масса агрегата с электродвигателем, кг	Масса наиболее тяжелой части агрегата, кг	Габаритные размеры агрегата с электродвигателем, м		
	н <sup>1</sup>	н <sup>2</sup>	н <sup>3</sup>		Тип	кВт	Масса, кг			длина	ширина	высота
TB-42-1. 4M1-01	60	0,14	52	0,32	4AM225M-2У3	55	355	3650	1100	2,450	1,450	1,480
TB-50-1. 6M1-01	60	0,16	82	0,53	4AMH250-2У3	110	465	4190	1400	2,580	1,450	1,480
TB-80-1. 2M1-01	100	0,12	45	0,21	4AM225M-2У3	55	355	2625	850	2,050	1,450	1,480
TB-80-1. 4M1-01	100	0,142	85,5	0,58	4AMH250-2У3	110	465	3825	1100	2,640	1,450	1,480
TB-80-1. 6M1-01	100	0,163	128	0,85	4AMH280-2У3	160	700	4675	1350	2,810	1,450	1,480
TB-80-1. 8M1-01	100	0,18	150	0,86	4AMH1280M-2У3	200	780	5355	1530	3,030	1,450	1,580
TB-100-1. 12M1-01	100	0,112	27	0,25	4AM200M-2УПУ3	37	255	1255	450	1,810	1,290	1,470
TB-175-1. 6M1-01	167	0,163	202	1,60	4AMH315M-2У3	250	820	5240	1200	2,980	1,590	1,580
TB-175-1. 6M1-B2	167	0,163	202	1,60	BA02-450M-2У2	250	1800	6290	1200	3,215	1,590	1,580
TB-125-5,5	125	0,55	145	0,29	4AMH280-2У3	160	715	2133	1030	2,140	1,390	1,505
TB-200-1. 12M1-01	200	0,114	56,5	0,32	4AM250-2УПУ3	75	470	550	2,060	1,430	1,520	
TB-200-1. 4M1-01	200	0,14	165	1,16	4AMH280M-2У3	200	780	4210	1100	2,665	1,590	1,565
TB-300-1. 6M1-B2	300	0,16	337	2,03	BA02-450-B2У2	400	2330	8680	2250	3,870	1,790	1,740
TB-300-1. 6M1-02	300	0,16	337	2,03	A30450-B2	400	2160	8510	2250	3,870	1,790	1,740
TB-350-1. 06M1-01	350	0,106	47	0,17	ЧАМ225M-2У3	55	355	1870	650	2,060	1,560	1,580
TB-500-1. 08M-B1	500	0,108	109	0,40	BA02-280-2У2	132	1020	2400	1040	2,500	1,740	1,580

Примечание. 1. Сжимаемая среда—воздух; плотность газа при  $0^\circ\text{C}$  и  $760 \text{ мм рт. ст.}$   $1,293 \text{ кг}/\text{м}^3$ . Давление конечное  $0,55 \text{ МПа}$  турбокомпрессора TB-125-5,5, при давлении начальном  $P_H = 0,5 \text{ МПа}$ .

### 9.5. Технические характеристики воздуходувных машин-нагнетателей завода "Дальэнергомаш"

Наименование и тип ЦКМ	Основные параметры при начальных условиях			Частота вращения ротора ЦКМ, мин <sup>-1</sup>	Габаритные размеры с двигателем, м			Масса без приводного двигателя и автоматики, т	Приводной двигатель			Объемный расход охлаждающей воды, м <sup>3</sup> /ч
	Объемная производительность м <sup>3</sup> /мин	Абсолютное конечное давление, 10 <sup>3</sup> Па	Потребляемая мощность кВт		длина	ширина	высота		Тип	Напряжение, В	Масса, т	
Компрессор центробежный К250-61-5	255	8,8	1445	10 935	6,656	1,490	1,455	15,5	СГД-1600-2ЗУХЛ4	6 000 или 10 000	1600	7,58
Нагнетатели центробежные:	200	2,94	565	9 649	4,710	1,352	1,246	6,7	ЧАЗМ-630 УХЛ4	6 000 или 10 000	630	2,82
3200-31-1	375	1,77	515	6 353	5,500	1,431	1,483	8,56	СТД-630 2ЗУХЛ4	6 000	630	4,96
360-21-1	310	2,35	670	7 841	5,500	1,431	1,483	7,9	СТД-800-2ЗУХЛ4	6 000 или 10 000	800	5,13
750-23-6	750	1,66	915	4 293	6,379	2,016	2,091	13,4	СТД-1250-2ЗУХЛ4	6 000 или 10 000	1 250	6,98
1200-25-3	800	1,52	775	3 000	5,532	2,570	2,395	16,0	СТД-1000-2ЗУХЛ4	6 000 или 10 000	1 000	5,56
H50-21-1	50	1,11	13,2	2 945	1,392	1,180	1,290	0,82	ЧАМ180-2УПУЗ	380/660	22	0,185

Начальные условия: начальное абсолютное давление 98,1 кПа; начальная температура 20°C; относительная влажность 50%; удельная газовая постоянная 288,3 Дж/(кг К); показатель адиабаты 1,4; температура охлаждающей воды на входе в воздухоохладители компрессора 20 °C.

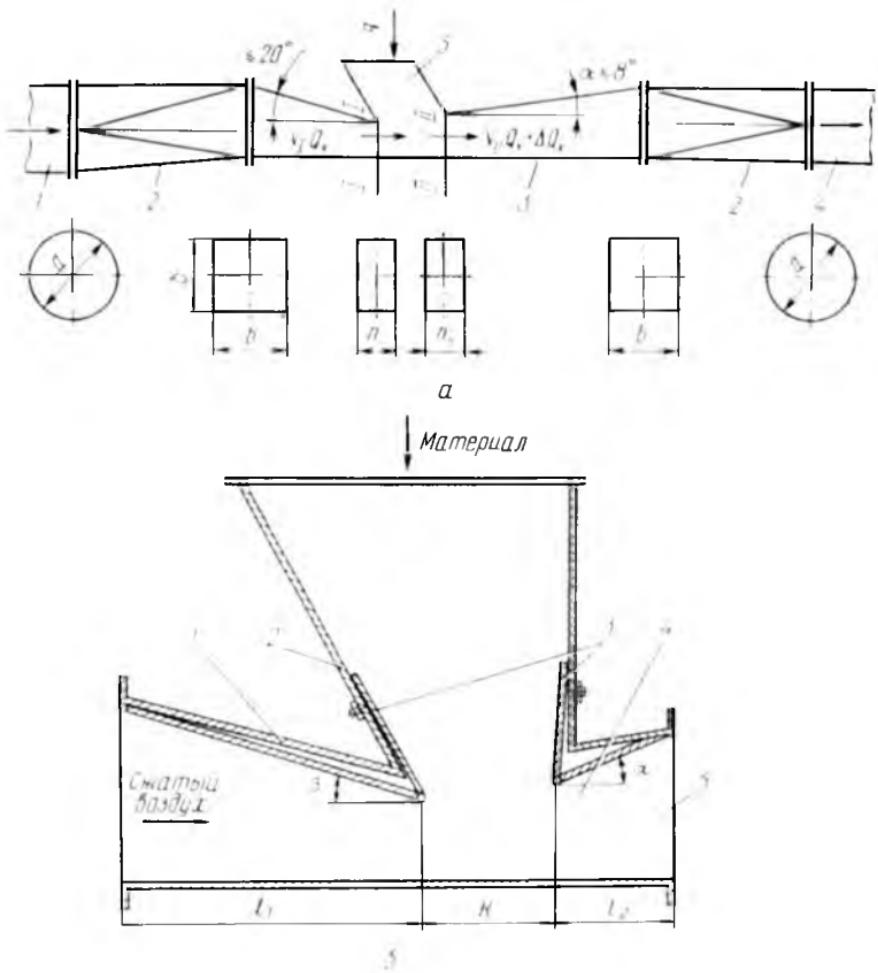


Рис. 9.11. Эжекционная загрузочная воронка:

*a* – принципиальная схема: 1 – нагнетательный трубопровод; 2 – переходник; 3 – эжекционная воронка-смеситель; 4 – транспортный трубопровод; 5 – загрузочный патрубок; 6 – общий вид: 1 – конфузор; 2 – загрузочный патрубок-горловина; 3 – регулировочная пластина; 4 – конфузор-расширител; 5 – смесительная камера

териала с воздушным потоком и конфузор-расширитель 4, обеспечивающий изменение динамического давления воздушного потока аэросмеси в статическое давление. Наладка эжекционной воронки на оптимальный рабочий режим производится регулировочными подвижными пластинами 3. В идеальном случае регулировки динамическое давление за конфузором равно полному сопротивлению транспортного трубопровода. В этом случае материал свободно без пыления и выброса поступает в смесительную камеру загрузочной воронки.

Исходя из уравнения Д. Бернули

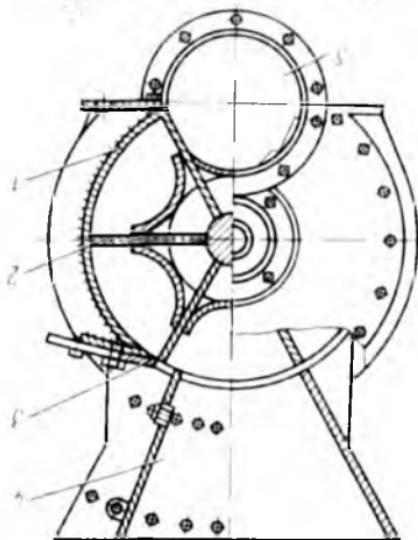
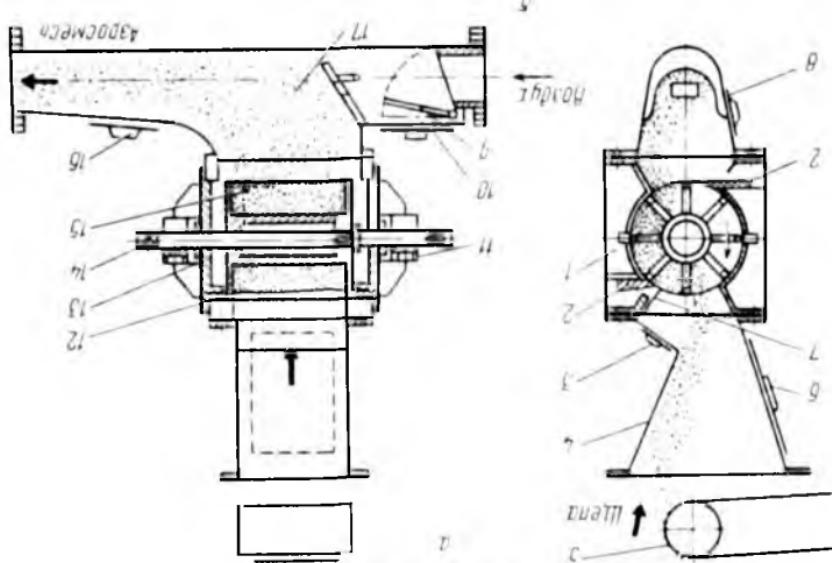
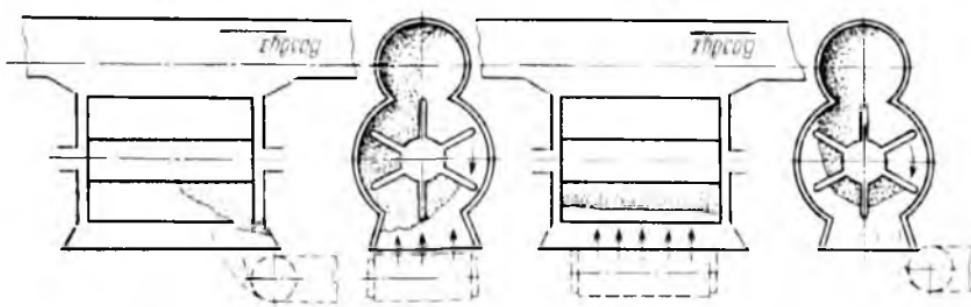


Рис. 9.12. Шлюзовой питатель барабанного типа:

*a* — питатель с продувом ячеек: 1 — корпус; 2 — ротор; 3 — нож; 4 — воронка загрузочная; 5 — трубопровод; *b* — обычный гравитационный питатель: 1 — корпус питателя; 2 — нож; 3, 6, 8, 10, 16 — смотровые люки; 4 — приемная воронка; 5 — дозирующий механизм; 7 — резиновый клапан; 9 — дроссельная заслонка; 11, 13 — подшипники; 12 — уплотнение; 14 — вал; 15 — ротор; 17 — смесительная камера

способы загрузки питателя: *в* — рекомендуемый; *г* — нерекомендуемый

$$P_{\text{дз}} = \frac{\rho v_3^2}{2} = \frac{\rho v^2}{2} + P_{\text{с.т.}}, \quad (9.7)$$

где  $P_{\text{дз}}$  — динамическое давление воздушного потока непосредственно за конфузором в смесительной камере, кПа;  $v_3$  — средняя скорость воздушного потока за конфузором, м/с;  $\rho$  — плотность воздуха в нагнетательном трубопроводе, кг/м<sup>3</sup>;  $v$  — средняя расчетная скорость воздушного потока в трубопроводе для перемещения древесных частиц, м/с;  $P_{\text{с.т.}}$  — суммарные потери давления в транспортном трубопроводе и в местных сопротивлениях от перемещения аэросмеси, кПа.

После некоторых преобразований получим зависимость расчетной скорости воздушного потока в горловине загрузочной воронки за конфузором

$$v_i = \sqrt{v^2 + \frac{2P_{\text{с.т.}}}{\rho}}. \quad (9.8)$$

Площадь живого сечения конфузора в сечении перед горловиной смесительной камеры определяется делением расчетного расхода воздуха в транспортном трубопроводе  $Q$ , на расчетную скорость воздушного потока в горловине эжекционной воронки  $v_3$ ,

$$F_* b h = \frac{Q}{v_3}, \quad (9.9)$$

где  $b$  — ширина сечения конфузора перед горловиной, м;  $h$  — высота сечения конфузора перед горловиной смесительной камеры, м.

Конструктивно принимается значение  $b = (0,65 \dots 0,85) D$ ; здесь  $D$  — диаметр транспортного трубопровода, м.

Длина загрузочного люка смесительной камеры  $l$  принимается равной  $(0,8 \dots 1,2) b$ . Высота сечения конфузора определяется расчетным путем по формуле (9.9). Живое сечение диффузора за смесительной камерой рассчитывается с учетом подсоса воздуха через эжекционную воронку и объема вводимого в трубопровод измельченного материала. Для низконагорных установок с небольшой производительностью ( $3 \dots 5 \text{ м}^3/\text{ч}$ ) без большой ошибки сечение диффузора за горловиной можно принимать равным  $(1,1 \dots 1,15)$  сечения конфузора. Оптимальный угол сходимости

конфузора равен  $30\ldots40^\circ$ , а оптимальный угол конусности диффузора равен  $8\ldots16^\circ$ . При таких углах сходимости и конусности коэффициент местного аэродинамического сопротивления соответственно равен  $0,24\ldots0,28$  и  $0,16\ldots0,2$ .

Эжекционные загрузочные воронки просты по конструкции и могут быть изготовлены в мастерских леспромхоза из листовой стали толщиной 3..4 мм. Недостатком является низкий коэффициент полезного действия ( $0,5\ldots0,6$ ). Поэтому этот вид загрузочных устройств рекомендуется для загрузки измельченным материалом пневмотранспортных установок с низким давлением в системе для подачи щепы на короткие расстояния ( $\leq 100$ ) при низких весовых концентрациях аэросмеси ( $\mu \leq 1,0$ ).

Основным загрузочным устройством пневмотранспортных установок для межцехового перемещения щепы являются шлюзовые питатели различного конструктивного исполнения.

Шлюзовые питатели барабанного типа — предназначены для равномерной подачи измельченной древесины в поток сжатого воздуха, движущегося с расчетной скоростью в транспортном трубопроводе. Подача материала в трубопровод осуществляется вращающимся ротором с приводом через редуктор от электродвигателя. Шлюзовой питатель (см. рис. 9.12, б) состоит из корпуса 1, ротора 15, вала привода 14, торцевых крышек с уплотнителями 12, подшипников ротора 11, резинового клапана 7, смесительной камеры 17, дроссельной заслонки 9. Для осмотра смесительной камеры питатель оснащен смотровым лючком 6.

Производительность  $P_u$ ,  $\text{м}^3/\text{ч}$ , шлюзового питателя определяется по формуле

$$P_u = 60L \left| \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4} - \frac{D-d}{2} \sigma m \right| nk\varphi, \quad (9.10)$$

где  $L$  — длина питателя, м;  $D$  — наружный диаметр ротора, м;  $d$  — внутренний диаметр ротора, м ( $d = \frac{D}{s}$ );  $\sigma$  — толщина лопасти ротора, м;  $m$  — число лопастей ротора ( $m = 6\ldots12$ );  $n$  — частота вращения ротора,  $\text{мин}^{-1}$  ( $n = 15\ldots45 \text{ мин}^{-1}$ );  $k$  — коэффициент заполнения ячеек ротора измельченным материалом ( $k = 0,5\ldots0,7$ );  $\varphi$  — коэффициент полнодревесности перемещающегося измельченного материала ( $\varphi = 0,3\ldots0,38$ ).

Устойчивая работа питателя в значительной степени зависит от равномерности загрузки ячеек питателя по длине ротора без перегрузок ячеек по высоте лопасти (см. рис. 9.12). При эксплуатации необходимо помнить, что шлюзовой питатель не является дозатором и поэтому, для предупреждения заклинивания ротора древесными частицами и остановки питателя, коэффициент загрузки ячеек ротора щепой не должен превышать  $0,6\ldots0,7$ .

Коэффициент гидравлического сопротивления шлюзового питателя в среднем равен 0,45...0,7.

Для снижения гидравлических потерь давления на разгон древесных частиц, загружаемых в нагнетательный трубопровод, и улучшения условий смешивания частиц с воздушным потоком на ряде предприятий целлюлозно-бумажной промышленности применяются шлюзовые питатели барабанного типа с направленной по ходу движения воздушного потока подачей измельченного материала. Первые образцы таких питателей были внедрены на Астраханском ЦКК в системе пневмоконвейеров для перемещения технологической щепы из древесно-подготовительного цеха в варочный цех. Производительность пневмоконвейера 50 т/ч и расстояние подачи 600 м. Шлюзовые питатели поставляются в комплекте с пневмотранспортными установками, серийно выпускаемыми заводами ПО "Петрозаводскбуммаш" и ПО "Ижтяжбуммаш".

