



# **Вторичные Материальные Ресурсы**

**лесной  
и деревообрабатывающей  
промышленности**

*(ОБРАЗОВАНИЕ  
И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ)*

# **СПРАВОЧНИК**

## СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

- Бобруйское ПДО — Бобруйское производственно-деревообрабатывающее объединение
- Бобруйский ЛПХ — Бобруйский леспромхоз
- ВМР — вторичные материальные ресурсы
- ВО «Кареллеспром» — Всесоюзное лесопромышленное объединение «Кареллеспром»
- ВО «Свердлеспром» — Всесоюзное лесопромышленное объединение «Свердлеспром»
- ВНИИдрев — Всесоюзный научно-исследовательский институт деревообрабатывающей промышленности
- ВНИПИЭИлеспром — Всесоюзный научно-исследовательский и проектный институт экономики, организации управления производством и информации по лесной, целлюлозно-бумажной и деревообрабатывающей промышленности
- ВПКТИМ — Всесоюзный проектно-конструкторский и технологический институт мебели
- Гипролеспром — Государственный институт по проектированию предприятий деревообрабатывающей промышленности
- ДВП — древесноволокнистые плиты
- ДЗ — древесная зелень
- ДКП — древеснокорьевые плиты
- ДОК № 13 — деревообрабатывающий комбинат № 13
- ДСП — древесностружечные плиты
- ДШП — древесношерстные плиты
- Ивано-Франковский ПКТИ — Ивано-Франковский проектно-конструкторский технологический институт
- ИФ ЦНИИМЭ — Иркутский филиал Центрального научно-исследовательского и проектно-конструкторского института механизации и энергетики лесной промышленности
- КирНИИЛП — Кировский научно-исследовательский и проектный институт лесной промышленности
- НИИ — научно-исследовательские институты
- ИТ — нетаниды
- ЛГПИ им. А. И. Герцена — Ленинградский государственный педагогический институт имени А. И. Герцена
- ЛТА им. С. М. Кирова — Ленинградская лесотехническая академия имени С. М. Кирова
- НИИПиН — Научно-исследовательский институт планирования и нормативов при Госплане СССР

- ПО «Кареллесозэкспорт» — Карельское производственное лесопильно-экспортное объединение
- ПО «Петрозаводскмаш» — Петрозаводское машиностроительное объединение
- ПТП-ГЛ — пьезотермопластики из гидролизованного лигнина
- ПТП-ИЛД — пьезотермопластики из измельченной лиственной древесины
- ПТП-ИХД — пьезотермопластики из измельченной хвойной древесины
- ПТП-ЦЛД — пьезотермопластики из цельной лиственной древесины
- ПТП-ЦХД — пьезотермопластики из цельной хвойной древесины
- РВ — редуцирующие вещества
- СПКБ «Севзапмебель» — Специализированное проектно-конструкторское бюро Всесоюзного промышленного объединения «Севзапмебель»
- Союзгипролесхоз — Всесоюзный государственный проектный и научно-исследовательский институт лесного хозяйства
- СЭМ — средняя фракция эфирных масел
- Т — танниды
- ТПБ — топливо печное бытовое
- ТЭМ — тяжелая фракция эфирных масел
- ФБА — фанера на белковых альбумино-казеиновых клеях
- ФК — фанера на карбамидных клеях
- ФСФ — фанера на фенольных смолах
- ЦБП — целлюлозно-бумажная промышленность

## ВВЕДЕНИЕ

Важнейшим направлением экономической политики Коммунистической партии и Советского правительства является повышение эффективности общественного производства на основе ускоренных темпов научно-технического прогресса. Большое значение придается экономному использованию материальных ресурсов. Это объясняется прежде всего тем, что потребность народного хозяйства в сырье и материалах непрерывно растет, а их производство обходится все дороже. Один из путей снижения материалоемкости продукции и экономии сырьевых ресурсов — повышение уровня использования вторичных материальных ресурсов (ВМР) — отходов производства и потребления, которые неизбежно образуются как в сфере материального производства, так и в сфере потребления.

В «Основных направлениях экономического и социального развития СССР на 1981—1985 годы и на период до 1990 года» подчеркивается необходимость широкого использования комплексной переработки сырья, ресурсосберегающей техники, малоотходной, безотходной и энергосберегающей технологии, всемерного вовлечения в оборот необходимых видов сырья и материалов, утилизации вторичных ресурсов.

Постоянный рост объемов производства и потребления продукции производственного назначения неизбежно ведет к увеличению абсолютных объемов образования вторичных материальных ресурсов. Производственный опыт как в СССР, так и за рубежом показывает, что использование многих видов вторичных материальных ресурсов технически осуществимо и экономически выгодно. Принимая во внимание большую роль использования вторичного сырья в повышении эффективности общественного производства, Совет Министров СССР принял постановление от 25 января 1980 г. «О мерах по дальнейшему улучшению использования вторичного сырья в народном хозяйстве». В нем перед руководителями объединений, предприятий и организаций поставлена как одна из важнейших задач по коренному улучшению работ, направленных на организацию сбора и наиболее полное использование всех видов отходов производства и потребления, а также попутных продуктов.