При эксплуатации пневмотранспортных установок пуск питателя в работу следует производить только после достижения в транспортном трубопроводе необходимого расхода воздуха, а следовательно, требуемой рабочей скорости. Одновременный запуск воздуходувной машины и питателя не допускается. О величине расхода воздуха в нагнетательном трубопроводе свидетельствуют показания приборов на общем пульте управления пневмотранспортной системой.

Для повышения надежности работы питателя при проектировании системы управления целесообразно предусматривать блокировку его пуска и остановки. Пуск питателя возможен только при достижении в системе необходимого расхода и давления, а его отключение — при снижении расхода ниже рабочего уровня. Для предупреждения примерзания ротора к статору необходимо производить просушку чистым воздухом после окончания подачи щепы в течение 10...15 мин, регулярную очистку от снега и пыли через смотровые люки пространства между торцами ротора и статора, а также смазку поверхностей контакта ротора и статора антифрикционными жидкостями или термоподогрев статора питателя.

При соблюдении правил монтажа, наладки и эксплуатации шлюзовые питатели являются надежными и устойчивыми в работе в любое время года при подаче технологической щепы или измельченной коры различного гидротермического состояния.

**Трубопроводы.** В пневмотранспортных установках нагнетательного типа для направления потока аэросмеси применяются стандартные стальные горячекатаные либо электросварные трубы диаметром от 200 до 600 мм, толщиной стенки 3...5 мм. В установках для перемещения измельченной коры или при укладке трубопровода под землей рекомендуется

применять трубопроводы толщиной стенок 5...7 мм (ГОСТ 10704—76 или ГОСТ 8696—74).

Применение толстостенных труб для прямолинейных участков трассы пневмотранспортной системы не вызывается практической необходимостью и условиями эксплуатации, поскольку износ трубопровода при перемещении щепы на горизонтальных участках трассы незначителен. Так, за восьмилетний период эксплуатации пневмоконвейера щепы на Астраханском ЦКК при трехсменной работе износ трубопровода на горизонтальных участках трассы даже по дну трубопровода не превысил 1,5...2,0 мм.

В установках для перемещения измельченной коры или при укладке трубопровода под землей, на дне еки с учетом производственного опыта рекомендуется применять трубопроводы толщиной стенки 6...8 мм. Диаметр трубопровода пневмотранспортной установки зависит от производительности, условий эксплуатации, крупности перемещаемых частиц и определяется обычно расчетным путем. Исходя из крупности частиц щепы и условия обеспечения устойчивого перемещения, минимальный диаметр трубопровода равен 150...200 мм. При выборе параметров аэросмеси и расчета диаметра транспортного трубопровода необходимо помнить, что в трубопроводах меньшего диаметра условия для взвешивания и устойчивого перемещения при одной и той же скорости воздушного потока наиболее благоприятные по сравнению с трубопроводами большего диаметра.

Для улучшения технико-экономических показателей пневмотранспортной установки при расчете и проектировании следует ориентироваться на перемещение аэросмесей повышенной концентрации в трубопроводах меньшего диаметра, а не наоборот, как это иногда встречается в практике проектирования пневмотранспортных систем.

Для предупреждения закупорок трубопровода перемещаемым материалом помимо монтажа контрольно-блокирующей аппаратуры следует грамотно подбирать, соединять и монтировать нагнетательный транспортный трубопровод.

Оевые усилия, вызываемые тепловыми напряжениями в трубопроводе, при отсутствии компенсаторов достигают значительных величин и передаются на опоры с жестким креплением, вызывая их смещение или разрыв трубопровода, поэтому эти усилия необходимо учитывать при проектировании, монтаже и эксплуатации пневмотранспортной системы.

Основные требования при монтаже трубопровода сводятся к следующему: обеспечению строгой прямолинейности магистрали в плане и профиле трассы, полной герметичности трубопровода, плавности сопряжений элементов трубопровода на поворотах обеспечению соосности трубопроводов, равному (заподлицо) соединению внутренних поверхностей трубопроводов.

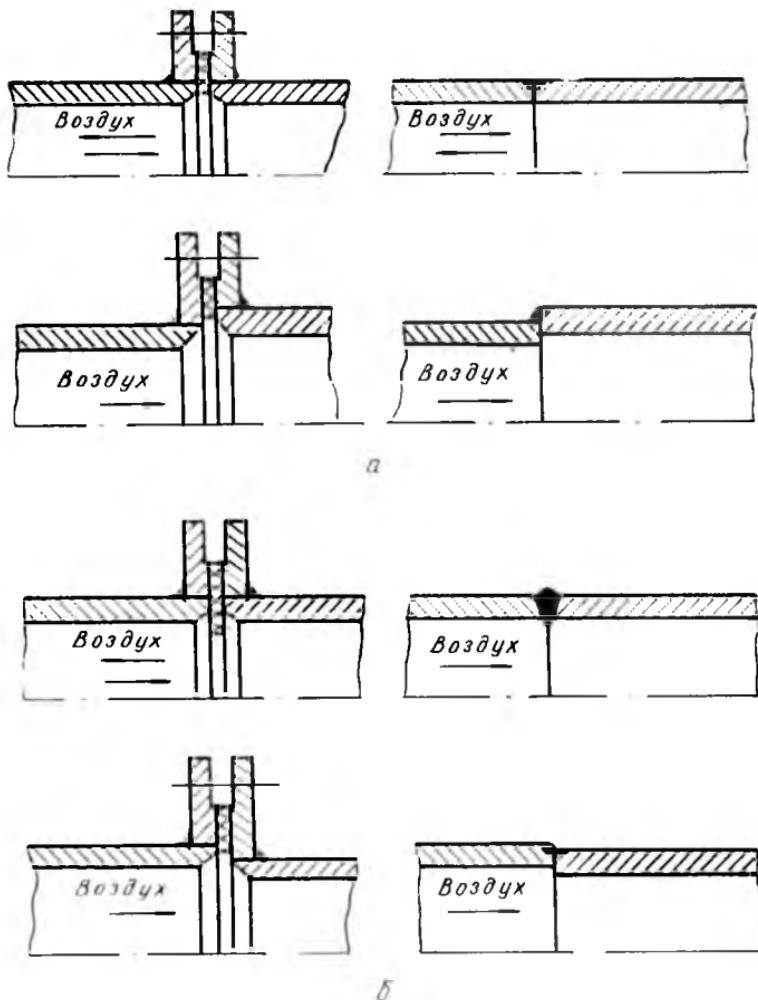


Рис. 9.13. Схемы фланцевого и сварного соединения трубопроводов:  
а — правильное; б — неправильное

Любые внутренние выступы и неровности по ходу движения потока аэросмеси недопустимы, поэтому трубы с меньшими диаметрами необходимо монтировать в начале трассы. Рекомендуемые схемы соединений трубопроводов приведены на рис. 9.13.

Осмотр внутренней поверхности трубопровода и его очистка от выпавшей в осадок на дно трубопровода технологической щепы производится через смотровые люки, устанавливаемые через 25...30 м по длине горизонтальных участков трассы и за коленами-поворотами. Смотровые люки рекомендуется располагать под углом 45...60° к вертикальной оси трассы в нижней половине трубопровода. За коленами-отводами смотро-

вые люки следует располагать под тем же углом к вертикали на расстоянии (1,0...1,5)  $D$  от фланца вогнутой (внутренней) стороны колена-отвода.

Колена трубопроводов. Изменение направления pnevmaticheskogo транспортирования по трубопроводу осуществляется коленами круглого, прямоугольного сечения и комбинированной формы со съемными наружными стенками. Из аэродинамики известно, что трубопроводы и колена круглого сечения при протекании по ним чистого воздуха имеют по сравнению с трубопроводами других сечений наименьший коэффициент гидравлического сопротивления. Для предупреждения измельчения щепы и уменьшения гидравлических потерь давления в отводах радиусы закругления принимаются равными (6...8)  $D$  трубопровода. Угол соединения секторов круглых отводов не следует принимать более  $15^\circ$ . Для удобства и быстроты выполнения работ заготовку секторов рекомендуется производить по шаблону. Коэффициенты гидравлического сопротивления сварных отводов в зависимости от размеров равны:

$R/D$ . . . . .	2,5	5,0	7,5	10,0	12,5
$\xi$ . . . . .	0,12	0,1	0,12	0,14	0,14

Движение аэросмеси в коленах в силу различных инерционных сил составляющих элементов аэросмеси характеризуется расслоением потока на твердую фазу и воздушный поток, в результате которого частицы щепы перемещаются волочением по наружной стенке отвода. В связи с этим резко возрастают силы сопротивления движению твердых частиц. Это особенно проявляется при некачественной сварке смежных секторов колен отвода круглой формы. Движение частиц в таких коленах сопровождается их измельчением (раскалыванием). Поэтому в последние годы для предупреждения измельчения щепы в pnevmotransportnyx нагнетательных установках в отечественной и зарубежной практике стали применять колена-отводы прямоугольного сечения со сменной или утолщенной наружной стенкой, изготовленной из цельного металлического листа толщиной 6...8 мм с плавным радиусом поворота. Конструкции ряда таких колен приведены на рис. 9.14.

Разновидностью прямоугольного колена со сменной наружной стенкой является конструкция комбинированного колена-отвода, разработанного фирмой Rader Pneumatics (США). Колено-отвод (рис. 9.14, 2) состоит из переходного круглого или прямоугольного патрубка 1 со сменной наружной стенкой, выполняющего роль переходной кривой и воспринимающего ударную нагрузку от частиц щепы; поворотного колена 2 круглого или прямоугольного сечения, выполненного по радиусу, величиной, равной двум диаметрам транспортного трубопровода;

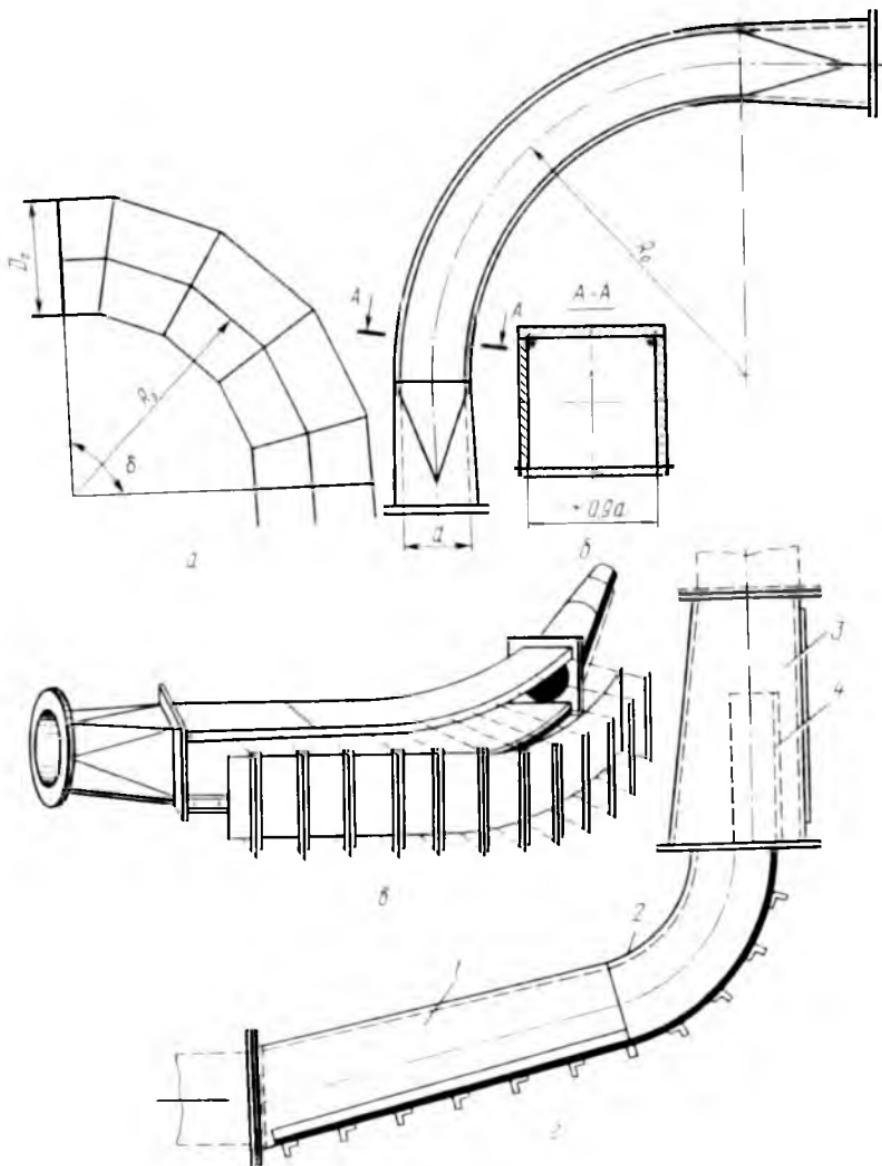


Рис. 9.14. Колена-отводы в пневмотранспортных установках:

*a* – круглого сечения; *b* – прямоугольного сечения с утолщенной приварной стенкой; *c* – прямоугольного сечения со сменной наружной стенкой; *z* – комбинированное колено; *1* – переходный патрубок; *2* – колено; *3* – конфузор; *4* – лоток;  $R_0$  – радиус закругления колена отвода;  $s$  – угол поворота колена;  $D_0$ ,  $d$  – соответственно наружный и внутренний диаметры трубопровода

конфузора-переходника *3*, обеспечивающего соединение колена с транспортным трубопроводом. Внутри конфузора-переходника в одной плоскости с наружной стенкой колена смонтирован консольный лоток *4*, предназначенный для направления частиц щепы по центру сечения трубопровода за коленом-отводом для

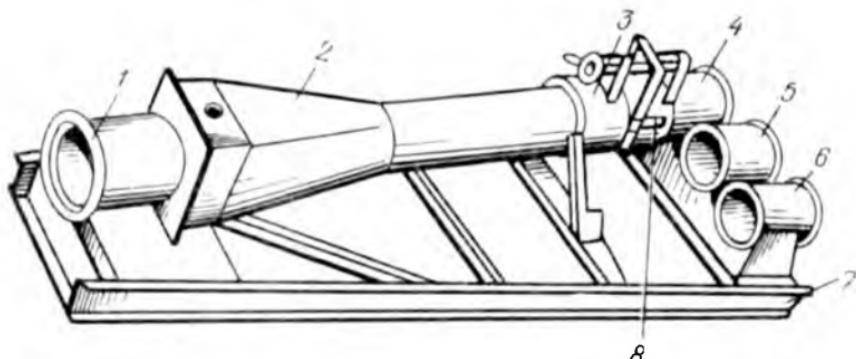


Рис. 9.15. Трехпозиционный переключатель трубопроводов тележечного типа:  
1,3 – подводящие патрубки; 2 – поворотный патрубок; 4,5,6 – отводящие патрубки; 7 – рама; 8 – подвижная муфта с запирающим механизмом

обеспечения из устойчивого дальнейшего транспортирования с минимальными потерями давления на разгон частиц за коленом. Переходный патрубок соединяется с транспортным трубопроводом фланцевым соединением под углом не более 15°.

Конструкция комбинированного колена-отвода обеспечивает быструю замену наиболее часто изнашивающейся наружной стенки без демонтажа или замены всего колена-отвода, предусматривает уменьшение образования мелкой фракции и устойчивое движение частиц на разгонном участке. Соединение трубопровода с коленами производится обычно на плоских фланцах с прокладками из морозостойкой резины или картона. На прямых участках трубопроводы соединяются электросваркой.

Комбинированные колена-отводы смонтированы и успешно эксплуатируются на пневмотранспортных установках Братского ЛПК, Шекснинского завода ДВП и других предприятиях.

Переключатели направления подачи аэросмеси предназначены для поочередной подачи технологической щепы одной пневмотранспортной установкой нескольким потребителям или для раздельного (попородного) хранения щепы на открытом складе. Переключатели изготавливаются и поставляются в двух-, трех- и многопозиционном исполнении с ручным и автоматическим управлением. Простейшей конструкцией двухпозиционного переключателя является тройник с перекидной направляющей заслонкой. Однако в силу недостаточной герметичности он рекомендуется для низконапорных установок или изменения подачи материала на выходе из транспортного трубопровода при подаче в бункеры или склад хранения. Для обеспечения герметичности и надежности работы в практике наиболее широкое применение получили трехпозиционные переключатели с передвижным направляющим патрубком в горизонтальной плоскости (тележечные переключатели) или с поворотным патрубком в вертикальной

плоскости (переключатели револьверного типа), управляемые вручную и дистанционно. Общая схема переключателя тележечного типа приведена на рис. 9.15.

При проектировании инвентарных систем месторасположение переключателя на трассе следует выбирать из условия обеспечения минимальной суммарной длины трубопроводов ответвлений. Коэффициент аэродинамического сопротивления переключателей револьверного типа равен 0,2...0,25. Изменение направления подачи аэросмеси переключателем следует производить при выключенном воздуходувной машине или же при выключенном питателе. Переключение направления движения потока с движущейся по трубопроводу аэросмесью, исходя из условий безопасности и надежности работы, не допускается.

**Циклоны-отделители и дефлекторы.** При подаче технологической щепы в производство или на склад открытого промежуточного хранения в конце транспортного трубопровода для разделения потока аэросмеси на воздух и перемещаемый материал устанавливаются отделители (разгрузители) в виде циклонов, бункеров с жалюзийными решетками, конусов с жалюзийными кольцами и дефлекторы. Наиболее распространение для разделения потока аэросмеси с измельченной древесиной получили циклоны, которые одновременно производят и очистку воздуха от мелких древесных частиц и пыли, и дефлекторы для подачи щепы в транспортную емкость или на склад открытого хранения.

Принцип работы циклонов заключается в использовании центробежных, гравитационных и сил трения твердых частиц, движущихся с большой скоростью по внутренней стенке цилиндра. Чем больше центробежная сила и сила трения, действующая на частицу, тем быстрей она при всех прочих равных параметрах потока под действием гравитационных сил будет выгдывать в осадок на дно циклона. Воздух в силу меньшей плотности устремляется в верх циклона и через его центральный патрубок с козырьком-отражателем выходит в атмосферу. Чтобы избежать выделения циклона, скорость течения воздушного потока в выходном (вытяжном) патрубке циклона должна быть ниже скорости витания самых мелких транспортируемых по трубопроводу частиц.