Исходя из комплексности проблемы рационального использования природных ресурсов ЦК КПСС и Совет Министров СССР приняли постановление от 30 июня 1981 г. «Об усилении работы по экономии и рациональному использованию сырьевых, топливно-энергетических и других материальных ресурсов», в котором отмечается, что бережное расходование сырья и материалов, сокращение отходов, устранение потерь означает экономию труда миллионов людей и капитальных

вложений, увеличение выпуска продукции, сохранение окружающей среды.

При современных объемах лесозаготовок, лесопиления и деревообработки в стране ежегодно образуется около 100 млн. м<sup>3</sup> отходов древесины, в том числе 65 млн. м<sup>3</sup> отходов лесопиления и деревообработки и 35 млн. м<sup>3</sup> отходов лесозаготовок (без учета обломков ствола, пней и корней, коры, повреждаемой или спиливаемой в процессе лесозаготовок маломерной древесины).

В соответствии с решениями партии и правительства по вопросам экономии материальных ресурсов в лесной отрасли промышленности выполнена определенная работа по повышению эффективности использования древесины. За годы десятой пятилетки использование ее отходов увеличилось на 39 млн. м<sup>3</sup> в сравнении с предшествующей и составило 127 млн. м<sup>3</sup>. В результате переработки низкокачественной древесины и отходов за этот же период получено 47,6 млн. м<sup>3</sup> технологической щепы для целлюлозно-бумажного производства, в том числе из отходов древесины — 34 млн. м<sup>3</sup>, что означает прямую экономию такого же количества деловой древесины.

Отраслевыми научно-исследовательскими институтами, лабораториями вузов и промышленных предприятий проведены большие работы по рациональному использованию отходов, которые в основном успешно внедряются в производство с большим экономическим эффектом. Однако уровень их использования в настоящее время еще недостаточен. Номенклатура отходов, подлежащих заготовке и использованию вместо первичного сырья и материалов, практически не расширяется, слабо используется передовой отечественный и зарубежный опыт утилизации промышленных и бытовых отходов. Нет хорошо налаженного учета и отчетности о наличии и использовании большинства видов ВМР, по ряду видов отходов отсутствуют нормативы их образования и расхода, необходимые для определения объемов выхода при планировании использования материальных ресурсов в народном хозяйстве и др.

Одной из причин неудовлетворительного состояния использования вторичных ресурсов является отсутствие систематизированной литературы по этому вопросу, из которой можно было бы получить сведения об источниках и объемах образования вторичных ресурсов, их характеристиках и уровнях использования, методах переработки, рациональных направлениях и эффективности использования. Специальные справочники по этим вопросам в СССР за последние годы практически не разрабатывались.

Настоящий Справочник является первым изданием. В него включены материалы, характеризующие состояние образования и использования ВМР в отрасли, рациональные пути и эффективность утилизации конкретных видов отходов.

# РАЗДЕЛ 1.

## НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РЕСУРСОВ И ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТХОДОВ ДРЕВЕСИНЫ

---

### 1.1. ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ КОМПЛЕКСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДРЕВЕСИНЫ В СССР И ЗА РУБЕЖОМ

#### 1.1.1. Этапы развития потребления древесины

Лесопотреблению в СССР и за рубежом присущи следующие общие тенденции в изменении объемов лесозаготовок, структуры потребления древесины, форм организации промышленности и лесного хозяйства.

1 Развитие лесозаготовок по объемам производства носит стадийный характер и связано с изменением структуры потребления древесины.

2. Рост удельного веса минерального топлива, электрификация промышленности и сельского хозяйства, всевозрастающие процессы урбанизации постепенно вытесняют древесное топливо, соответственно расширяются ресурсы низкокачественной, лиственной древесины и древесных отходов как промышленного сырья.

3. Постоянно увеличивается объем выработки продукции химической и химико-механической переработки с использованием низкокачественной, лиственной, маломерной древесины и древесных отходов.

4. Комплексное использование древесного сырья становится объективной закономерностью развития подотраслей лесной промышленности и представляет основное направление интенсификации производства отрасли.

Можно выделить три этапа в развитии структуры лесопотребления и в формах организации промышленности и лесного хозяйства.

Первый этап экстенсивного развития потребления древесины — относительно неизменные пропорции между деловыми (сырьевыми) и топливными ресурсами при высокой доле потребления древесного топлива. Это начало индустриального развития отраслей лесной промышленности.

Второй этап — переходный. Он характеризуется интенсификацией потребления древесины путем ускоренного развития производств по химической и химико-механической переработке древесины, сокращению потребления ее в качестве топлива. Для данного этапа характерно наличие сортиментных сдвигов при относительной стабилизации объемов лесозаготовок.

Третий этап соответствует полному переходу на интенсивные формы хозяйствования на базе комплексного использования древесного сырья при дальнейшем росте объемов лесозаготовок и потребления древесины в новой структуре.

Рост объемов лесозаготовок достигается как за счет освоения новых лесных массивов, так и за счет интенсификации лесопользования, совершенствования системы рубок, полного использования древесины на вырубаемых площадях. Таким путем создаются основы для экономической интеграции лесного хозяйства, лесозаготовок и переработки древесины.

### 1.1.2. Проблемы освоения ресурсов отходов

Второй и третий этапы развития лесной промышленности сопровождаются форсированным вовлечением в переработку древесных отходов. При этом их освоение ведется на базе экономически обоснованных региональных программ, при составлении которых учитываются следующие факторы:

- степень дефицита в лесных ресурсах;

- наличие спроса и производственных мощностей по получению конечной продукции;

- технологическая доступность ресурсов отходов на операциях их сбора, пакетирования и приведения в вид кондиционного полуфабриката; транспортная доступность ресурсов отходов как объекта перевозок от производителей к потребителям;

- экономическая целесообразность использования отходов, учитывающая их конкурентоспособность по уровню затрат и по величине получаемого эффекта в сравнении с кондиционной древесиной или другими материалами.

Согласно последнему фактору очередность вовлечения ресурсов в переработку устанавливается по степени получаемого при этом народнохозяйственного эффекта. Практически это означает необходимость первоочередного освоения ресурсов, характеризующихся высокими потребительскими свойствами в отношении породно-размерно-качественного состава; допускающих приведение их в вид кондиционного сырья или полуфабриката с наименьшими затратами; транспортно приближенных к пунктам конечного потребления.

Изучение отечественного и зарубежного опыта формирует следующую программу освоения ресурсов отходов (в плане очередности их утилизации).

Первоочередным объектом для промышленного освоения становятся кусковые отходы лесопильно-деревообрабатывающих предприятий. Эти ресурсы как промышленное сырье характеризуют:

- высокие потребительные свойства (заболонная бессучковая часть древесины, преимущественно хвойные породы);

- примыкание лесопильно-деревообрабатывающих предприятий к развитым путям общего магистрального транспорта;

- небольшие текущие и капитальные затраты на приведение отходов в товарный вид (технологическую щепу).

Широкое вовлечение кусковых отходов в переработку обеспечивается проведением следующих мероприятий:

- повсеместная предрамная окорка пиловочника;

- повышение концентрации лесопильного производства, прежде всего за счет ликвидации потребительского лесопиления;

приспособление подвижного состава для транспортировки отходов и технологической щепы;

замена части кусковых отходов, используемых в настоящее время в паросиловом хозяйстве, другими видами топлива.

В настоящее время существует ряд направлений для использования опилок, стружки в качестве добавок при производстве плит и целлюлозы, заполнителей в производстве строительных материалов и основы для получения органических удобрений.

Наиболее эффективным и крупномасштабным потребителем опилок следует рассматривать микробиологическую промышленность. Значительные возможности для использования опилок открывает лесохимическая промышленность, особенно в производстве (раздельно либо в смеси с корой) осветляющих активных углей. При отсутствии промышленного потребления опилки целесообразно использовать в качестве топлива, высвобождая при этом ресурсы кусковых отходов.

Высокие темпы развития целлюлозно-бумажной промышленности и внедрение предрамной окорки пиловочника остро ставят вопрос об использовании древесной коры, которая в настоящее время используется плохо или не используется совсем, отвлекая трудовые и материальные ресурсы на уничтожение (1,5—2,0 руб. в расчете на 1 т отвозимой в отвал коры).

На основе производственного опыта и результатов научно-исследовательских работ, выполненных в СССР и за рубежом можно назвать четыре основных направления использования коры:

- топливо;
- строительные и плитные материалы;
- химическая переработка;
- удобрения для сельского хозяйства.

В условиях нарастающего дефицита в древесине внимание научных организаций и промышленности привлекают ресурсы так называемой «маломерной» древесины, которая включает:

древесину малых диаметров, оставляемую на лесосеках при рубках главного пользования;

- древесину от рубок ухода за лесом;
- низкоствольные насаждения, произрастающие от корневых побегов;
- отходы лесозаготовок (ветви, вершины).

В качестве направлений для использования маломерной древесины и лесосечных отходов рекомендуются:

- 1) использование древесины в виде круглых сортиментов (пропсы, жерди и т. п.);
- 2) механическая переработка на паркет, тару, изделия ширпотреба;
- 3) производство строительных изделий;
- 4) производство волокнистых и стружечных плит;
- 5) использование в качестве сырья в целлюлозно-бумажной промышленности;

6) гидролиз, пиролиз и прочие виды лесохимической переработки.

За рубежом поиски решений в области заготовки и переработки маломерной древесины и лесосечных отходов также привели к созданию «малоотходной» технологии, предусматривающей переработку всей массы деревьев на щепу. При внедрении такой технологии достигается:

полнота технологического процесса за счет устранения большого количества переместительных и погрузочно-разгрузочных работ;

экономия на транспортных затратах при использовании в качестве средств перевозки большегрузных специализированных автомобилей и трубопроводных систем;



увеличение выхода древесного сырья с единицы лесной площади за счет более полного использования лесосечного фонда, уменьшение затрат на очистку лесосек и подготовку площадей под лесокультурные работы.