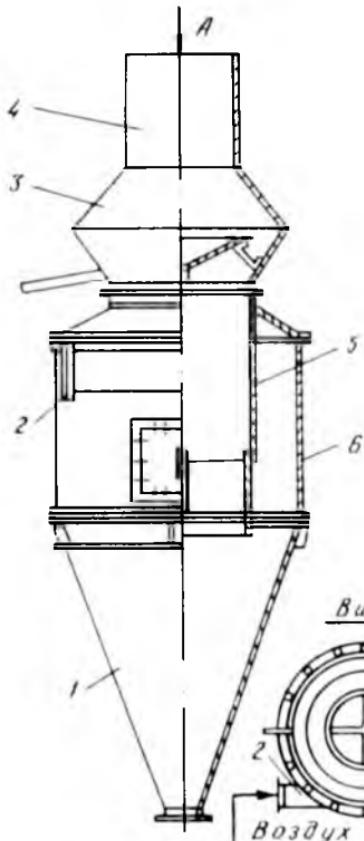
Величина центробежной силы  $F_{\text{ц}}$ , действующей на частицу, в циклоне равна

$$F_{\text{ц}} = \frac{mv^2}{R} , \quad (9.11)$$

а сила трения  $F_{\text{тр}}$  частицы по стенке циклона соответственно составит

$$F_{\text{тр}} = F_{\text{ц}}f, \quad (9.12)$$

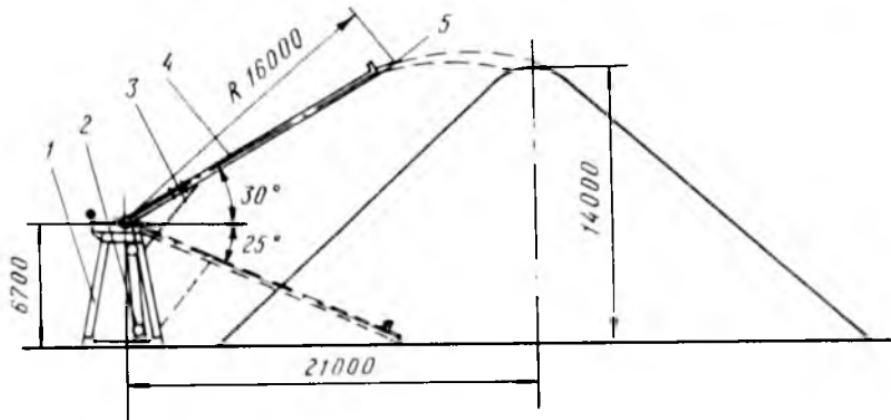
Рис. 9.16. Схема циклона лесотехнической академии им. С. М. Кирова:



1 – разгрузочный конус; 2 – приемный патрубок;  
3 – расширяющая труба; 4 – выходной патрубок;  
5 – внутренний цилиндр; 6 – наружный цилиндр

Рис. 9.17. Схема складирующего устройства:

1 – основание; 2 – лебедка; 3 – штанга; 4 – подъемно-опускающая труба; 5 – поворотный дефлектор



где  $m$  – масса частицы, кг;  $v$  – скорость движения частицы, м/с;  $f$  – коэффициент трения скольжения частицы по стенке циклона;  $R$  – радиус циклона, м.

Из формул видно, что для повышения эффективности отделения частиц в циклоне следует стремиться к уменьшению

его диаметра. Поэтому при сильно запыленном воздухе целесообразнее устанавливать спаренные циклоны взамен одного, но с таким же расходом воздуха. В установках для перемещения измельченной древесины и технологической щепы для разделения потока аэросмеси широко применяют циклоны с расширителем на выпускном патрубке, а также циклоны конструкции ЛТА им. С. М. Кирова (рис. 9.16).

На нижних складах лесозаготовительных предприятий в цехах производства технологической щепы, оснащенных пневмотранспортными установками для межцехового перемещения щепы, подача щепы в основном производится на склад открытого промежуточного хранения, расположенный на открытой бетонированной площадке. В этих случаях конструкция пневмотранспортных установок обеспечивает формирование открытого склада щепы (конусные, трапецидальные, полукруговые) с помощью направляющих дефлекторов, смонтированных на стационарной наклонной или поворотной в вертикальной и горизонтальной плоскости секции трубопровода. Принципиальная схема такого устройства представлена на рис. 9.17.

Управление положением направляющего козырька дефлектора осуществляется вручную или дистанционно. Этот же принцип отделения твердых частиц щепы от воздушного потока используется в пневмотранспортных установках для подачи щепы в железнодорожные вагоны, речные и морские суда.

Уравнительные бункера. Надежность и устойчивость работы пневмотранспортной установки в значительной степени зависят от равномерности подачи щепы в загрузочное устройство и транспортный трубопровод. В то же время в зависимости от вида сырья и режима загрузки работа рубительной машины в период смены характеризуется значительной неравномерностью по производительности. Особенно неравномерно поступление щепы при подаче бульдозером с открытого склада.

Проектирование пневмотранспортной установки из условия пропуска пиковых нагрузок по щепе ведет к неоправданному завышению установочной мощности в 1,5...2,0 раза по сравнению с требуемой при равномерной загрузке и снижает технико-экономические показатели пневмотранспортной системы. Специальные устройства, обеспечивающие прием неравномерно поступающей щепы и дозированную по объему выдачу в пневмотранспортную установку, называют уравнительными бункерами.

На рис. 9.18 приведена схема закрытого уравнительного бункера, устанавливаемого непосредственно за рубительной машиной с тяговым озирующим органом в виде шнеков, обеспечивающих равномерную подачу щепы на сортировочные машины или в питатель пневмотранспортной установки.

В отечественной практике наибольшее распространение получили уравнительные бункеры с тяговым органом в виде пла-

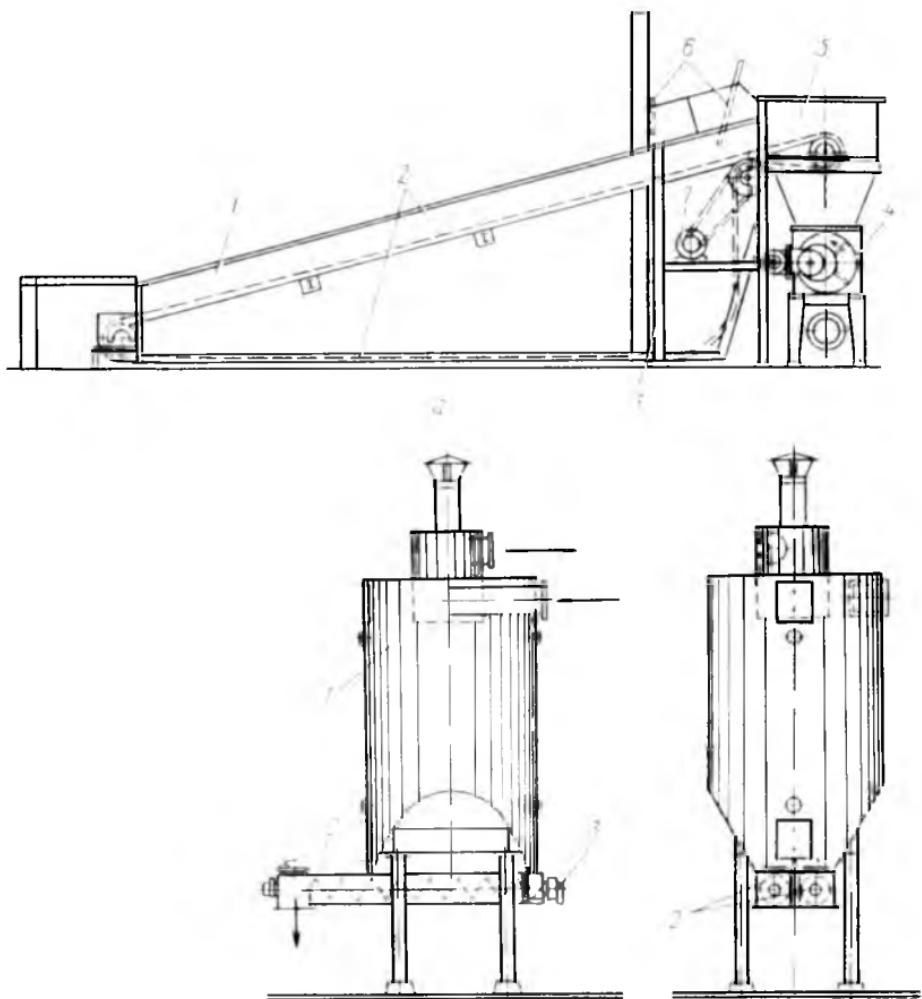


Рис. 9.18. Уравнительные бункеры для подачи щепы в питатель пневмотранспортной установки:

*a* — с цепным тяговым органом; *b* — со шнековым тяговым органом; 1 — приемная емкость; 2 — тяговый орган; 3 — рама; 4 — питатель; 5 — бункер; 6 — шибер-дозатор; 7 — привод

стинчато-втулочных цепей и шнеков. Для дозированной подачи технологической щепы с открытых складов или из емкостей на ряде зарубежных предприятий применяется дозирующее устройство фирмы Дж. Графстрем АБ (Швеция).

Пневмотранспортно-погрузочные установки ПНТУ-2М и ТС-66 (рис. 9.19) предназначены для межцехового перемещения технологической щепы от линий по производству щепы УПЩ-ЗА, УПЩ-6А, УПЩ-6Б и др. производительностью 6...8 м<sup>3</sup>/ч на склад открытого хранения или

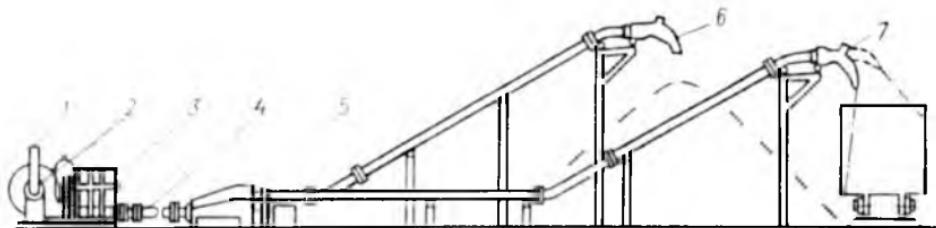


Рис. 9.19. Пневмотранспортно-погружочная установка П

1 — всасывающий трубопровод с шиберным дросселирующим устройством; 2 — вентилятор ВВД-9У; 3 — шлюзовой питатель барабанного типа; 4 — нагнетатель; 5 — трехпозиционный переключатель трубопроводов револьверного типа; 6 — дефлектор; 7 — загрузочный дефлектор

для перемещения и погрузки щепы в автощеповозы, а в отдельных случаях и в полувагоны.

При работе щепа от сортировки самотеком засасывается питатель. В транспортном трубопроводе щепа увлекаемая сжатого воздуха, нагнетаемого вентилятором, издается в виде аэросмеси по трубопроводу на склад хранения или в транспортную емкость со скоростью 15 м/с. Направление подачи щепы изменяется трехпозиционным переключателем револьверного типа в ПНТУ-2М и тележеч ТС-66, управляемым дистанционно. Расход воздуха регулируется шиберным устройством.

Для обеспечения равномерной поперечной засыпки щепой дефлектор оборудован специальным осуществляющим возвратно-поступательное движение сопла в пределах 9...60°. Насадка типа закреплена стационарно на втором нагнетателе трубопровода и предназначена для направления пневматической щепы на склад открытого хранения ПНТУ-2М серийно выпускаются Ижевским заводом буммаш.

В установках ТС-66 для формирования складского щепочного хранения щепы без аэросепарирования подачи щепы на склад и уменьшения пыления предусмотрено подвижной наклонной трубы-консоли с насадкой (дефлектором), обеспечивающей постоянное расположение между насадкой и местом укладки щепы на склад открытого хранения и ликвидации пыления и выделения мелких фракций щепы, что, к сожалению, не имеет места при нерегулированной по высоте подаче измельченного материала на склады открытого хранения.

Технические характеристики низконапорных пневмотранспортных погружочных и складирующих установок, выпускаемых заводом Ижтяжбуммаш, ПНТУ-2М и ТС-66 приведены ниже.

**Сравнительная техническая характеристика низконапорных пневмотранспортных установок**

Марка . . . . .	ТС-66	ПНТУ-2М
Производительность в плотной мере, м <sup>3</sup> /ч . . . . .	10	7
Расстояние транспортирования, м . . . . .	80	75
Диаметр (наружный) транспортного трубопровода, мм . . . . .	325	273
Толщина стенки трубопровода, мм . . . . .	4,5	3,0
Установленная мощность, кВт . . . . .	34,0	27,5
Масса установки, кг . . . . .	9700	5900
Вентилятор . . . . .	ВЦ6-28	ВВД-9У
типа . . . . .	центробежный	
мощность электродвигателя, кВт . . . . .	30	22
Давление нагнетания, кПа . . . . .	7,5	6
Расход воздуха, м <sup>3</sup> /ч . . . . .	8800	9000
Тип питателя . . . . .	роторный	
Диаметр ротора, мм . . . . .	600	600
Мощность электродвигателя, кВт . . . . .	4	4
Масса, кг . . . . .	1500	1500
Тип переключателя . . . . .	плоский тележечного типа	револьверный
Число позиций . . . . .	2	3
Управление . . . . .	ручное	электромеханическое
Масса, кг . . . . .	1000	1500
Тип привода дефлектора . . . . .	ручной	—
Углы поворота дефлектора, град. . . . .	60	—
Количество . . . . .	2	3*

\* Один дефлектор с электромеханическим приводом для погрузки щепы в транспортные емкости.

## 97. МЕТОДИКА РАСЧЕТА ПНЕВМОТРАНСПОРТНЫХ УСТАНОВОК

На основании теоретических и экспериментальных исследований вопросов пневмотранспорта технологической щепы в нагнетательных трубопроводах, выполненных в лабораториях и производственных условиях, а также обобщения опыта внедрения и эксплуатации пневмотранспортных установок в лесозаготовительных предприятиях и на лесопромышленных комплексах разработана общая методика инженерного расчета пневмотранспортных систем производительностью от 5 до 300 т/ч и расстоянием подачи до 2000 м, которая широко апробирована и рекомендуется для практического применения в процессе расчетов и проектирования промышленных установок и обучения студентов.

**Общие положения.** Исходными параметрами при расчете пневмотранспортной установки являются физико-механические свойства измельченной древесины (крупность, влажность, плотность, форма частиц, скорости их витания и трогания), производительность, условия транспортирования, режим работы установки, план и профиль трассы трубопровода.

В результате расчета требуется определить концентрацию

аэросмеси, режим пневмотранспортирования, расход воздуха и диаметр транспортного трубопровода, вид загрузочного устройства и его параметры, потери давления воздуха на всех участках пневмотранспортной установки, утечки воздуха, необходимый расход и давление воздуха, потребляемую мощность, параметры контрольно-измерительной и блокирующей аппаратуры. На основании расчетных данных по каталогам подбирают марку и тип воздуходувной машины, трубопроводную арматуру, контрольно-измерительную и блокирующую аппаратуру.

Для начала расчета пневмотранспортной установки рекомендуется составить ее подробную конструктивно-расчетную схему, на которой с учетом основных требований к проектированию пневмотранспортной системы следует указать план и профиль трассы трубопровода с пометкой расположения воздуходувной машины, питателей переключателей трубопроводов и самих трубопроводов, циклонов и другого вспомогательного оборудования.

При выборе трассы необходимо учитывать следующие требования:

1. Ось трубопровода по возможности должна быть прямолинейной как в плане, так и в профиле трассы.

2. Загрузочные устройства должны располагаться на прямолинейных горизонтальных участках трассы с расстоянием между двумя смежными загрузочными устройствами не менее 20...25 м.

3. Ближайшее колено за питателем должно устанавливаться на расстоянии не менее 15 м. Это же требование необходимо соблюдать и при проектировании мест расположения по трассе смежных колен и переключателей трубопроводов.

4. Радиусы колен трубопроводов должны быть равны 6...8 диаметрам трубопровода. Угол поворота каждого сектора колен круглого сечения не должен превышать 15°.

5. В нагнетательных установках по перемещению технологической щепы предпочтительней колена прямоугольного сечения с усиленной (утолщенной) наружной стенкой, выполненной из одного листа без стыков и соединений.

6. Смежные горизонтальные и вертикальные участки трассы целесообразно заменять одним наклонным участком трубопровода с углом подъема более 45°.

7. Подача щепы в питатель должна производиться транспортером-дозатором или из уравнительного бункера с дозирующим устройством.

8. Место установки переключателя выбирается в точке, от которой суммарная длина трубопроводов-ответвлений равна минимуму.

9. Укладку трубопровода по возможности следует предусматривать на низких опорах (высотой 0,5...1 м).

По окончании разработки и составления конструктивно-расчетной схемы пневмотранспортной установки приступают

непосредственно к расчету, выбору оборудования и контрольно-измерительной аппаратуры. При проектировании нагнетательных пневмотранспортных установок для технологической щепы расчет их параметров рекомендуется проводить в такой последовательности.

**Выбор весовой концентрации аэросмеси.** Для улучшения технико-экономических показателей пневмотранспортной системы по трубопроводам необходимо перемещать аэросмеси с концентрацией  $\mu \geq 3,0$ . Однако, руководствуясь целесообразностью повышения концентрации аэросмеси, при расчете и проектировании пневмотранспортных установок необходимо учитывать конструктивные особенности исполнения отдельных элементов транспортной системы, ее производительность и параметры серийно выпускаемых промышленностью воздуходувных машин. Так, для обеспечения устойчивого (без закупорок) перемещения щепы по трубопроводу в виде аэросмеси диаметр транспортного трубопровода следует принимать не менее 200 мм, а максимальное давление, развиваемое центробежными вентиляторами ВЦ6-28, применяемыми в качестве основных воздуходувных машин в низконапорных системах, не должно превышать 8 кПа.

Для перемещения технологической щепы на расстояние 75...100 м, наиболее удовлетворяющее условиям эксплуатации на нижних складах лесозаготовительных предприятий (перемещение щепы от систем машин НЩ-1 и НЩ-2), весовую концентрацию аэросмеси можно принять не более 1,5, т. е. далеко не оптимальную, поскольку отечественная промышленность пока не выпускает серийно воздуходувные машины, обеспечивающие пневмотранспортирование щепы на такие расстояния с оптимальной концентрацией смеси  $\mu \geq 5$ .

На современном этапе развития техники при расчетах параметров пневмотранспортных систем рекомендуется принимать следующие числовые значения весовой концентрации аэросмеси:

В низконапорных установках на базе вентиляторов типа ВЦ6-28 . . .	1,0...1,5
В средненапорных установках на базе турбовоздуходувок . . . . .	3...5
В высоконапорных пневмоконвейерах на базе нагнетателей . . . . .	3...7

С освоением серийного производства ротационных воздуходувных машин различной производительности и созданием специальных высокопроизводительных питателей весовую концентрацию аэросмеси пневмотранспортных систем всех типов на базе этого оборудования можно будет принимать равной 5 и более.