В целях сохранения и повышения плодородия лесных земель с внедрением технологии переработки всей массы деревьев на щепу предполагается вносить в почву минеральные удобрения. Наиболее перспективна такая технология получения щепы при решении следующих задач:

освоение низкобонитетных насаждений, особенно в зоне действия больших целлюлозно-бумажных и лесохимических предприятий;

использование маломерной древесины и отходов от рубок ухода в молодниках и средневозрастных насаждениях;

использование лесосечных отходов и низкокачественной древесины от рубок главного пользования.

## 1.2. НОМЕНКЛАТУРА И КЛАССИФИКАЦИЯ ОТХОДОВ ДРЕВЕСИНЫ

### 1.2.1 Номенклатура отходов

*Отходами производства называются остатки сырья, материалов и полуфабрикатов, образующиеся в процессе производства основной продукции и утратившие частично или полностью потребительскую стоимость исходного сырья и материалов.* Эти остатки могут быть использованы в народном хозяйстве в качестве сырья или добавки к основному сырью в другом производстве.

К отходам производства в лесной и деревообрабатывающей промышленности относят кусковые и мягкие отходы лесопиления и деревообработки, мебельного и фанерного производства, шпалопиления, кору и др. К отходам отнесены также сучья, ветви, вершины, древесная зелень, пни и корни, хотя они и не учитываются при отводе лесосечного фонда в рубку.

Таким образом, вторичные материальные ресурсы древесного происхождения лесной и деревообрабатывающей промышленности представляют собой отходы древесины и древесных материалов и в дальнейшем термин «отходы древесины» будет рассматриваться как «вторичные материальные ресурсы» применительно к данной отрасли.

#### 1. Отходы лесозаготовок на лесосеке:

*Малоценная древесина*, к которой относятся хворост (маломерная древесина), здоровый валежник и обломки стволов в процессе заготовки леса.

*Отходы кроны*: сучья, ветви и вершинки, древесная зелень — все это составляет крону дерева и содержит древесину, кору, молодые побеги текущего года, хвою и листья. Содержание коры на сучьях выше, чем на стволе, но в ней слабо развиты корковые образования. Ветви и сучья содержат меньше целлюлозы, чем древесина ствола.

При валке дерева и во время трелевки леса часть ветвей, сучьев и вершин обламывается и остается на лесосеке. Объем обламываемой части отходов кроны зависит от породы деревьев, высоты древостоя, способа трелевки, времени года и др.

*Древесная зелень* является составной частью органической массы ветвей, сучьев, маломерной древесины и включает в себя листья, хвою, хвойные лапки, неодревесневшие побеги. В виде отходов она образуется там же, где и сучья, ветви и маломерная древесина.

*Пни и корни.* При валке деревьев на лесосеке остаются пни, которые по своему строению, физико-механическим и химическим свойствам древесины мало отличаются от древесины ствола.

Вместе с пнями на лесосеке остаются корни. Строение корня отличается от строения древесины ствола тем, что в древесине корня содержится меньшее количество волокон.

2. Отходы лесозаготовок на погрузочной площадке (верхнем складе): *отходы кроны* — сучья, вершинки, ветви, древесная зелень; *отходы раскряжевки* — опилки, козырьки, и откомлевки. Физико-механические и химические свойства древесины отходов раскряжевки такие же, как и ствольной древесины соответствующей породы.

3. Отходы лесозаготовок на нижнем складе:

отходы кроны — сучья, вершинки, ветви, древесная зелень;

отходы раскряжевки — откомлевки, козырьки, опилки.

4. Кусковые отходы лесопиления и деревообработки: горбыли, рейки; отрезки бревен и пиломатериалов; обрезки фанеры и плит

*Горбыль* представляет собой отпиленную периферийную часть бревна, у которой с одной стороны пропиленная пласт, с другой — необработанная поверхность. Количество горбылей зависит от метода раскряжки, диаметра и сбega бревен, правильности расчета поставов, подбора бревен по диаметрам и других факторов.

*Рейки* являются отходами лесопиления и деревообработки, получающимися при обрезке и раскряжке пиломатериалов по ширине.

*Отрезки* получаются при поперечном раскряжке, когда размеры пиломатериалов не кратны размерам заготовок по длине, при торцовке бревен и пиломатериалов или при вырезке дефектов и пороков древесины.

*Обрезки* получаются при раскряжке фанеры, лущеного и строганого шпона, древесных плит на заготовки.

5. Отходы фанерного производства: карандаши, отструг, отрезки чураков, шпон-рванина.

*Карандаши* — часть фанерного чурака, остающаяся после лущения шпона

*Шпон-рванина* представляет собой куски шпона, получающиеся в процессе лущения, строгания, сушки, сортировки и рубки шпона по формату.

*Отструг* — часть бруса или ванчеса, остающаяся после строгания, в виде досок нестандартных размеров при изготовлении строганого шпона.

6. Мягкие отходы лесопиления и деревообработки: опилки, стружка, шлифовальная пыль.

*Опилки* — частицы древесины, образующиеся при поперечной и продольной распиловке круглых лесоматериалов, пиломатериалов, при раскряжке плит и фанеры.