**Определение расхода воздуха и диаметра трубопровода.** Расход воздуха пневмотранспортной установки при выбранной концентрации аэросмеси зависит от расхода перемещаемого материала и определяется по уравнению

## 9.6. Скорость трогания частиц щепы

Диаметр труб, мм	Скорость трогания частиц щепы, м/с, при плотности щепы, кг/м <sup>3</sup>						
	400	500	600	700	800	900	1000
100	4,70	5,20	5,70	6,20	6,57	7,00	7,38
200	4,80	5,10	5,90	6,10	6,77	7,20	7,61
300	4,95	5,50	6,10	6,55	6,97	7,40	7,84
400	5,05	5,60	6,20	6,68	7,12	7,58	8,00
500	5,10	5,70	6,22	6,75	7,18	7,64	8,10
600	5,15	5,77	6,30	6,82	7,28	7,75	8,18
700	5,20	5,82	6,40	6,9	7,32	7,80	8,22

$$Q = G/\gamma\mu q, \quad (9.13)$$

где  $Q$  — секундный расход воздуха, м<sup>3</sup>/с;  $G$  — массовый расход измельченной древесины, кг/с;  $\gamma$  — плотность воздуха, кг/м<sup>3</sup>, при нормальных условиях всасывания, т.е. при  $T=20^\circ\text{C}$ ,  $P=101300$  Па;  $\mu$  — весовая концентрация аэросмеси.

Расчетный массовый расход материала  $G$ , поступающего в трубопровод пневмотранспортной системы, зависит от ее производительности, равномерности подачи щепы в загрузочное устройство и вычисляется по формуле

$$G = Q_{\text{щ}} \gamma_{\text{щ}} m q / 3600, \quad (9.14)$$

где  $Q_{\text{щ}}$  — производительность пневмотранспортной системы, м<sup>3</sup>/ч;  $\gamma_{\text{щ}}$  — плотность щепы, кг/м<sup>3</sup>;  $m$  — коэффициент неравномерности подачи щепы в пневмотранспортную систему; при использовании уравнительных бункеров  $m=1,05\dots1,15$ , при подаче щепы в питатель непосредственно от рубительных машин  $m=1,5\dots2,0$ .

**Выбор скорости движения потока аэросмеси.** Сложность выбора оптимальной скорости транспортирования заключается в том, что для одного и того же материала она зависит от весовой концентрации аэросмеси и диаметра транспортного трубопровода. С возрастанием любой из этих величин для устойчивого перемещения аэросмеси необходимо повышать соответственно и скорость потока аэросмеси. Оптимальная скорость воздушного потока в транспортном трубопроводе для перемещения технологической щепы рассчитывается по уравнению

$$v_{\text{опт}} = 3,3 v_{\text{тр}} \sqrt[4]{\mu}. \quad (9.15)$$

Скорость трогания древесных частиц щепы в трубопроводах различного диаметра принимается согласно данным табл. 9.6.

На основании величины расхода воздуха, вычисленного по уравнению (9.13), и скорости движения потока аэросмеси, определенной по уравнению (9.15), рассчитывают внутренний диаметр  $D$  транспортного трубопровода по уравнению

$$D = \sqrt{\frac{4Q_{\text{д}}}{\pi v \gamma_n}}, \quad (9.16)$$

где  $v$  — скорость движения воздушного потока в трубопроводе, м/с;  $\gamma$  — плотность воздуха в начале нагнетательного трубопровода, кг/м<sup>3</sup>.

Плотность сжатого воздуха в начале нагнетательного трубопровода определяется по формуле

$$\gamma = \frac{P_a + P_{\text{изб}}}{qRT}, \quad (9.17)$$

где  $P_a$ ,  $P_{\text{изб}}$  — атмосферное и избыточное давления в трубопроводе, Па;  $R$  — газовая постоянная, кгм/кг град ( $R=29,27$ );  $T$  — абсолютная температура воздуха, °С.

В низконапорных и средненапорных пневмотранспортных установках снагнетанием воздуха вентиляторами и воздуходувками величиной изменения плотности воздуха ввиду ее незначительности (5...10%) можно пренебречь и принимать  $\gamma_n = \gamma$ .

При расчетах высоконапорных пневмотранспортеров избыточное давление в формуле (9.17) принимается условно по опыту работы аналогичных установок, а температура сжатого воздуха в нагнетательном трубопроводе при адиабатическом процессе сжатия воздуха в нагнетателе определяется по уравнению

$$T_2 = T_1 \varepsilon^{\frac{k-1}{k}}, \quad (9.18)$$

где  $T_2$  — температура воздуха при выходе из воздуходувной машины, °С;  $T_1$  — температура воздуха во всасывающем патрубке воздуходувной машины, °С;  $\varepsilon$  — степень сжатия воздуха;  $k$  — показатель адиабаты; для нагнетателей и ротационных воздуходувок  $k = 1,45 \dots 1,55$ .

После определения диаметра трубопровода нужно подобрать необходимый диаметр по сортаменту ГОСТа на трубопроводы. Если расчетный диаметр трубопровода не совпадает с диаметром трубопровода по ГОСТу, то выбирается нагнетательный трубопровод диаметром близким к расчетному. После выбора диаметра транспортного трубопровода определяют действительный расход воздуха в выбранном трубопроводе по формуле

$$Q_{\text{д}} = v_{\text{оп}} F_{\text{тр}}, \quad (9.19)$$

где  $Q_{\text{д}}$  — действительный расход воздуха в системе, м<sup>3</sup>/с;  $v_{\text{оп}}$  — оптимальная скорость воздушного потока в транспортном трубопроводе, м/с;  $F_{\text{тр}}$  — площадь живого сечения трубопровода, м<sup>2</sup>.

**Определение гидравлических сопротивлений различных элементов пневмотранспортных систем.** Общее давление в пнев-

## 9.7. Коэффициент местного сопротивления

Тип шлюзового барабанного питателя	Скорость потока, м/с	Коэффициент сопротивления
С поперечной подачей (ЦНИИМЭ)	18...40	0,45...0,7
С продольной подачей (АФ ВНИИБ)	22...45	0,8
С продувом (ЛТА, ЦНИИМЭ)	22...35	0,3

в мотранспортной системе  $P_{общ}$ , необходимое для устойчивого перемещения аэросмеси по трубопроводам, складывается из потерь давления на всасывающем  $P_{вс}$  и нагнетательном  $P_n$  участках системы:

$$P_{общ} = P_{вс} + P_n. \quad (9.20)$$

Потери давления на всасывающем участке  $P_{вс}$  складываются из потерь давления на преодоление сопротивления фильтров очистки воздуха, глушителей аэродинамического шума, входного устройства, всасывающего трубопровода, колен, дроссельных устройств. Они определяются по уравнению

$$P_{вс} = P_\phi + P_r + \sum \xi \frac{\rho v^2}{2\xi} + \lambda \frac{L}{D_b} \frac{\rho v^2}{2\xi}, \quad (9.21)$$

где  $P_\phi$  — сопротивление фильтров очистки воздуха, Па;  $P_r$  — сопротивление глушителей аэродинамического шума, Па;  $\xi$  — коэффициент местных сопротивлений участков трубопровода (входа, отвода, дроссельной заслонки и т. п.);  $\rho$  — плотность воздуха во всасывающем участке,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;  $v$  — скорость течения воздуха во всасывающем трубопроводе, м/с;  $L$  — длина всасывающего трубопровода, м;  $D_b$  — диаметр всасывающего трубопровода, м; конструктивно принимается  $D_b = (1,5...2) D$ ;  $\lambda$  — коэффициент аэродинамического сопротивления трубопровода.

Фильтры очистки воздуха и глушители аэродинамического шума устанавливают только в высоконапорных пневмотранспортных установках.

Потери давления воздуха в нагнетательном трубопроводе при движении аэросмеси складываются из потерь давления в разгонном участке, транспортном трубопроводе, отводах и переключателях, а также потеря давления на подъем аэросмеси и на выходе ее из трубопровода:

$$P_n = P_{py} + P_t + P_o + P_{pt} + P_p + P_{ba}. \quad (9.22)$$

Потери давления на разгонном участке транспортного трубопровода определяются по уравнению

$$P_{py} = \frac{\rho v^2}{2\eta} \left[ \eta + \lambda \frac{l}{D} (1 + k\mu) + 2\mu (S - S_0) \right], \quad (9.23)$$

## 9.8. Значения коэффициента $k$ для различных трубопроводов

Транспортируемый материал	Концентрация смеси $\mu$	$v$ , м/с	$D$ , мм	$k$	Примечание
Древесная стружка . . . . .	0,2...0,6	—	—	1..1,33	
Опилки	0,2...1,0	—	<300	0,7	
То же	0,2...1,0	—	300	0,82	
	0,2...1,0	—	>300	0,96	
Древесная стружка	0,2...1,5	—	300	0,65	
То же	0,2...1,5	—	300	0,78	
"	0,2...1,5	—	>300	0,90	
	0,2...1,5	10...17	270	1,4	
Технологическая щепа из отходов лесопиления	2	—	<300	0,6	При винтовом движении В прямолинейных горизонтальных трубопроводах
	2	—	300	0,7	
	2	—	>300	0,8	
Технологическая щепа из стволовой древесины	1...6	25...40	260 319 357 600	0,55 0,64 0,7 1,0	
Технологическая щепа из отходов лесозаготовок, полученная на рубительной барабанной машине ДУ-2АМ	0,25...1,2	17...28	200 280	0,97 1,10	В трубопроводах со сложной трассой В прямолинейном трубопроводе
То же при влажности 60...70 %	0,25...5,0	17..45	240 280	0,54 0,6	
То же при влажности 100...120 %	0,25...1,2	17...28	240	0,63	
Измельченная кора	0,3...1,5	20...35	260	0,75...0,9	"

где  $\rho$  — плотность воздуха в начале нагнетательного трубопровода,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;  $v$  — скорость воздуха,  $\text{м}/\text{с}$ ;  $\eta$  — коэффициент местного сопротивления загрузочного устройства (табл. 9.7);  $l$ ,  $D$  — длина и диаметр разгонного участка ( $l=8\ldots10$  м);  $k$  — опытный коэффициент;  $S$ ,  $S_0$  — соответственно коэффициенты отставания частиц щепы в конце и начале разгонного участка (величины  $S$  и  $S_0$  приведены ниже, а величины  $k$  — в табл. 9.8).

Расстояние участка трубопровода от питателя, м . . .	0	0,7	1,5	4,2	0,3	9	9
Коэффициент отставания частиц щепы на разгонном участке . . . . .	0,09	—	0,31	0,4	0,44	0,58	0,58

Потери давления в транспортном трубопроводе  $P_t$  нагнетательных установок с постоянным диаметром определяются по уравнениям:

для низконапорных установок:

$$P_t = \lambda \frac{L}{D} \frac{\rho v^2}{2\eta} (1 + k\mu), \quad (9.24)$$

где  $\lambda$  — коэффициент аэродинамического сопротивления трубопровода;  $L$  — длина горизонтальных участков трубопровода, м;  $D$  — диаметр трубопровода, м;  $k$  — опытный коэффициент, числовые значения которого приведены в табл. 9.8;

для средненапорных установок:

$$P_t = \lambda \frac{L}{D} \frac{\rho_{cp} v_{cp}^2}{2} (1 + k\mu), \quad (9.25)$$

где  $\rho_{cp}$  — средняя плотность воздуха в трубопроводе,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;  $\rho_{cp} = (\rho_n + \rho)/2$  (здесь  $\rho_n$ ,  $\rho$  — соответственно плотность воздуха в начале и конце нагнетательного трубопровода,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;  $v_{cp}$  — средняя скорость течения воздушного потока,  $\text{м}/\text{с}$ ;

$$v_{cp} = \rho_n v_n / \rho_{cp},$$

для высоконапорных пневмотранспортных установок:

$$P_t = \sqrt{P_1^2 + \frac{G^2 R T \Delta L}{F D} (1 + Kk)} - P_1,$$

где  $P_1$  — давление воздуха в конце трубопровода, Па;  $G$  — массовый расход воздуха  $\text{кг}/\text{с}$ ;  $F$  — площадь поперечного сечения трубопровода,  $\text{м}^2$ ;  $T$  — абсолютная температура сжатого воздуха, К.

Числовое значение коэффициента  $\lambda$  определяется по формулам:

$$\begin{aligned} \text{А. Д. Альтшуля } \lambda &= 0,1 \left( 1,46 \frac{\Delta}{D} + \frac{100}{R_c} \right)^{0,25}; \\ \text{Б. Н. Лобаева } \lambda &= \frac{1,42}{\left( \lg \frac{R_c}{\Delta} \right)^2}, \end{aligned} \quad (9.26)$$

где  $\Delta$  — абсолютная шероховатость трубопровода (средняя высота выступов стенок трубопровода), мм; для электросварных труб  $\Delta = 0,04 \dots 0,1$  мм;  $\Delta = \Delta/D$ .

При недостаточно аккуратной сварке стыков трубопровода их дополнительное сопротивление необходимо учитывать увеличением расчетного значения коэффициента гидравлического сопротивления  $\lambda$  на 3...5 %.

Потери давления в местных сопротивлениях  $P_m$ , отводах  $P_o$  и переключателях  $P_n$  определяются по уравнению

$$P_m = P_o + P_n = \Sigma \eta \frac{\rho_{cp} v_{cp}^2}{2} (1 + k\mu), \quad (9.27)$$

## 9.9. Коэффициент отставания в зависимости от характеристики трубопровода

Характеристика трубопровода	Коэффициент отставания $S$ при весовой концентрации аэросмеси			
	Эдиночные частицы	1,0	2,0	3,0
Горизонтальные трубопроводы:				
стеклянный трубопровод диаметром 100 мм	—	0,62	—	—
металлический трубопровод диаметром 260				
мм с углом наклона, град:				
0	0,76	0,63	0,58	0,54
30	0,72	0,63	0,60	0,56
60	0,68	0,63	0,60	0,58
90	0,65	0,63	0,61	0,59
Колено-отвод 5D ( $\alpha = 90^\circ$ ) типа:				
горизонтально-вертикально-восходящий	0,54	0,45	0,44	0,43
вертикально-восходящий-горизонтальный	0,6	0,48	0,46	0,44
горизонтально-горизонтальный	0,56	0,51	0,44	0,36

где  $k$  — опытный коэффициент; для стандартных колей при пневмотранспорте щепы  $k' = 1,8$ .

При наличии на трассе вертикальных или наклонных участков трубопровода потери давления на перемещение аэросмеси по ним определяются по уравнению

$$P_{\text{см.н}} = \lambda \frac{l_n}{D} \frac{\rho v^2}{2\eta} (1 + K\mu) + \left(1 + \mu \text{ over } v_m\right) \rho L_n \sin \alpha, \quad (9.28)$$

где  $P_{\text{см.н}}$  — потери давления в наклонном трубопроводе, Па;  $L$  — длина наклонного участка, м;  $v$  — скорость движения частиц щепы, м/с;  $\alpha$  — угол наклона транспортного трубопровода, град;  $v_m$  — скорость воздуха в трубопроводе, м/с.

Числовые значения зависимости скорости движения частиц щепы от скорости воздуха и параметров аэросмеси приведены в табл. 9.9.

Потери давления на выходе из трубопровода определяются по формуле

$$P_b = (\eta_b v_{k \max}^2) / 2, \quad (9.29)$$

где  $\eta_b$  — коэффициент сопротивления выходного участка; при подаче щепы в кучу через дефлектор  $\eta_b = 1$ ;  $v_{k \max}$  — скорость течения воздушного потока на выходе из трубопровода, м/с.

После определения общих потерь давления в нагнетательном трубопроводе по уравнению (9.20) для средне- и высоконапорных установок следует проверить действительную скорость течения воздуха в начале нагнетательного патрубка в соответствии с постоянством массового расхода воздуха по формуле

$$v_a = \frac{Q_a \rho}{F \rho_{n,d}}, \quad (9.30)$$

где  $Q_a$  — действительный расход воздуха,  $\text{м}^3/\text{с}$ ;  $F$  — площадь поперечного сечения трубопровода,  $\text{м}^2$ ;  $\rho_{n,d}$  — действительная плотность воздуха в начале нагнетательного трубопровода,  $\text{кг}/\text{м}^3$ .

Действительная плотность воздуха  $\rho_{n,d}$  определяется по уравнению

$$\rho_{n,d} = (P_a + P_h)/TR,$$

где  $P_a$  — атмосферное давление воздуха, Па;  $P_h$  — давление воздуха в нагнетательном трубопроводе, Па.

Отклонение числового значения действительной скорости от выбранной должно быть не более 3 %. Для выбора воздуходувной машины ее исходные параметры определяют по давлению и расходу:

по давлению:

$$P = c (P_b + P_h), \quad (9.31)$$

где  $c$  — коэффициент запаса ( $c=1,10\dots1,15$ );  $P_b$ ,  $P_h$  — потери давления на всасывающем и нагнетательном участках, Па;

по расходу:

$$Q' = m Q_d, \quad (9.32)$$

где  $m$  — коэффициент потерь сжатого воздуха через загрузочное устройство и неплотности соединения трубопровода;  $m=1,05\dots1,1$ .

В соответствии с требуемыми исходными параметрами расхода и давления воздуха, с учетом условий эксплуатации по каталогам подбирают воздуходувную машину для комплектации пневмотранспортной установки (табл. 9.2, 9.3).

## 10. ХРАНЕНИЕ И ПОГРУЗКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЩЕПЫ

### 10.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

В лесозаготовительных предприятиях выработка технологической щепы, отвечающей требованиям целлюлозно-бумажной промышленности, в основном осуществляется на механизированных нижних складах на стационарных установках УПЩ-ЗА, УПЩ-ББ и в лесопильных цехах, оборудованных стационарными окорочными станками и рубительными машинами. Ежегодный объем щепы,рабатываемой одним цехом, составляет соответственно 5 и 10 тыс.  $\text{м}^3$  щепы в год при работе в одну смену. Отгрузка выработанной щепы потребителю осуществляется в зависимости от примыкания нижнего склада к транспортным магистралям, в железнодорожных вагонах, судах, автощеповозах и контейнерах. В связи с сезонностью и неравномерностью подачи транспортных средств под погрузку

возникает практическая необходимость организации межцехового хранения щепы в объемах от 10 до 50 % годовой мощности перерабатывающего низкокачественную древесину цеха. При этом, независимо от способа промежуточного хранения технологической щепы, следует соблюдать выполнение таких общих требований:

суммарная емкость склада (хранилища) должна обеспечивать круглогодовой равномерный прием технологической щепы из древесно-подготовительного цеха с учетом размещения запасов щепы, вызванных сезонностью и неравномерностью подачи транспортных средств под погрузку (вагонов, автощеповозов, судов, барж);

складские средства должны обеспечивать раздельное по породам хранение и отгрузку щепы потребителю и не допускать загрязнения щепы другими абразивными и посторонними механическими примесями;

проектирование, строительство и эксплуатацию хранилищ щепы следует производить в строгом соответствии с действующими нормами техники безопасности, противопожарными и экологическими требованиями.

В зависимости от объемов промежуточного хранения технологической щепы и вида отгрузочных транспортных средств в отечественной и зарубежной практике нашли применение три основные способа промежуточного хранения технологической щепы: контейнерный (полузакрытый); (закрытый) в бункерных галереях и однокамерных бункерах; (открытый) кучевой на открытых специально подготовленных площадках с твердым покрытием.

## 10.2. КОНТЕЙНЕРНЫЙ СПОСОБ ПРОМЕЖУТОЧНОГО ХРАНЕНИЯ ЩЕПЫ

Контейнерный способ заключается в том, что при небольших объемах выработки технологической щепы (3...5 тыс. м<sup>3</sup>/год) на стационарных или передвижных установках по производству щепы промежуточное хранение с последующей погрузкой щепы в транспортные емкости осуществляется в контейнерах емкостью от 6 до 45,0 м<sup>3</sup> с открывающимся днищем или задней торцевой стенкой для выгрузки щепы. При погрузке или выгрузке у потребителя загрузка контейнеров щепой производится механическими (скребковыми, ленточными, шнековыми) конвейерами, пневмотранспортно-погрузочными установками ПНТУ-2М или непосредственно загрузочным дефлектором — насадкой щепопровода передвижной рубительной машины на месте выработки щепы передвижными рубительными машинами. Последний способ загрузки щепы в контейнеры особенно предпочтителен при организации выработки технологической щепы при переработке низкокачественной древесины и древесины от рубок ухода за лесом передвижными рубительными установками УРП-1 непосредственно на лесосеке. В этом случае для промежуточного хранения щепы используется сменный кузов-контейнер вместимостью 45,0

$m^3$  от автощеповоза ТМ-12А. Загрузка контейнера на раму автомобиля МАЗ-5434 осуществляется специальной смонтированной на автомобиле лебедкой, управляемой водителем автомобиля.

Технические характеристики контейнеров для промежуточного хранения щепы на нижнем складе с последующей загрузкой железнодорожных вагонов с помощью консольных или башенных кранов приведены ниже.

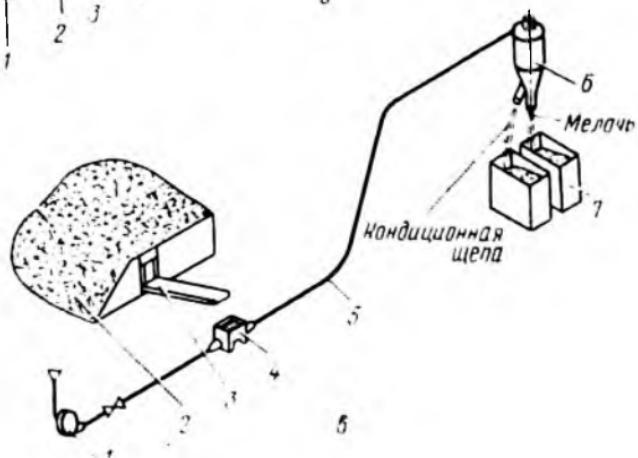
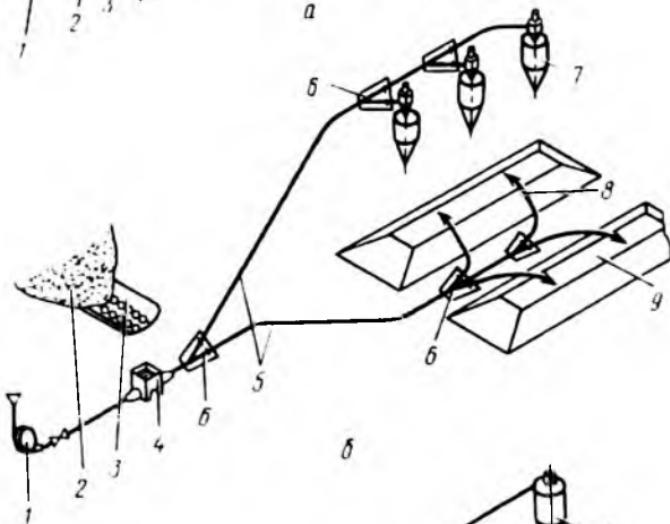
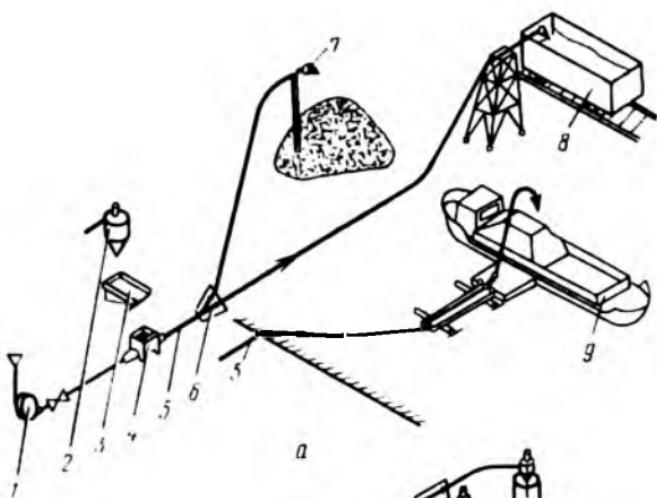
#### Технические характеристики контейнеров для технологической щепы

Марка, разработчик . . . . .	КЦ-2 ЦНИИМЭ	КЦ-3 КарНИИЛП	КЦ-2 КарНИИЛП	КЦ-3 КарНИИЛП	ТМ-12А Иркутск- НИИЛП
Вместимость, $m^3$ . . . . .	6,0	6,0	17,5	12,5	45,0
Размеры, мм:					
длина . . . . .	2140	2140	2850	2360	9300
ширина . . . . .	1325	1325	2270	2360	2500
высота . . . . .	2500	2500	3100	3100	1900
Число створок в днище . .	1	1	2	2	1
Масса контейнера, кг . . .	420	530	1100	940	2800
Масса контейнера со щепой, кг . . . . .	300	3100	6300	4700	—

Преимуществами контейнерного способа хранения щепы является простота конструкции, позволяющая их изготовление силами лесозаготовительного предприятия, возможность разделного по породам хранения щепы без загрязнения минеральными частицами, быстрота разгрузки контейнеров. Недостатком контейнерного способа хранения является ограниченный объем хранения щепы  $\leq 200 m^3$  и сложности с отгрузкой и хранением при неравномерной подаче железнодорожных вагонов под погрузку.

#### 10.3. ЗАКРЫТЫЙ СПОСОБ ПРОМЕЖУТОЧНОГО ХРАНЕНИЯ ЩЕПЫ

Хранением в бункерных галереях и буферных емкостях характеризуется закрытый способ промежуточного хранения (5...7 дней) технологической щепы для целлюлозно-бумажного производства или щепы для энергохимического использования в специально построенных деревянных, железобетонных или комбинированных закрытых галереях и бункерах с объемом от  $750...1500 m^3$  до  $40...60 m^3$ . Подача щепы и ее равномерное по длине галереи (последовательно расположенных бункеров-емкостей) распределение производится ленточными конвейерами, оборудованными плужковыми сбрасывателями, скребковыми контейнерами с шиберными люками в днище лотка и пневмотранспортными нагнетательными установками, оборудованными двухпозиционными переключателями трубопроводов по длине нагнетательного трубопровода, смонтированного на верхней площадке бункерной галереи.



**Рис. 10.1. Схемы погрузки и формирования складов открытого хранения пневмотранспортными установками:**

*a — погрузка щепы в баржи, железнодорожные вагоны и в резерв: 1 — воздуходувная машина ТВ-200-1.12; 2 — циклон; 3 — щепосортировочная установка; 4 — питатель; 5 — нагнетательный трубопровод; 6 — переключатель трубопроводов; 7 — дефлектор; 8 — железнодорожный вагон; 9 — баржа; б — формирование складов открытого хранения щепы; 1 — воздуходувная машина ТВ-200-1.12; 2 — склад щепы; 3 — конвейер подачи щепы в питатель; 4 — питатель; 5 — трубопровод; б — переключатель трубопроводов; 7 — циклоны; 8 — дефлекторы; 9 — склад щепы; б — погрузка щепы в контейнеры: 1 — воздуходувная машина; 2 — склад щепы; 3 — конвейер подачи щепы в питатель; 4 — питатель; 5 — трубопровод; б — циклон-сепаратор; 7 — конвейеры*

Для предупреждения сводообразования щепы рекомендуется боковые стенки бункерных емкостей располагать с отрицательным углом и оснащать их вибраторами для обеспечения устойчивой разгрузки бункерных галерей или бункеров через специальные разгрузочные люки, монтируемые над местом загружаемой транспортной емкости (железнодорожный вагон, автотщеповоз). Принципиальные схемы бункерных галерей различного конструктивного исполнения, разработанные институтом Гипродрев и ЦНИИМЭ, представлены на рис 10.1.

Технические характеристики электровибраторов, устанавливаемых на боковых стенах бункерных галерей, приведены ниже

**Технические характеристики электровибраторов**

Марка электровибратора . . . . .	ИВ-21	ИВ-22	ИВ-24
Возмущающая сила, кН . . . . .	8,0	16,0	30,0
	5,0	10,0	20,0
Мощность электродвигателя, кВт . . . . .	0,6	0,8	1,5
Габаритные размеры, мм:			
длина . . . . .	410	420	510
ширина . . . . .	240	310	345
высота . . . . .	250	285	320
Масса, кг . . . . .	26	51	90

Закрытое хранение щепы в емкостях обеспечивает предупреждение загрязнения щепы минеральными частицами, возможность раздельного хранения щепы по породам, быструю загрузку транспортных емкостей и минимальное загрязнение атмосферы мелкими древесными частицами. К недостаткам этого способа хранения щепы следует отнести громоздкость сооружений и значительные капиталовложения на их строительство, небольшой допустимый объем хранения щепы, возможность сводообразования щепы особенно в зимний период, в связи со смерзаемостью древесных частиц. Поэтому этот способ наибольшее применение получил на лесопильных заводах с устойчивой подачей железнодорожных вагонов или автотщеповозов под погрузку. Время погрузки в среднем составляет: железнодорожного вагона в зависимости от емкости — 15...30 мин, автотщеповоза — 10...12 мин.

Разновидностью закрытого галерейного хранения технологической щепы являются закрытые буферные склады хранения измельченной древесины, используемой в качестве топлива для котельных в поселках лесозаготовителей. В этом случае главная задача склада состоит в обеспечении непрерывности подачи топлива в котельную и предохранении топлива от увлажнения атмосферными осадками и исключения смерзаемости измельченной древесины. Подача измельченной древесины из емкости буферного склада в котельную осуществляется скреперными установками и цепными конвейерами ТОЦ-16-4. За рубежом (в Швеции, Финляндии) и в нашей стране создаются автоматизированные буферные склады промежуточного хранения измельченного древесного топлива. Вместимость автоматизированного склада зависит от мощности котельной и по данным финской фирмы "Вапор" составляет:

Мощность котельной, МВт . . . . .	2	3	4	5	6	8
Вместимость автоматизированного буферного склада, м <sup>3</sup> . . . . .	350	500	650	800	950	1250

В качестве рабочего органа для подачи измельченного материала из контейнера-бункера используются шнековые питатели, штанговые толкатели с возвратно-поступательным движением толкателя щепы и другие устройства. Подробное описание буферных складов хранения измельченной древесины для котельных изложено в работе [8, 14].

#### 10.4. ОТКРЫТОЕ ХРАНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЩЕПЫ

Открытое хранение заключается в длительном (на прижелезнодорожных складах до 1,5...2,0 мес, на приречных складах до 7,0 мес) хранении щепы в виде куч различной геометрической формы (конусных, трапецидальных, конических и комбинированных) на специально подготовленных, хорошо спланированных и уплотненных грунтовых, гравийных, асфальтированных и бетонных площадках с надежным водоотводом. Высота куч в зависимости от объема и места хранения щепы достигает 12...25,0 м. Угол естественного откоса куч равен 40...42°. В условиях лесозаготовительных предприятий высота куч щепы обычно не превышает 8...12,0 м при емкости склада открытого хранения 5...6 тыс. м<sup>3</sup>, а при работе установок УПЩ-3А, УПЩ-6Б в среднем 2...2,5 тыс. м<sup>3</sup>.

В противопожарных целях склад открытого хранения щепы должен располагаться на расстоянии не менее 40,0 м от промышленных зданий и не менее 25,0 м от погрузочного же-

лезнодорожного тупика. В условиях крупных целлюлозно-бумажных заводов и комбинатов объемы открытых складов кучевого хранения щепы достигают 0,3...0,5 млн. м<sup>3</sup>.

Формирование открытых складов кучевого хранения щепы и измельченной древесины осуществляется в основном нагнетательными пневмотранспортными установками с наклонно установленными подвижными трубопроводами, оснащенными направляющими дефлекторами-насадками и механическими средствами: бульдозерами на колесном и гусеничном ходу и специализированными шнекороторными машинами. Бульдозеры используют для планирования и отсыпки небольших куч методом надвигания привозной щепы. Шнекороторные машины используют для формирования складов открытого хранения с высотой куч до 10...12 м. Подача щепы к шнекороторной машине осуществляется щеповозами.

Технико-экономический анализ эффективности использования различных способов хранения щепы, выполненный научно-исследовательскими и проектными институтами, и производственный опыт показывают, что наиболее эффективным является способ открытого хранения технологической щепы на асфальтированных или бетонированных площадках в кучах объемом до 0,5 млн. м<sup>3</sup>.

Открытое хранение технологической щепы по сравнению с ее хранением в емкостях (силосах, галереях, контейнерах) или хранение в круглом виде древесины, идущей на переработку в щепу, имеет следующие преимущества:

а) в условиях лесозаготовительных и лесопильных предприятий:

обеспечивается возможность ритмичной работы цехов и установок по выработке технологической щепы независимо от регулярности подачи под погрузку подвижного состава;

на береговых лесных складах создаются условия для круглогодовой переработки низкокачественной древесины и отходов лесозаготовок на технологическую щепу с последующей ее отгрузкой потребителю в судах в навигационный период;

значительно упрощаются работы по хранению, погрузке, разгрузке и транспортировке древесного сырья на перерабатывающие предприятия;

б) в условиях целлюлозно-бумажных предприятий и цехов по производству древесных плит:

улучшаются условия и создается благоприятная возможность использования привозной технологической щепы, вырабатываемой из низкокачественной древесины и отходов производства в лесопильных и лесозаготовительных предприятиях;

обеспечивается равномерная и постоянная подача технологической щепы в производство независимо от состояния и неполадок оборудования в древесно-подготовительном цехе;

облегчается и упрощается учет отгружаемой и поступающей технологической щепы;

создается возможность получения сульфитной целлюлозы с меньшим содержанием смоляных веществ при значительно более коротком сроке хранения древесного сырья;

снижаются капиталовложения и эксплуатационные затраты на разгрузку, хранение и подачу щепы в производство в 1,5...2 раза по сравнению с капиталовложениями на хранение круглых лесоматериалов.

Для формирования открытых складов хранения щепы различных геометрических форм (прямоугольных, трапецидальных, кольцевых) и размеров (длиной до 100 м, высотой до 25,0 м) наиболее приемлемыми и эффективными являются нагнетательные пневмотранспортные системы различного конструктивного исполнения, поскольку они обеспечивают комплексное решение задач межцехового перемещения щепы, формирования складов, подачи щепы в производство или на отгрузку одной установкой при полной автоматизации всего производственного процесса. Нагнетательный пневмотранспорт позволяет резко упростить технологию и весь производственный процесс выработки щепы, повышает культуру труда и комплексную выработку на одного рабочего, снижает эксплуатационные затраты по всему циклу работ в 1,5...2 раза.

Формирование складов открытого хранения технологической щепы можно производить непосредственной отсыпкой куч из транспортного трубопровода, последовательной отсыпкой куч с применением наклонных труб-консолей, радиальной отсыпкой кольцевых куч, принципиальные схемы которых приведены на рис. 10.1. Подробный анализ способов формирования открытых складов щепы пневмотранспортными установками и рекомендации по их применению изложены в работах [12, 14].

Кроме формирования складов щепы нагнетательный пневмотранспорт целесообразен и экономичен для выполнения таких операций:

перемещения щепы от древесно-подготовительного цеха или со склада промежуточного хранения к погрузочным путям или водным причалам и погрузки ее в транспортные емкости;

поочередной подачи щепы по породам от древесно-подготовительного цеха на склады ее промежуточного хранения или в производственные цехи для химико-механической переработки;

перемещения щепы с открытых складов хранения в перерабатывающие цехи с одновременным отделением древесной пыли и посторонних примесей в циклонах-сепараторах;

межцехового перемещения измельченной коры и древесной мелочи.

Эти технологические операции успешно выполняются одной пневмотранспортной системой при полной автоматизации всего процесса.

Государственным институтом Гипролестранс для условий лесозаготовительных предприятий разработаны типовые проекты открытых складов промежуточного хранения технологической щепы, вырабатываемой на установках УПЩ-6Б и УПЩ-15, в условиях нижних складов, примыкающих к железной дороге и судоходным рекам и каналам. В условиях лесозаготовительных предприятий этот прогрессивный и эффективный способ промежуточного хранения технологической щепы в настоящее время является основным способом хранения щепы.

Однако, несмотря на значительные преимущества, открытый способ промежуточного хранения щепы имеет и ряд существенных недостатков:

воздействие на щепу во время хранения окружающей среды (солнца, дождя, снега, минеральных частиц), ведущее к снижению качества щепы (потемнению частиц щепы, деструкции);

пыление и отсев мелкой фракции щепы под действием гравитационных и аэродинамических сил воздушного потока при подаче щепы на склад открытого хранения через дефлектор-насадку. Особенно этот недостаток проявляется при подаче щепы через стационарные наклонные нагнетательные трубопроводы.

Для снижения влияния этих отрицательных факторов необходимо строго соблюдать нормативные сроки хранения щепы на открытом складе (щепа из хвойных пород до 12 м, из лиственных пород до 6 м) и применять наклонные поворотные трубопроводы с управляемой насадкой дефлектором для обеспечения постоянного режима формирования открытого склада щепы. Для предупреждения распыления и уноса частиц щепы площадка открытого хранения по периметру ограждается сеткой высотой 2,0...2,5 м.