*Стружка* станочная образуется при строгании, фрезеровании и сверлении пиломатериалов, заготовок и деталей на фуговальных, рейсмусовых, фрезерных и других станках. Форма и размеры стружек зависят от типа станков и характера обработки.

*Шлифовальная пыль* образуется при обработке древесины на шлифовальных станках.

7. Кора по своему химическому составу резко отличается от древесины. В ней содержится большое количество минеральных и экстрактивных веществ, лигнина.

Кора многих древесных пород (дуба, ивы, ели, лиственницы) содержит растительные танины.

### 1.2.2. Классификация отходов

В основу классификации отходов древесины (рис. 1.1.) положены следующие признаки:

- 1) натуральный размерно-качественный (породный состав, вид отходов, размер);
- 2) экономический (место образования отходов, вид примыкания пункта концентрации ресурсов к транспортным путям);
- 3) производственный (лесозаготовки, лесопиление, деревообработка).

Первый признак предопределяет направления использования отходов и формирует потребительные свойства конечной продукции; второй — устанавливает экономическую доступность ресурсов отходов и является основанием для дифференциации затрат на их освоение; третий признак — основа для оценки взаимосвязи между исходным сырьем и отходами древесины.

Так, несмотря на одинаковые размерно-качественные характеристики лесосечных отходов, образующихся в лесу и на нижнем складе, их ресурсы с экономической точки зрения характеризуются различной степенью доступности для промышленной переработки, так как освоение этих ресурсов сопряжено с различными затратами.

### 1.2.3. Виды ресурсов отходов

Направления и объемы использования древесных отходов определяются не только техническими возможностями, но и структурой их потребления, затратами на производство, транспортными расходами, уровнем цен на взаимозаменяемые материалы и т. п. Поскольку не вся масса древесных отходов может быть использована с необходимым экономическим эффектом, их ресурсы подразделяют на следующие виды:

*потенциальные ресурсы* включают весь объем отходов и потерь, образующихся при освоении отводимого в рубку лесосечного фонда или переработке древесного сырья и материалов;

*реальные ресурсы* определяются как потенциальные за вычетом неизбежных технологических потерь в процессе заготовки древесины, ее переработки, транспортировки и хранения отходов, переработки отходов в конечную продукцию (опилки при валке деревьев, потери сучьев при валке, трелевке, погрузке леса, усушка, упрессовка, распыл и др.);

*экономически доступные ресурсы* отходов для использования на технологические нужды представляют ту часть реальных ресурсов, которая может быть переработана в конечные продукты с надлежащим экономическим эффектом.

В экономически доступные ресурсы не входят отходы, используемые на топливные нужды и реализуемые местному населению и учреждениям в необработанном виде.

В качестве критерия экономической доступности ресурсов древесных отходов принимается нормативная рентабельность их переработки в промежуточные и конечные продукты (технологическая щепка, целлюлоза, плиты, кормовые дрожжи, товары ширпотреба и т. п.).

Экономически доступными являются те ресурсы отходов, при освоении которых предельная цена сырья (полуфабриката) равна или выше нормативной (расчетной) стоимости его производства и транспортировки

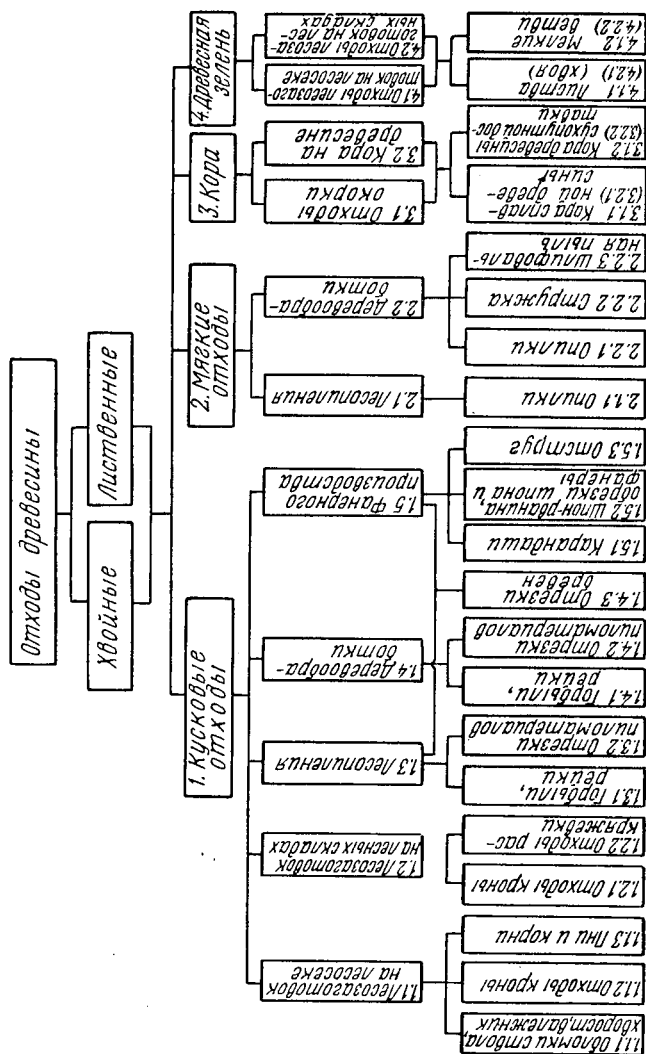


Рис. 1.1 Классификация отходов древесины

#### 1.2.4. Учет наличия, образования и использования отходов древесины

Учет наличия, образования и использования отходов древесины производится в соответствующем отчете ЦСУ СССР, в который включаются данные и об использовании дров для отопления на технологические нужды.