С расширением освоения лесосечного фонда рубками промежуточного пользования в зоне судоходных рек расширяются масштабы выработки технологической щепы на приречных нижних складах. В этих случаях открытый способ хранения щепы на открытых складах является наиболее перспективным и экономичным, поскольку весь объем щепы (6...8 тыс. м<sup>3</sup>), заготовленный в зимний межнавигационный период, необходимо хранить на промежуточном складе. Вполне понятно, что для таких объемов хранения щепы контейнерный и бункерный способы хранения щепы являются экономически не оправданными. Первый производственный опыт открытого хранения щепы на приречных складах показал их целесообразность и эффективность. При выборе площадки для открытого хранения щепы на приречных нижних складах следует соблюдать ряд ограничений и условий:

площадку должны выбирать на высоком незатопляемом в весенний паводок берегу для предупреждения порчи и уноса хранимой технологической щепы;

площадки на берегу водохранилищ, озер или в устье рек, имеющих перепад уровня вод в течение года не более 3,0 м, предпочтительнее располагать на специальных причалах-эстакадах или свайных опорах.

## 10.5. ПОГРУЗКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЩЕПЫ

Погрузка технологической щепы и измельченной древесины в транспортные емкости (автощеповозы, вагоны, суда и баржи) производится механическими ленточными и скребковыми конвейерами, ковшовыми автопогрузчиками, кранами с использованием грейферов, контейнеров и пневмопогрузчиками. Выбор машин и средств погрузки щепы зависит от способа промежуточного хранения щепы (контейнерного, в бункерной галерее, открытом складе хранения), энергоооруженности предприятия, наличия и загруженности грузоподъемных кранов, типа, грузоподъемности и нормативов загрузки транспортной емкости. Исходя из технико-экономических показателей эффективности погрузки щепы различными механическими средствами следует придерживаться рекомендаций, приведенных в табл. 10.1.

### 10.1. Предпочтительные средства погрузки щепы в леспромхозах

Тип погрузочного устройства	Годовой объем отгрузки щепы, м <sup>3</sup> , при расстоянии перевозки > 400 км			
	500	10000	20000	
Кран с конвейером	+	+		
Ковшовый автопогрузчик	+	+	+	+
Кран с грейфером		+	+	+
Конвейеры ленточные и скрепковые			+	+
Пневмопогрузчики			+	+

Погрузка щепы должна производиться в исправные (без щелей и пробоин) и чистые от посторонних примесей (особенно абразивных материалов и металлических предметов) транспортные емкости. В противном случае в процессе движения измельченная древесина будет высыпаться и загрязнять транспортный путь или водоем, а наличие металлических предметов и абразивных частиц приведет к выходу из строя дорогостоящее размольное оборудование на целлюлозно-бумажном комбинате. Также, в целях предупреждения потерь щепы и предупреждения загрязнения транспортных путей древесными

частицами при погрузке поверхность верхнего слоя щепы не должна превышать бортовые плоскости емкости. Снижению и ликвидации таких потерь способствует вибро- и пневмоуплотнение щепы в процессе погрузки, а также использование синтетических сеток или брезента для закрытия щепы в транспортной емкости на время движения транспортной единицы. Отгружаемая с предприятия погруженная щепой транспортная емкость сопровождается специальной накладной, в которой указывается вид и качество технологической щепы, ее соответствие ГОСТ 15815—83 "Щепа технологическая", предприятие — вырабатывающее и отгружающее технологическую щепу.

#### 10.6. ПОГРУЗКА ЩЕПЫ МЕХАНИЧЕСКИМИ КОНВЕЙЕРАМИ

В лесозаготовительных предприятиях для погрузки щепы в вагоны со складов открытого хранения щепы с объемом отгрузки 10 000 м<sup>3</sup>/год и более широко применяются ленточные конвейеры КЛС-800, оборудованные морозостойкой резиной марки МВЛ. Для предупреждения обратного скольжения щепы по ленте (особенно в зимний период) угол наклона ленточного конвейера не должен превышать 10°...12°.

При работе щепа с открытого склада попородно специальным бульдозером на гусеничном или колесном ходу, оснащенным широким отвалом, методом надвигания подается в приемный бункер, установленный над натяжной станцией ленточного конвейера. Если позволяют грунтовые условия (отсутствие грунтовых вод), приемный бункер заглубляется до уровня поверхности площадки открытого хранения щепы, что упрощает подачу щепы со склада хранения. Сверху приемный бункер закрывается металлической решеткой, обеспечивающей выравнивание массы щепы, подаваемой на ленту загрузочного конвейера, а также дает возможность измельчения смерзшихся глыб щепы до подачи их на транспортирующую ленту. Производительность механических конвейеров на погрузке щепы зависит от типа конвейера и обычно составляет 30...80 м<sup>3</sup>/ч.

#### 10.7. ПОГРУЗКА ЩЕПЫ КОВШОВЫМИ ПОГРУЗЧИКАМИ

Для погрузки щепы со складов открытого хранения в объеме до 10 тыс. м<sup>3</sup> в год в производственной практике нашли применение ковшовые автопогрузчики 4043...4046 с вместимостью ковша 2...4 м<sup>3</sup>.

Подача технологической щепы со склада открытого хранения в зону работы автопогрузчика около погрузочного железнодорожного или автомобильного тупика осуществляется бульдозером.

Способ погрузки щепы автопогрузчиком отличается простотой, надежностью, но для его реализации требуется устройство специ-

### Технические характеристики автопогрузчиков

Марка автопогрузчика . . . . .	4045	4046
Объем ковша для щепы, м <sup>3</sup> . . . . .	4,0	4,0
Наибольшая высота подъема ковша, м . . . . .	4,0	4,2
Наибольшая скорость передвижения по твердому покрытию, км/ч . . . . .	36,0	45
Габаритные размеры, мм:		
длина . . . . .	5172	5800
ширина . . . . .	2330	2415
высота . . . . .	3260	3400
Мощность двигателя, кВт . . . . .	52	52
Масса, кг . . . . .	5650	4830
Производительность по щепе, м / ч . . . . .	14	14

альной погрузочной площадки с твердым покрытием, эстакады и пандуса по фронту погрузки щепы. Недостатком является и низкая производительность при погрузке щепы в железнодорожные вагоны.

### 10.8. ПОГРУЗКА ЩЕПЫ КРАНАМИ, ОБОРУДОВАННЫМИ ГРЕЙФЕРАМИ

Широко применяется погрузка щепы кранами, оборудованными грейферами на прижелезнодорожных и приречных нижних складах, оснащенных цехами по выработке технологической щепы в объемах 5...10 тыс. м<sup>3</sup> и более и оборудованных лесопогрузчиками башенного типа, порталыми или плавучими кранами для погрузки круглых лесоматериалов, пиломатериалов и другой продукции в железнодорожные вагоны, суда и баржи. Для погрузки технологической щепы башенными кранами КБ-572А Никопольского завода и погрузчиками хлыстов ЛТ-62 Сухоложского завода в транспортные емкости разработаны специальные грейферы ГГ-5Щ, а также быстросъемные насадки к серийным грейферам ЛТ-183 и ЛТ-153.

#### Технические характеристики грейферов для погрузки технологической щепы

Марка грейфера . . . . .	ГГ-5Щ	ГГ-500Щ	ЛТ-183	ЛТ-153А
Тип грейфера . . . . .	двухчелюстной	двухчелюстной	канатный	двухчелюстной
	гидравлический			с насадками
Вместимость ковша, м <sup>3</sup> . . . . .	7	7	70	70
Масса, кг:				
грейфера . . . . .	2520	2300	2610	2700
насадки . . . . .	—	—	1000	1000
Производительность, т/ч . . . . .	45	70	110	40

Гидравлический грейфер ГГ-5Щ разработан ЦНИИлесосплава и представляет собой двухчелюстной захват с гидроприводом и поворотным устройством. Грейфер ГГ-500Щ по конструкции аналогичен грейферу ГГ-5Щ, но предназначен для

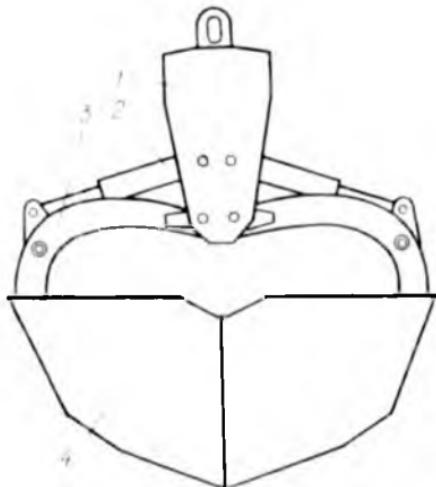
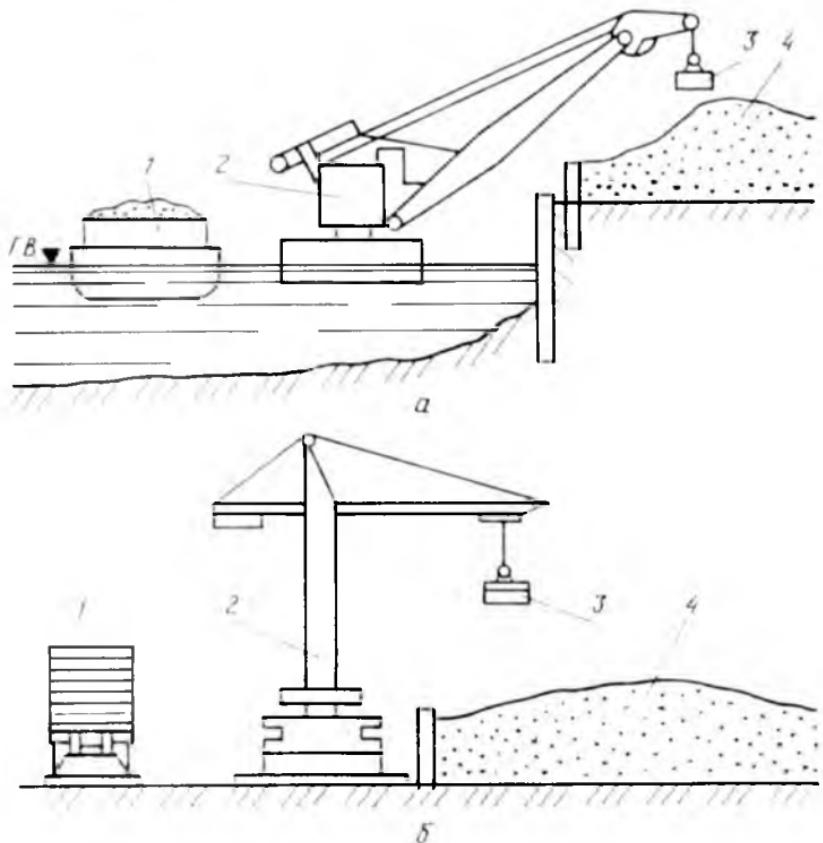


Рис. 10.2. Насадки съемные к грейферу ЛГ-153 для погрузки щепы:  
1 — подвеска; 2 — гидроцилиндры; 3 — рычаги грейфера; 4 — захваты

Рис. 10.3. Технологические схемы погрузки щепы кранами с грейферами в железнодорожные вагоны и речные суда:

*a* — плавучим; *b* — башенным; 1 — транспортная единица; 2 — кран; 3 — грейфер; 4 — склад щепы



использования при работе плавучих кранов КПл-5-30 для погрузки щепы в речные суда и баржи.

Быстроотъемные насадки для погрузки технологической щепы

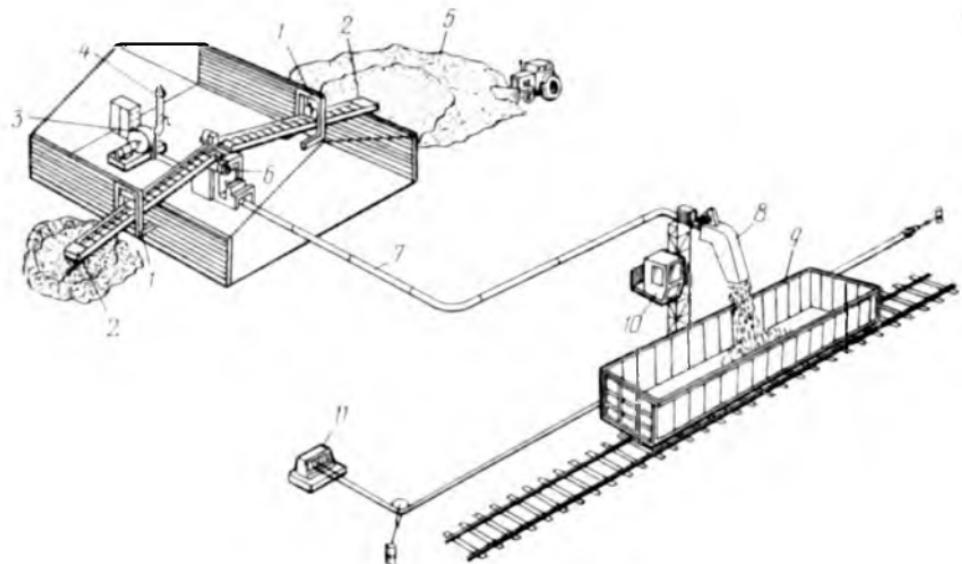


Рис. 10.4. Схема пневмопогрузки щепы в железнодорожные вагоны:

1 — шибер; 2 — скребковые конвейеры; 3 — трубовоздуходувная машина; 4 — всасывающий трубопровод; 5 — склад щепы; 6 — шлюзовой питатель; 7 — транспортный трубопровод; 8 — дефлектор; 9 — полуwagon; 10 — кабина оператора; 11 — механизм перемещения вагонов

к грейферам ЛТ-153 (рис. 10.2) выпускаются Сухоложским заводом Минлеспрома СССР.

Технологические схемы погрузки щепы грейферами в железнодорожные вагоны и речные суда приведены на рис. 10.3.

### 10.9. ПНЕВМОПОГРУЗЧИКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЩЕПЫ

Для погрузки щепы в контейнеры и подвижной состав эффективно применять пневмопогрузчики, поскольку они позволяют совмещать процесс межвагонного перемещения щепы и погрузки с пневмоуплотнением.

От обычных пневмотранспортных установок пневмопогрузчики отличаются большей производительностью, обеспечивающей минимальный простой транспортных средств под погрузкой, и наличием в конце трубопровода специальных направляющих устройств, предназначенных для равномерной уплотненной загрузки щепы по всей поверхности подвижного состава (вагону, автощеповозу, судну). При минимальных затратах труда пневмопогрузчики обеспечивают независимо от времени года надежную подачу щепы в транспортные средства и за счет более плотной ее укладки позволяют по сравнению с механическими погрузочными средствами увеличить вместимость подвижного состава, а следовательно, и сократить потребность в транспортных единицах в среднем на 15 %.

Для погрузки щепы в контейнеры наиболее приемлемы

установки ПНТУ-2М и ТС-66, выпускаемые серийно заводом "Ижтяжбуммаш". Для цехов с объемом выработки 10 тыс. м<sup>3</sup> щепы/год и более эффективно применение специальных однооперационных машин-пневмопогрузчиков щепы или многооперационных пневмоскладирующих установок высокой производительности с использованием многопозиционных переключателей трубопроводов, позволяющих при наличии подвижного состава подавать щепу их древесно-подготовительного цеха непосредственно в транспортную емкость, а при отсутствии подвижного состава — через переключатель-трубопровод на склад открытого промежуточного хранения щепы с одновременным формированием куч требуемой формы.

К однооперационным пневмопогрузчикам относятся разработанные ЦНИИМЭ совместно с ЦНИИЛесосплава пневмопогрузчики щепы ВА-59 и ЛТ-67 для погрузки щепы в железнодорожные вагоны и речные суда.

Пневмопогрузчик ВО-59 (рис. 10.4) состоит из турбовоздуходувной машины 2ТВ-150-1,12, всасывающего трубопровода с поворотной заслонкой, шлюзового питателя барабанного типа транспортного трубопровода, загрузочного устройства (дефлектора) качающегося типа и кабины оператора с пультом управления. В конструкции дефлектора предусмотрена регулировка величины угла качания направляющего сопла-насадки в пределах 0...60°.

При работе пневмопогрузчика технологическая щепа с открытого склада промежуточного хранения бульдозером надвигается на нижнюю часть лотка транспортера-дозатора, обеспечивающего за счет шибера равномерную подачу щепы в шлюзовой питатель пневмопогрузчика, а затем в нагнетательный транспортный трубопровод, где подхватывается потоком сжатого воздуха и транспортируется в виде аэросмеси со скоростью 20...22 м/с к загрузочной насадке, направляющей частицы щепы в транспортную емкость.

#### Техническая характеристика пневмопогрузчика

Производительность, м <sup>3</sup> /ч . . . . .	30...50
Расстояние подачи, м . . . . .	75...40
Установленная мощность, кВт . . . . .	70,8
Диаметр трубопровода, мм . . . . .	325
Турбовоздуходувка . . . . .	ТВ150-1.12
Развиваемое давление, кПа . . . . .	12

Разновидностью пневмопогрузчика щепы ВО-59 являются транспортно-погрузочно-складирующие установки, изготавливаемые ПО "Петрозаводскбуммаш" в комплекте с установками по производству щепы УПЩ-6Б и УПЩ-15.

Производительность установок соответственно равна 10 и 40 м<sup>3</sup>/ч. Расстояние транспортирования к месту складирования или

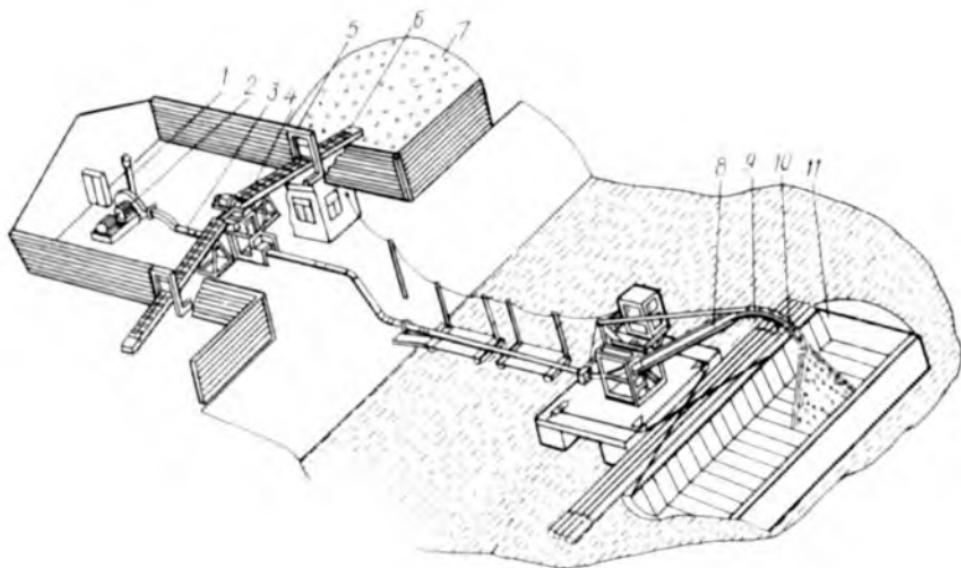


Рис. 10.5. Схема пневмопогрузки щепы в речные суда:

1 – всасывающая труба; 2 – воздуходувная машина; 3 – трубопровод; 4 – питатель; 5 – шибер; 6 – конвейер; 7 – склад щепы; 8 – стрела; 9 – колено; 10 – насадок; 11 – судно

погрузки технологической щепы 180...200 мм. Наружный диаметр трубопроводов  $D=325$  мм при толщине стенки трубопровода 4,5 мм. В качестве нагнетателей воздуха в транспортный трубопровод используются центробежный вентилятор ВЦ6-28-8 и турбовоздуховки ТВ 200-1.12 с развиваемым давлением соответственно 14 и 40 кПа при расходе воздуха 12 000 м<sup>3</sup>/ч. Изменение направления движения аэросмеси осуществляется тележечным переключателем. Для регулирования высоты подачи щепы на склад открытого хранения или при необходимости погрузки щепы в транспортную емкость установки оснащены наклонно-регулируемыми по высоте трубопроводами с дефлектором-насадкой.

Для погрузки технологической щепы с открытых приречных складов на речные суда и баржи разработан специальный пневмопогрузчик ЛТ-67, принципиальная схема которого приведена на рис. 10.5. Для унификации пневмозагрузочного оборудования конструкция воздуходувки, питателя, транспортеров-дозаторов и трубопроводов принята аналогичной конструкциям узлов пневмопогрузчика щепы ВО-59 для загрузки щепы в железнодорожные вагоны. Отличительной особенностью в конструкции пневмопогрузчика щепы ЛТ-67 является шарнирное исполнение секций трубопровода, обеспечивающее их относительное перемещение в плане и профиле трассы при колебаниях уровня воды в реке или водоеме. В качестве опорных устройств на воде под трубопроводы и концевую загрузочную опору приняты понтоны конструкции ЦНИИлесосплава.

# 11. ПЕРЕВОЗКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЩЕПЫ

## 11.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Основными потребителями технологической щепы, вырабатываемой из низкокачественной древесины и древесины от рубок ухода за лесом в условиях лесозаготовительных предприятий, являются целлюлозно-бумажные комбинаты, заводы древесноволокнистых и древесностружечных плит, а также предприятия энергохимической переработки, расположенные от нижних складов на значительных расстояниях. В связи с этим в общем технологическом потоке комплексной переработки и использования древесины значительную роль играет правильный выбор и организация перевозки щепы от производителя на склад промежуточного хранения потребителя измельченной древесины. В зависимости от пункта примыкания нижнего склада и объемов выработки технологической щепы в практике широко применяются все традиционные виды перевозки древесных лесоматериалов: железнодорожный, автомобильный и водный. Экспортные поставки технологической щепы на Дальнем Востоке осуществляются морским транспортом в специально построенных морских щеповозах грузоподъемностью 12...19 тыс. т и более.

Измельченная древесина как транспортируемый груз имеет ряд существенных физико-механических отличий от обычных штучных традиционным транспортом перемещаемых грузов, которые надо учитывать при выборе вида транспорта, организации транспортных погрузочно-разгрузочных работ, учета перемещаемого материала и обеспечения выполнения экологических требований при перевозке груза. Наиболее специфичным отличием прежде всего является низкий коэффициент полнодревесности измельченной древесины (0,25...0,36), ведущий к недоиспользованию грузоподъемности традиционных транспортных единиц, применяемых в промышленности для перевозки дисперсных материалов. В результате на практике это ведет к увеличенной потребности транспортных единиц, что снижает эффективность транспортных операций по перевозке измельченной древесины. Кроме того, коэффициент полнодревесности измельченной древесины зависит от крупности измельченной древесины, влажности, способа загрузки и способа перемещения. Так, технологическая щепа при гравитационной загрузке в емкость самотеком имеет коэффициент полнодревесности 0,36, а с использованием вибро- или пневмоуплотнения — 0,43...0,45. Процесс перемещения щепы в автогщеповозе ( $\geq 20$  км) в железнодорожном вагоне ( $> 10$  км) также сопровождается уплотнением измельченного материала в транспортной емкости на 10...15 %. Все это усложняет вопросы учета перемещаемой щепы и взаимоотношения между производителем и потреби-

телем измельченной древесины при объемном способе учета перевозимого груза.

Снижение отрицательного влияния низкого коэффициента полнодревесности измельченной древесины (0,25...0,36) на эффективность использования грузоподъемности подвижного состава и уменьшение их потребности для перевозки измельченной древесины к потребителю можно обеспечить за счет принудительного уплотнения загружаемого материала в транспортной емкости на нижнем складе у поставщика. Наиболее эффективными способами являются вибрационное и пневматическое уплотнение измельченной древесины в вагоне или в автощеповозе.

Как показали лабораторные и производственные исследования ЦНИИМЭ, за счет виброуплотнения специальными вибраторами, устанавливаемыми сверху на транспортную емкость или же методом пневмоуплотнения воздушным потоком аэросмеси, направленной через дефлектор-насадку в транспортную емкость, можно обеспечить уплотненную загрузку технологической щепы в транспортную емкость (вагон, автощеповоз) с коэффициентом полнодревесности 0,42...0,45. Этим самым сократить потребность в подвижном составе для перевозки технологической щепы на 15...20 %.

Следующей специфичной особенностью измельченной древесины как перемещаемого груза является ее склонность в процессе транспортирования в закрытой транспортной емкости к сводообразованию и смерзаемости, что усложняет процесс выгрузки щепы у потребителя, а в ряде случаев требует установки специальных бурорыхлительных машин, использование которых требует дополнительных энергозатрат и ведет к измельчению выгружаемой измельченной древесины и снижению ее качества. Поэтому в процессе выработки щепы следует избегать или исключать операции, ведущие к увеличению влажности щепы (оттаивание древесины в водном бассейне, применение "мокрой" окорки древесины в корообдирочных барабанах или гидравлической окорки струями воды).

Недостатком измельченной древесины как перемещаемого груза является также небольшая плотность древесины ( $\leq 1,0$ ), что ведет к "выдуванию" в атмосферу древесных мелких частиц из движущихся на большой скорости транспортных единиц. В результате происходит засорение транспортных путей (железной дороги, автомагистрали), потеря перемещаемого груза и нарушение экологических требований к чистоте атмосферного воздуха. В целях исключения этого существенного недостатка (пыление и потери) целесообразно открытую поверхность транспортной емкости (вагона, автощеповоза) закрывать брезентом, синтетической пленкой или специальным жестким чехлом "крышой-шапкой". Такой способ защиты от потерь перемещаемого измельченного материала широко применяется в зарубежной практике.

Исходя из объемов выработки технологической щепы, расстояния перевозки и пунктов примыкания нижних складов, в лесозаготовительной отрасли применяется автомобильный способ перевозки щепы ( $\leq 160$  км), железнодорожный и водный транспорт.

## 11.2. АВТОМОБИЛЬНЫЕ ПЕРЕВОЗКИ ИЗМЕЛЬЧЕННОЙ ДРЕВЕСИНЫ

В отечественной практике для перевозки измельченной древесины по автомобильным дорогам наибольшее применение получили специализированные автощеповозы на базе автомобилей-тягачей МАЗ, КрАЗ с саморазгружающимися полуприцепами вместимостью 37...70 м<sup>3</sup>, серийно выпускаемые Радомышльским и Ижевским заводами Минлеспрома СССР.

Автопоезд контейнерный ТМ-12 предназначен для перевозки технологической щепы из лесосеки от передвижных рубительных машин УРП-1, занятых переработкой низкокачественной древесины преимущественно лиственных пород от рубок ухода за лесом, на нижний склад к цехам переработки щепы (цех ДВП, ДСП) или во двор потребителя. Автопоезд может использоваться также для вывозки с лесосеки короткомерных лесоматериалов и осмола на расстояние до 60 км. В качестве тягача автопоезда ТМ-12 используется лесовозный автомобиль МАЗ-509А.

В состав автопоезда входят седельный тягач, полуприцеп и два сменных большегрузных цельносварных контейнера вместимостью 40 м<sup>3</sup> каждый. Седельный тягач на базе автомобиля МАЗ-509А оснащен технологической рамой с передним ограждением и специальными направляющими-салазками для плавного соединения прицепа с тягачом, а также оборудован коробкой отбора мощности и гидрооборудованием для привода лебедки подъема (натаскивания) контейнера и гидроцилиндров для наклона контейнера при выгрузке щепы у потребителя. На раме смонтировано также седельно-сцепное устройство.

Полуприцеп автопоезда состоит из рамы, балансирной тележки, тормозной системы, ручной лебедки, барабана, привода подъема (натаскивания) контейнера. Контейнер представляет собой цельносварную платформу с бортами и ребрами жесткости. При работе системы машин по производству щепы передвижными машинами один контейнер остается в лесу около автомобильного уса на площадке выработки технологической щепы или короткомерных лесоматериалов, а второй — груженый — в составе автопоезда направляется к потребителю на нижний склад. Загрузка-натаскивание контейнеров на раму полуприцепа тягача осуществляется специальной лебедкой, смонтированной на раме автомобиля и управляемой из кабины водителя. Разгрузка контейнера с полуприцепа у потребителя осуществляется самосваливанием за счет заднего наклона контейнера специальным гидроцилиндром, установленным на раме автомобиля.

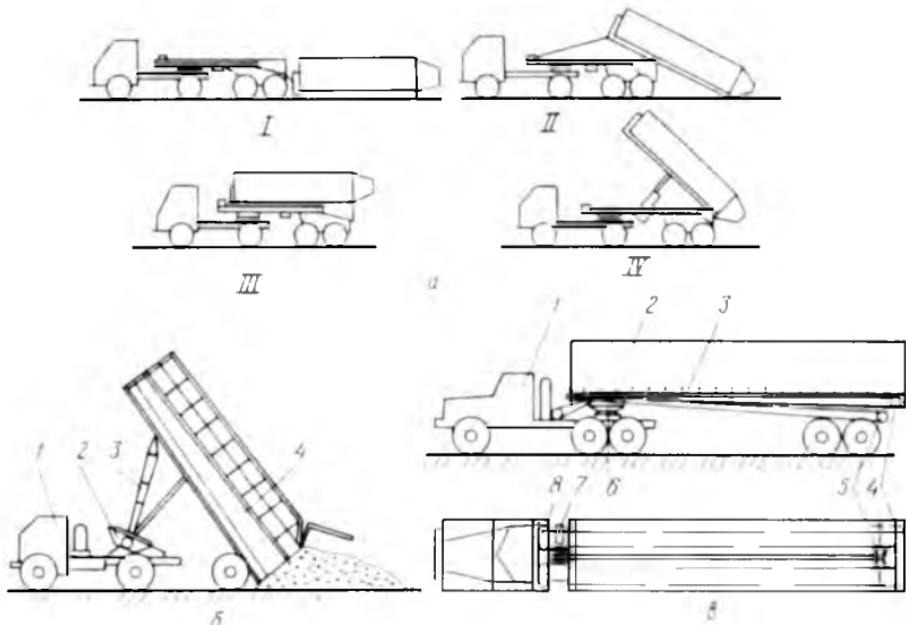


Рис. 11.1. Компоновочные схемы автоЩеповозов:

*a* — контейнерного ТМ-12; *I* — исходное положение; *II* — натаскивание контейнера; *III* — транспортное положение; *IV* — выгрузка; *V* — с опрокидывающимся кузовом ЛТ-7А: *1* — автомобиль; *2* — седельно-сцепное устройство; *3* — подъемное устройство; *4* — кузов; *b* — с "живым" разгрузочным дном ЛТ-170: *1* — автомобиль КраЗ-258; *2* — полуприцеп; *3* — конвейер; *4* — цепная передача; *5* — канатная передача; *6* — седельно-сцепное устройство; *7* — червячный редуктор; *8* — вал отбора мощности

Основные технические параметры автопоезда контейнерного ТМ-12 приведены ниже. Серийное производство организовано на Ижевском ЭМЗ Минлеспрома СССР.

**АвтоЩеповоз ЛТ-7А и ЛТ-191** предназначен для перевозки технологической щепы от древесно-подготовительных цехов к потребителю (целлюлозно-бумажный комбинат, завод древесноволокнистых плит) по автомобильным дорогам общего пользования на расстояния до 160 км. В качестве седельного тягача автоЩеповозов используются автомобили МАЗ-504Г (5430) и МАЗ-54331 Минского автомобильного завода. Вторым элементом автоЩеповоза является цельносварной бортовой безрамный полуприцеп с вместимостью кузова 37 м<sup>3</sup> и 40,8 м<sup>3</sup>. Полуприцеп оснащен гидравлическим подъемником, автомобильной тележкой с колесами, электрическим и гидравлическим оборудованием, системой обогрева и вибрации кузова для эффективной разгрузки щепы в зимних условиях. На складах лесозаготовительных предприятий загрузка автоЩеповозов измельченной древесиной осуществляется пневмотранспортными установками типа ПНТУ-2М, башенными лесопогрузчиками КБ-572А с использованием контейнеров промежуточного хранения КЩ-2, КЩ-3; гравитационной загрузкой из стационарных бункеров через загрузочные люки.

Разгрузка автощеповоза у потребителя производится за счет заднего наклона кузова специальным гидроцилиндром, установленным на раме автомобиля, и самовысыпанием щепы в специальные приемные емкости или же непосредственно на площадку открытого хранения на складе промежуточного хранения щепы у потребителя. Серийное производство автощеповозов ЛТ-7А и ЛТ-191 производится Радомышльским машиностроительным заводом Минлеспрома СССР.

Компоновочные технологические схемы автощеповозов ЛТ-7А и ЛТ-191 даны на рис. 11.1.

**Автощеповоз ЛТ-170** предназначен для перевозки технологической щепы и других видов измельченной древесины от древесно-подготовительных цехов лесопильных заводов и крупных щепозаготовительных цехов лесозаготовительных предприятий по дорогам общего назначения во двор потребителя (ЦБП, завод ДВП, ДСП) или пункт отгрузки щепы на экспорт при расстояниях перевозки щепы 160...200 км. Автощеповоз ЛТ-170, конструктивная схема которого показана на рис. 11.2, состоит из седельного автомобильного тягача КрАЗ-258Б1 и специализированного полуприцепа, соединенного с автомобилем-тягачом седельно-сцепным устройством. Тележка полуприцепа изготовлена на базе роспуска ГКБ-9383-012 с некоторыми конструктивными изменениями подвески и изъятия ненужных в данном исполнении автощеповоза узлов (транспортного дышла, коника). Тележка полуприцепа соединена с рамой тягача, оборудованного специальной тяговой балкой крестообразной сцепкой управления тележкой во время движения.

Цельносварной кузов вместимостью 70 м<sup>3</sup> при погрузочно-разгрузочных операциях находится в горизонтальном положении. Загрузка автощеповоза технологической щепой осуществляется гравитационным способом из бункерных галерей через загрузочные люки или башенными лесопогрузчиками КБ-572А с использованием контейнеров или ковшовых челюстных насадок для погрузки щепы.

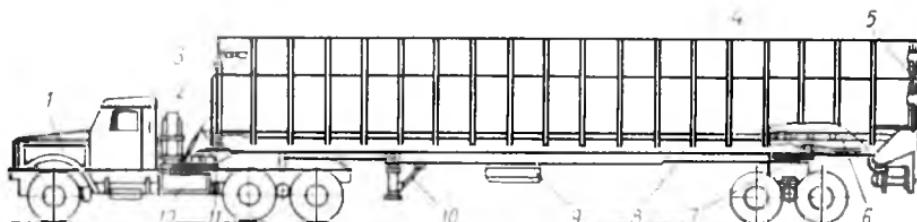


Рис. 11.2. Автощеповоз ЛТ-170:

1 – автомобиль-тягач КрАЗ-258Б1; 2 – кузов; 3 – тент; 4 – борт надставной; 5 – задний борт; 6 – конвейер разгружающий; 7 – тележка полуприцепа; 8 – сцепка крестообразная; 9 – колесо запасное полуприцепа; 10 – устройство опорно-стоечное; 11 – электрооборудование; 12 – пневмооборудование

У потребителя при разгрузке щепы кузов-контейнер из-за больших габаритов и конструктивных особенностей находится в горизонтальном положении. Разгрузка щепы осуществляется специальным цепным продольным конвейером с поперечными траверсами, смонтированными на цепях продольного конвейера, по всей ширине днища кузова-автощеповоза, через открытую нишу задней двухстворчатой двери кузова. Приводная и натяжная станции цепного конвейера для выгрузки щепы смонтированы под торцевыми стенками кузова. Полуприцеп оборудован опорно-стояночным устройством, электрооборудованием и пневмооборудованием. Такая оригинальная конструкция разгрузочного устройства не требует, как в предыдущих автощеповозах, наклона кузова при разгрузке и исключает возможность зависания щепы. Одновременно обеспечивается хорошая устойчивость автощеповоза во время разгрузки. Для предупреждения выдувания щепы в процессе движения автощеповоза по дорогам общего пользования кузов автощеповоза оснащен легкосъемным капроновым тентом.

**Технические показатели автощеповозов  
для перевозки измельченной древесины**

Марка . . . . .	ТМ-12	ЛТ-191 (индекс изделия)	ЛТ-7А (ин- декс аналога)	ЛТ-170
Базовый автомобиль . . .	МАЗ- 509	МАЗ- 54331	МАЗ-5047 (МАЗ-5430)	КрАЗ- 258Б1
Вместимость кузова, м <sup>3</sup> .	40	40,8	37,0	70,0
Производительность при расстоянии перевозки ще- пы 50 км, м <sup>3</sup> /ч . . . . .	4,0	4,8	4,0	6,0
Грузоподъемность, т . . . .	13,0	13,3	12,3	20,0
Радиус поворота мини- мальный, м . . . . .	11,5	7,8	7,5	
Скорость движения, км/ч .		40,8	75,0 (макс)	36,0 50,0 (макс)
Суммарное время погруз- ки (из бункера) и разгруз- ки, ч . . . . .	15,0	0,55	0,55	0,55
Угол опрокидывания, град.	60	50	50	0
Масса конструктивная, кг:				
щеповоза . . . . .	17 000	11 500	11 300	
полуприцепа . . . . .	6 000	5 200	5 200	11 025
Габаритные размеры, мм:				
длина . . . . .	14 300	11 300	11 270	15 300
ширина . . . . .	2 600	2 500 + 80	2 500	2 630
высота . . . . .	3 650	3 800	3 800	3 800
Средний ресурс до 1-го капремонта, тыс. км про- бега . . . . .	—	180	150	—
Наработка на отказ, тыс. км	—	4,0	1,0	—
Лимитная цена, р. . . . .	—	14 500	18 680	—
Мощность двигателя, кВт	132,0	—	176,0	176,5

Серийное производство автощеповозов ЛТ-170 организовано на Радомышльском машиностроительном заводе Минлеспрома СССР.