Отчет состоит из двух разделов и включает данные, приведенные в табл. 1.1.

Таблица 1.1

## Раздел I. Наличие и использование древесных отходов

Код строки	Показатели	Древесные отходы — всего, плотные м <sup>3</sup>	Из них	
			от лесозаготовок	от лесопиления и деревообработки
А	Б	1	2	3
01	Количество отходов от собственного производства			
02	Из них: количество экономически доступных отходов от собственного производства			
03	Получено отходов со стороны			
04	Из них от предприятий других министерств (ведомств)			
05	Использовано отходов (больше или равно сумме строк 06 и 07)			
06	В том числе: на технологические нужды			
07	на топливные нужды			
08	Реализовано отходов (сумма строк 09, 11 и 12)			
09	В том числе: промышленным предприятиям			
10	Из них предприятиям других министерств (ведомств)			
11	Колхозам, совхозам, межколхозным и другим организациям, учреждениям и населению			
12	На экспорт			
13	Не использовано отходов из объема экономически доступных (строки 02+03-05-08)			

## Раздел II. Использовано древесных отходов и переработано дров для отопления на технологические нужды

Код строки	Вид продукции	Единица измерения	Код продукции	Фактически произведено продукции из древесных отходов и дров для отопления	Израсходовано на технологические нужды, пл м <sup>3</sup>			
					древесных отходов, всего	в том числе		дров для отопления
						от лесозаготовок	от лесопиления и деревообработки	
А	Б	В	Г	1	2	3	4	5
20	Щепа технологическая для производства цел.	пл. м <sup>3</sup>						

Код строки	Вид продукции	Единица измерения	Код продукции	Фактически произведено продукции из древесных отходов и дров для отопления	Израсходовано на технологические нужды, пл. м <sup>3</sup>			
					древесных отходов всего	в том числе		дров для отопления
						от лесозаготовок	от лесопиления и деревообработки	
А	Б	В	Г	1	2	3	4	5
21	люлозы и древесной массы							
21	Щепа технологическая для производства древесноволокнистых плит, товарная	пл. м <sup>3</sup>						
22	Щепа технологическая для производства древесностружечных плит, товарная	пл. м <sup>3</sup>						
23	Щепа технологическая для гидролизного производства	пл. м <sup>3</sup>						
24	Древесноволокнистые плиты	усл. м <sup>2</sup>						
25	Древесностружечные плиты	усл. м <sup>3</sup>						
26	Древесноизвестковые и фиброцементные плиты	м <sup>3</sup>						
27	Продукты гидролизного и лесохимического производства							
28	Товары культурно-бытового назначения и хозяйственного обихода	тыс. руб.						
29	Прочие виды продукции	—	—	—				
30	Итого (сумма строк 20—29)	—	—	—				

“ ” 19\_\_\_ г, Директор (руководитель)

Примечание В настоящее время разработана уточненная форма отчетности ЦСУ СССР

### 1.3. МЕТОДЫ РАСЧЕТА НОРМАТИВОВ И ОБЪЕМОВ ОБРАЗОВАНИЯ ОТХОДОВ ДРЕВЕСИНЫ

#### 1.3.1. Общие положения

Нормативная база для планирования использования отходов древесины включает сведения об объемах производства основной продукции, наличие мощностей по переработке отходов и др.

*Под нормативами отходов и потерь древесины подразумевают минимальные количества отходов и потерь сырья и материалов, обусловленные принятой технологией производства и неиспользуемые для данного вида продукции. Эти отходы и потери образуются в процессе заготовки леса, переработки круглых лесоматериалов, пиломатериалов, шпона, фанеры в готовую продукцию на соответствующих стадиях технологического процесса, проводимого с соблюдением технических и технологических требований на данном уровне развития науки и техники.*

Нормативы образования отходов древесины подразделяются:

1) по экономической характеристике на нормативы потенциальных и реальных ресурсов;

2) по применяемой технологии на нормативы:

отходов лесозаготовок на лесосеке;

отходов лесозаготовок на погрузочной площадке (верхнем складе);

отходов лесозаготовок на нижнем складе;

отходов обработки древесины на круглопилильных станках, лесопильных рамах, ленточнопилильных станках, линиях агрегатной переработки бревен, строгальных, сверлильных и других станках;

3) по масштабу применения на нормативы:

индивидуальные, устанавливаемые на каждый вид продукции из каждого вида используемого древесного сырья;

средневзвешенные групповые, устанавливаемые на принятую единицу объема обезличенной по качественным и размерным показателям продукции (пиломатериалы, фанера, шпалы и др.) из обезличенного объема сырья;

4) по периоду действия на нормативы:

для текущего планирования, действующие в течение года;

для перспективного планирования (на 5—10 лет).

Нормативы образования отходов пересматриваются и утверждаются одновременно с нормами расхода сырья.

В сводных таблицах норм расхода сырья и нормативов образования отходов и потерь наряду с нормативами отражаются следующие показатели: вид вырабатываемой основной продукции, вид сырья, используемого для изготовления основной продукции, наименование технологических процессов, при которых образуются конкретные виды отходов, количество используемого сырья и неизбежных потерь по отдельным стадиям технологического процесса.

Ввиду многообразия факторов, влияющих на объемы образования и использования отходов древесины, для практических расчетов используются средневзвешенными групповыми нормативами, устанавливающими связь между их ресурсами и объемом производства.

Для целей текущего и перспективного планирования удобно пользоваться средневзвешенными групповыми нормативами в плотных кубических метрах на 1000 м<sup>3</sup> вывозимой или перерабатываемой древесины и продукции на нее.

### 1.3.2. Методические основы определения ресурсов отходов

Средневзвешенные нормативы отходов лесозаготовок в виде вершин, сучьев, веток и отходов раскряжевки для каждого пункта их концентрации в кубических метрах на 1000 м<sup>3</sup> заготавливаемой древесины определяются по формулам:

а) потенциальных ресурсов: 
$$N_n^a = \sum_{i=1}^k \gamma_i \alpha_i, \quad (1.1)$$

где  $\gamma_i$  — доля древесины  $i$ -й породы в формуле породного состава лесонасаждений или вывозимой древесины в долях от 10;

$\alpha_i$  — норматив образования данного вида отхода  $i$ -й породы, %;

$k$  — количество пород деревьев.

б) реальных ресурсов на погрузочных площадках (верхних складах)

$$N_n^p = \sum_{i=1}^k \gamma_i \alpha_i \frac{\beta_i}{100}, \quad (1.2)$$

где  $\beta_i$  — нормативы поступления элементов кроны для каждой породы дерева в пункт трелевки с учетом потерь при валке и трелевке, % (см. табл. 2.6).

В связи с тем что при погрузке и вывозке леса потери сучьев незначительны (обрезки кроны при формировании воя не относятся к потерям), формула (1.2) приемлема для определения ресурсов как на погрузочных площадках (верхних складах), так и на нижних складах.

При оценке ресурсов отходов для использования на технологические нужды из реальных ресурсов исключается расход на собственные (не технологические) нужды предприятия, местных учреждений и населения. Так, при определении ресурсов отходов лесозаготовок на лесосеке расход отходов на собственные нужды определяется потребностью их использования в качестве материала для укрепления усов лесовозных дорог и трелевочных волоков, топлива для обогрева рабочих, приготовления пищи и др.

Для отходов лесозаготовок, лесопиления и деревообработки на нижних складах леспромхозов, кусковых и мягких отходов на лесопильных, деревообрабатывающих предприятиях их расход на собственные нужды в основном устанавливается потребностью использования в качестве промышленного и бытового топлива.

Средневзвешенные нормативы образования отдельных видов ресурсов отходов лесопиления (в  $m^3$ ) определяют по формулам:

а) потенциальных на 1000  $m^3$  сырья:

$$N_n^a = 10 \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{k'} \left(1 - \frac{1}{N_{ij}^n}\right) \gamma_{ij}; \quad (1.3)$$

б) потенциальных на 1000  $m^3$  пиломатериалов:

$$N_n^b = 10 \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{k'} (N_{ij}^n - 1) \gamma_{ij}, \quad (1.4)$$

где  $N_{ij}^n$  — норма расхода  $j$ -го вида пиловочного сырья на 1  $m^3$   $i$ -го пиломатериала,  $m^3$ ;

$\gamma_{ij}$  — доля  $j$ -го вида пиловочного сырья от общего объема, из которого вырабатывается  $i$ -й вид пиломатериала, %;

в) реальных физических на 1000  $m^3$  пиловочного сырья:

$$N_n^c = \frac{1}{10} \sum_{i=1}^k \mu_i \gamma_i, \quad (1.5)$$

где  $\mu_i$  — норматив образования данного вида отхода (кусковые или опилки) при выработке  $i$ -го вида пиломатериала из данного вида сырья, %;

$\gamma_i$  — часть данного вида сырья, из которого вырабатывается  $i$ -й вид пиломатериала, %;



$k$  — суммарное количество видов пиломатериалов и сырья  
 г) реальных физических на  $1000 \text{ м}^3$  пиломатериалов:

$$N_n^{p'} = \frac{1}{10} \sum_{i=1}^k \mu_i \gamma_i H_i^n. \quad (1.6)$$

Обычно в нормативных материалах приводятся данные о нормах расхода сырья и нормативах образования опилок и безвозвратных потерь в процентах от объема сырья, которые характеризуются относительной стабильностью значений. По этим данным норматив образования кусковых отходов определяется из выражения:

д) на  $1000 \text{ м}^3$  сырья:

$$N_n^* = N_n^n - 10(\bar{N}_o + \bar{N}_6) = N_n^n - 10\bar{N}_o. \quad (1.7)$$

е) на  $1000 \text{ м}^3$  пиломатериалов:

$$N_n^* = N_n^n - 10H_n(\bar{N}_o + N_6) = N_n^n - 10\bar{N}_o H_n. \quad (1.8)$$