### 11.3. ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЕ ПЕРЕВОЗКИ ИЗМЕЛЬЧЕННОЙ ДРЕВЕСИНЫ

В условиях лесозаготовительных предприятий для перевозки измельченной древесины потребителю наибольшее распространение, в силу примыкания нижнего склада и состояния дорожной сети, получил железнодорожный способ перевозки в универсальных общего назначения четырехосных полувагонах с наращенными бортами и в специализированных цельнометаллических вагонах-щеповозах. Из-за низкого коэффициента полнодревесности технологической щепы (0,36...0,38) для улучшения использования грузоподъемности подвижного состава в пределах железнодорожного габарита на производстве в условиях леспромхозов наращивают борта деревянными стойками, обшитыми досками. Этот трудоемкий неэффективный способ повышения грузоподъемности (до 90 м<sup>3</sup>) подвижного состава требует значительных трудозатрат и расходов лесоматериалов. В среднем на подготовку одного полувагона под погрузку измельченной древесиной требуется 2 ч/ч рабочего времени, 0,5 м тонномерной древесины и 0,7 м<sup>3</sup> необрезных досок и 2,5 кг гвоздей.

В связи с этим в условиях леопромышленных регионов целесообразней использовать специализированные возвратные полувагоны с постоянно наращенными бортами — "вертушки" для перевозки технологической щепы из лесозаготовительных предприятий на целлюлозно-бумажный комбинат. Это позволит уменьшить трудозатраты и расходы лесоматериалов на наращивание бортов полувагонов, уменьшить трудозатраты на очистку вагонов перед погрузкой и исключить загрязнение щепы минеральными и механическими примесями для предотвращения выхода из строя дорогостоящего размольного оборудования на целлюлозно-бумажных комбинатах.

На перспективу, в связи с внедрением ресурсосберегающих технологий и увеличением объемов выработки технологической щепы от переработки древесины в условиях лесозаготовительных и лесопильных предприятий, наиболее эффективна и целесообразна организация перевозки технологической щепы потребителю в специализированных вагонах-щеповозах с вместимостью кузова 158 м<sup>3</sup>. Первая промышленная партия специализированных вагонов-щеповозов выпущена Днепродзержинским машиностроительным заводом.

Загрузка железнодорожных вагонов измельченной древесиной в условиях лесозаготовительных предприятий осуществляется ленточными и скребковыми конвейерами, башенными кранами

## 11.1. Технические характеристики железнодорожного подвижного состава для перевозки измельченной древесины

Показатели	Вагоны общего назначения			Специализированные вагоны-щеповозы	
	4-хосный полуwagon		б-ти-основный полуwagon с наращенными бортами	22-478	12-400Н
	с обычным наращиванием бортов	с металлическим наращиванием бортов			
Грузоподъемность, т	63,0	63,0	94	59	58
Вместимость, м <sup>3</sup>	71,0	73,0	104	135	158
Вместимость при наращенных бортах, м <sup>3</sup>	94,0	100	115	—	—
Увеличение емкости полувагона, %	33,0	37,0	11,0		
Масса вагона, т	21,8	22,4	31,5	25,9	30,0
Габаритные размеры (внутренние) мм:					
длина	12004	11988	14338	17200	20030
высота	2060	1860	2365	2600	2540
ширина	2960	2900	2908	3100	3030
Высота от уровня головки рельса, мм	3482	3484	—	4034	3970
Число разгрузочных люков, шт.	14	14	16	20	22

с грейферными устройствами и гравитационной загрузкой из стационарных бункеров. Выгрузка щепы у потребителя производится через нижние разгрузочные люки в бункеры-приемники с последующей подачей щепы ленточными конвейерами в варочное производство или пневмотранспортными установками на склад промежуточного хранения. В зимний период для повышения эффективности разгрузки подвижного состава применяют бурорыхлительные машины, устанавливаемые перед зданием приема технологической щепы.

Основные технические характеристики полувагонов с наращенными бортами и специализированных вагонов для перевозки технологической щепы приведены в табл. 11.1.

## 11.4. ВОДНЫЕ ПЕРЕВОЗКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЩЕПЫ

С расширением освоения лесосырьевых баз, примыкающих к судоходным рекам и каналам, масштабы выработки технологической щепы на приречных нижних складах с организацией открытого берегового промежуточного межнавигационного хранения щепы будут возрастать. В этом случае перевозка щепы потребителю будет осуществляться наиболее дешевым водным транспортом в специальных судах для перевозки традиционных

## 11.2. Технические характеристики судов и барж для перевозки технологической щепы

Название судна. Тип	Грузо-подъемность, т	Основные параметры, м			Осадка с грузом, м	Грузо-подъемность на 1 м осадки, т/м
		длина	ширина	высота борта		
<b>1. Несамоходные</b>						
<b>Баржа-площадка:</b>						
183В	200	35,3	7,5	1,3	1,08	230
P92	400	48,7	12,2	1,8	1,1	505
943	600	57,3	12,1	2,0	1,37	605
565	1 000	70,2	14,4	2,0	1,5	807
942	1 000	65,0	14,0	2,0	1,57	833
Открытая баржа с двойным дном и бортами 567	1 800	78,2	13,5	3,5	2,5	845
Полусекционная беспалубная баржа Р29	3 000	85,6	17,5	4,0	2,8	1 360
<b>2. Самоходные</b>						
Теплоход с люковым закрытием 765	600	62,0	9,2	2,3	1,87	1 132
Теплоход-площадка с палубным бункером 5596	1 200	79,9	15,0	2,8	1,71	960
Теплоход с люковым закрытием 576	2000	90	13,0	4,8	2,80	2820

сыпучих грузов. Прогнозируемые объемы выработки технологической щепы на приречных складах лесозаготовительных предприятий составляют около 1,0 млн. м<sup>3</sup>/год. В качестве транспортных единиц могут использоваться серийно выпускаемые суда и баржи для перевозки сыпучих материалов.

Технические характеристики таких судов и барж-площадок приведены в табл. 11.2. Загрузка щепой речных судов и барж-площадок технологической щепой с открытых складов промежуточного межнавигационного хранения, не оснащенных причалами, эффективней и целесообразней, с точки зрения повышения полнодревесности щепы при погрузке, осуществлять пневмотранспортными установками. На нижних складах, оснащенных причалами и башенным и кранами-лесопогрузчиками, эффективна погрузка щепы в суда грейферными насадками.

## 11.5. УЧЕТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЩЕПЫ

Определение производительности древесно-подготовительного цеха по выработке технологической щепы, а также учет ее количества, отгруженного потребителю или направленного в цехи химико-механической переработки, производится объемным или весовым способом.

**Объемный способ** предусматривает определение количества выработанной или отгруженной щепы мерными емкостями (контейнерами, галереями, автощеповозами, вагонами) в единицу времени

$$P_{\text{q}} = nVK_{\text{n}}, \quad (11.1)$$

где  $P_{\text{q}}$  — объем выработанной или отгруженной щепы,  $\text{м}^3/\text{ч}$ ;  $n$  — число загруженных емкостей, шт.;  $V$  — объем внутренней полости емкости,  $\text{м}^3$ ;  $K_{\text{n}}$  — коэффициент полнодревесности щепы в емкости.

Числовое значение коэффициента полнодревесности щепы зависит от ее гидротермического состояния и условий погрузки. При надвигании или засыпке щепы с небольшой высоты ( $h \leq 1,0$  м)  $K=0,36\ldots 0,38$ ; при погрузке пневматическим способом  $K=0,43\ldots 0,45$ .

Как отмечалось ранее, коэффициент полнодревесности технологической щепы зависит от способа и расстояния перевозки. На основании обработки многочисленных данных, полученных в различных регионах страны, приняты обобщенные коэффициенты полнодревесности технологической щепы для взаимных расчетов между поставщиками и потребителями, значения которых приведены в табл. 11.3.

В случае непосредственной подачи щепы из древесно-подготовительного цеха на склад открытого хранения, в пункт отгрузки или в производство механическими конвейерами без использования мерных емкостей, учет выработанной щепы производится расчетным путем по формуле

$$P_{\text{q}} = TFvK_{\text{n}}, \quad (11.2)$$

где  $P_{\text{q}}$  — количество выработанной технологической щепы в цехе,  $\text{м}^3/\text{ч}$ ;  $T$  — продолжительность работы выносного конвейера под нагрузкой в пределах часа, с;  $F$  — живое сечение щепы на выносном конвейере,  $\text{м}^2$ ;  $v$  — поступательная скорость перемещения щепы выносным конвейером,  $\text{м}/\text{с}$ ;  $K_{\text{n}}$  — коэффициент полнодревесности щепы, перемещаемой выносным конвейером.

Из уравнения (11.2) видно, что для точного учета щепы необходимо обеспечить равномерную загрузку конвейера и хро-

### 11.3. Коэффициенты полнодревесности технологической щепы

Способ погрузки щепы	Значения коэффициентов в зависимости от расстояния перевозки, км		
	200	201...650	650
Механический способ (конвейеры, бункеры, грейферы и т. п.)	0,38	0,39	0,41
Пневматический способ погрузки	0,41	0,43	0,43

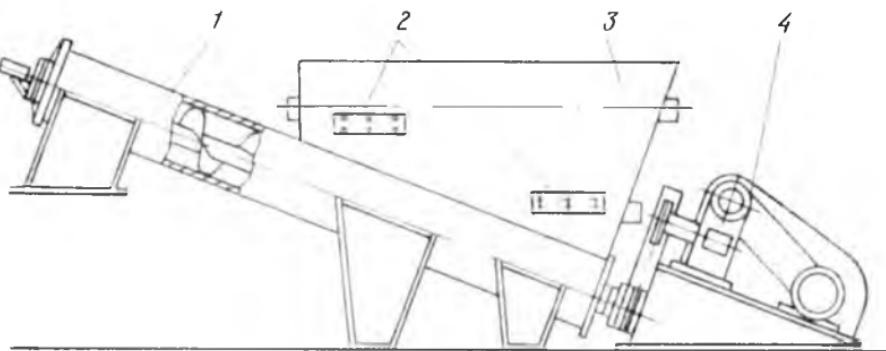


Рис. 11.3. Учетчик щепы ЛВ-132:

1 — двухвинтовой конвейер; 2 — датчики уровня щепы; 3 — бункер-накопитель; 4 — привод двухвинтового конвейера

номеграж работы под нагрузкой. Равномерность и постоянство загрузки щепой выносного конвейера обычно осуществляется устанавливаемым над ним уравнительным бункером, оборудованным дозирующим шибером и сигнализаторами нижнего и верхнего уровней щепы в бункере.

Дозирующим шибером регулируется количество и обеспечивается равномерность подачи щепы на выносной конвейер. Нижний сигнализатор уровня щепы в бункере обеспечивает постоянство загрузки щепой выносного конвейера. Электрическая система привода выносного конвейера разрабатывается таким образом, что при снижении уровня щепы в бункере ниже отметки донного (нижнего) сигнализатора пуск конвейера в работу при автоматическом режиме невозможен. Следовательно, выносной конвейер под уравнительным бункером находится постоянно загруженным. Верхний сигнализатор уровня предохраняет уравнительный бункер от перегрузок его технологической щепой, поступающей от сортировочных машин.

Анализируя уравнение, можно сделать вывод, что при обеспечении постоянства величин живого сечения щепы на конвейере и коэффициента полнодревесности щепы количество выработанного и перемещенного материала в единицу времени может быть выражено через путь, пройденный рабочим органом выносного конвейера или же при соответствующем пересчете через частоту вращения вала электродвигателя привода выносного конвейера. На этом принципе для шнекового конвейера в ЦНИИМЭ разработан счетчик учета количества вырабатываемой технологической щепы ЛВ-132 (рис. 11.3). Параметры счетчика приняты из условия обеспечения учета количества вырабатываемой в леспромхозах щепы на дисковых рубительных машинах. Нижний датчик уровня щепы в емкости осуществляет остановку винтов дозатора, а верхний датчик — подачу щепы в емкость дозатора.

## Техническая характеристика учетчика щепы ЛВ-132

Производительность, м <sup>3</sup> /ч . . . . .	16,0
Частота вращения винтов, мин <sup>-1</sup> . . . . .	25,0
Мощность привода, кВт . . . . .	5,5
Габаритные размеры, м:	
длина . . . . .	3,8
высота . . . . .	2,02
ширина . . . . .	1,15
Масса, кг . . . . .	1 200
Погрешность измерения, % . . . . .	+ 4,0

На этом же принципе разработаны учетчики щепы в Дальневосточном научно-исследовательском институте лесопромышленного производства и ПКТБ Иркутсклеспрома.

Недостатком объемного способа учета щепы является его громоздкость и невысокая точность, обусловленная изменчивостью коэффициента полнодревесности щепы в зависимости от ее гидротермического состояния, условий погрузки и других факторов. Только из-за варьирования коэффициента полнодревесности ошибка при объемном способе учета щепы может достигать 10...12 %. Поэтому наиболее точным и эффективным является весовой способ учета щепы.

Весовой способ учета щепы базируется на методе непосредственного взвешивания щепы, подаваемой в производство транспортными конвейерами, или взвешивания щепы вместе с транспортными емкостями (вагоном, автощеповозом, контейнером). Чтобы избежать влияния колебаний влажности щепы на точность учета в пунктах отгрузки и потребления, учет щепы и расчеты за нее между поставщиком и потребителем производятся в тоннах абсолютно сухой массы  $G_0$

$$G_0 = G_c C,$$

где  $G_c$  — вес сырой щепы, определенный взвешиванием, т;  $C$  — коэффициент перевода сырой массы щепы в абсолютно сухую массу с нулевой влажностью.

Коэффициент перевода  $C$  определяют по формуле

$$C = \frac{\gamma_0}{\gamma_c},$$

где  $\gamma_c$  — плотность щепы в момент взвешивания, кг/м<sup>3</sup>;  $\gamma_0$  — плотность щепы при нулевой влажности, кг/м<sup>3</sup>.

Числовые значения плотности различных древесных пород при переменной влажности приведены в табл. 11.4.

Переводной коэффициент  $C$  при наличии сушильных шкафов легко определяется путем взвешивания и дальнейшего высушивания контрольных проб до нулевой влажности. В этом случае

$$C = q_2/q_1,$$

где  $q_1$  — начальный вес пробы щепы, г;  $q_2$  — вес высушенной пробы щепы, г.

Высушивание проб щепы и определение ее влажности производится в воздушно-циркуляционных сушильных шкафах по ОСТ 13-74—79. Для более быстрого определения влажности образцов щепы в последние годы в отечественной и зарубежной практике находят применение электровлагомеры и автоматические бесконтактные приборы, работающие на принципе использования инфракрасных или радиоактивных лучей.

Взвешивание технологической щепы, подаваемой в производство ленточными конвейерами, осуществляется автоматическими весами ЛТМ-1М, выпускаемыми Орехово-Зуевским заводом "Прибордеталь". Допустимая погрешность взвешивания  $\pm 1,0\ldots 1,5 \%$ .

Устройство включает весоизмерительную площадку, устанавливаемую под лентой конвейера, измеритель скорости движения ленты и интегратор массы щепы, прошедшей через площадку.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Воевода Д. К., Назаров В. В., Захаренков Ф. Е., Каплун Я. М. Полуавтоматические линии на нижних лесных складах.— М.: Лесная промышленность, 1985.—254 с.
2. Воевода Д. К., Назаров В. В. Технология нижнескладских работ.— М.: Лесная промышленность, 1981.—368 с.
3. Гофман А. И., Козориз Г. Ф. Автоматически регулируемые пневмотранспортные системы.— Львов, "Вища школа", 1979.—102 с.
4. Коробов В. В. Пневматический транспорт и погрузка измельченной древесины.— М.: Лесная промышленность, 1974.—176 с.
5. Коробов В. В., Рушиов Н. П. Использование низкокачественной древесины и древесных отходов.— М.: Лесная промышленность, 1987.—87 с.
6. Ларионов В. А. Пневмотранспорт измельченной древесины с переменным расходом воздуха.— М.: Лесная промышленность, 1980.—119 с.
7. Матюнин В. Я. Повышение эффективности производства щепы из низкокачественной древесины и древесных отходов.— М.: ВНИПИЭИлеспром, 1985.—37 с.
8. Методические указания по буферному и межсезонному хранению древесного топлива РД 13-11-7—85.— Химки: ЦНИИМЭ, 1985.—52 с.
9. Михайлов Г. М., Серов Н. А. Пути улучшения использования вторичного древесного сырья.— М.: Лесная промышленность, 1988.—224 с.
10. Перевозка щепы.— М.: Лесная промышленность, 1980.—207 с.
11. Попов Н. И., Цывин М. М., Пащенко Ю. А. Оборудование для переработки отходов лесопиления на технологическую щепу. Обзорн. информ. ВНИПИЭИлеспром.— М., 1986.— Вып. 13.—40 с.
12. Рациональные методы хранения щепы на открытых складах// Бумажная промышленность.—1983.— № 3 — С. 31.
13. Руководящие технические материалы по производству технологической щепы из отходов лесопиления.— Архангельск: ЦНИИМОД, 1984.—88 с.
14. Руководство по производству технологической щепы в леспромхозах.— Химки: ЦНИИМЭ, 1988.—275 с.
15. Руководство по производству технологической щепы на лесосеке.— Химки: ЦНИИМЭ, 1987.—48 с.
16. Рушиов Н. П. Исследование процесса элементообразования при резании древесины в рубительных машинах//Тр. ин-та/ЦНИИМЭ.—1969.— С. 20—31.

17. Рушинов Н. П., Лицман Э. П., Пряхин Е. А. Рубительные машины — М.: Лесная промышленность, 1985.—207 с.
18. Симонов М. Н. Механизация окорки лесоматериалов.— М.: Лесная промышленность, 1984.—214 с.
19. Шмурнов И. К., Ганцовский И. Н. Деревянная ящичная тара.— М.: Лесная промышленность, 1982.—184 с.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие . . . . .	3
1. Ресурсы и характеристика низкокачественной древесины . . . . .	4
2. Производство технологической щепы для целлюлозно-бумажного производства . . . . .	19
3. Переработка отходов лесозаготовок и тонкомерного сырья на щепу для древесно-плитного производства и энергетических целей . . . . .	42
4. Основное технологическое оборудование для производства щепы . . . . .	62
5. Монтаж и эксплуатация основного технологического оборудования для производства щепы . . . . .	101
6. Производство заготовок и тарных комплектов . . . . .	137
7. Производство строительных материалов и упаковочной стружки . . . . .	171
8. Использование древесной зелени и коры . . . . .	188
9. Транспорт сырья и готовой продукции . . . . .	208
10. Хранение и погрузка технологической щепы . . . . .	259
11. Перевозка технологической щепы . . . . .	275
Список использованной литературы . . . . .	287