ж) нормативы реальных ресурсов опилок и безвозвратных потерь на  $1000 \text{ м}^3$  сырья:  $N_o = 10\bar{N}_o$ ,  $N_6 = 10\bar{N}_6$ ,

з) на  $1000 \text{ м}^3$  пиломатериалов:

$$H_o = 10\bar{N}_o H_n, \quad N_6 = 10\bar{N}_6 H_n,$$

где  $N_o$  средневзвешенный норматив образования опилок,

$\bar{N}_o$ ,  $N_6$  средневзвешенные нормативы образования опилок и безвозвратных потерь, % к объему сырья

Нормативы образования отдельных видов ресурсов отходов фанерного производства определяются по следующим формулам

1 В производстве сухого шпона:

а) потенциальных

$$N_n^m = \sum_{i=1}^k \left(1 - \frac{1}{H_i^m}\right) \gamma_i; \quad (1.9)$$

б) реальных физических.

$$N_n^m = \sum_{i=1}^k \left(1 - \frac{1}{H_i^m}\right) \frac{\gamma_i \mu_i^m}{10}, \quad (1.10)$$

где  $H_i^m$  — средневзвешенная норма расходов  $i$ -го вида сырья на выпуск сухого шпона,  $\text{м}^3/\text{м}^3$ ;

$\gamma_i$  — доля  $i$ -го вида сырья в общем объеме;

$\mu_i^m$  — доля  $i$ -го вида отхода (карандаши шпон-рваннина) в потенциальных ресурсах отходов, %.

$k$  — количество видов сырья

2. В производстве фанеры и другой фанерной продукции, кроме древеснослоистых пластиков:

а) потенциальных:  $N_\Phi^n = \sum_{i=1}^k \left(H_i^\Phi - 1\right) \frac{\gamma_i}{H_i}, \quad (1.11)$

б) реальных физических:

$$N_\Phi^n = \sum_{i=1}^k \left(H_i^\Phi - 1\right) \frac{\gamma_i \mu_i^\Phi}{10H_i}, \quad (1.12)$$

где  $H_i^\Phi$  — средневзвешенная норма расхода сухого шпона на выпуск  $i$ -го вида фанеры,  $\text{м}^3/\text{м}^3$ ;

$\mu_i^\Phi$  — доля  $i$ -го вида отхода (обрезки шпона, фанеры, опилки, древесная пыль) в потенциальных ресурсах отходов в производстве фанеры, %.

$H_i$  — норма расхода сырья на единицу  $i$ -го вида фанеры.

### 3. В производстве древесных слоистых пластиков

а) потенциальных:

$$N_{\text{пл}}^{\text{п}} = (H_{\text{пл}} - 1,4) \frac{10}{H_i}, \quad (1.13)$$

б) реальных физических:

$$N_{\text{пл}}^{\text{р}} = (H_{\text{пл}} - 1,4) \frac{10\mu_i^{\text{пл}}}{H_i}, \quad (1.14)$$

где  $\mu_i^{\text{пл}}$  — доля  $i$ -го вида отхода в потенциальных ресурсах отходов в производстве древесных слоистых пластиков, %;

$H_{\text{пл}}$  — норма расхода сухого шпона на 1 т древесных слоистых пластиков,  $\text{м}^3/\text{т}$ ;

$H_i$  — норма расхода сырья на 1 т древесных слоистых пластиков,  $\text{м}^3/\text{т}$ ;

1,4 — среднее содержание древесины в древесных слоистых пластиках,  $\text{м}^3/\text{т}$ .

Норматив образования потенциальных ресурсов с использованием средневзвешенной групповой нормы расхода сырья определяют по формуле

$$N_{\text{ф}}^{\text{ср}} = 10^3 \left(1 - \frac{1}{H_{\text{ср}}}\right), \quad (1.15)$$

где  $H_{\text{ср}}$  — средневзвешенная групповая норма расхода сырья в производстве фанерных изделий,  $\text{м}^3/\text{м}^3$ .

Остальные виды ресурсов определяются аналогично предыдущим. К полученным по формулам (1.12), (1.14), (1.15) ресурсам следует добавить объемы отрезков чураков в размере  $15 \text{ м}^3$  и опилок от торцовки и разделки кряжей —  $5 \text{ м}^3$  на 1000  $\text{м}^3$  сырья.

Средневзвешенные групповые нормативы образования реальных ресурсов отходов деревообработки (включая мебельное производство) определяют в  $\text{м}^3$  на 1000  $\text{м}^3$  суммарного используемого сырья

$$N_{\text{х}}^{\text{р}} = \frac{1}{10} \sum_{i=1}^k \gamma_i \mu_i^{\text{х}} \quad (1.16)$$

где  $\gamma_i$  — доля каждого вида используемого сырья, например пиломатериалы обрезные, необрезные, хвойные, лиственные и др. (пиломатериалы, круглые лесоматериалы, плиты и др.), %; при использовании одного вида сырья  $\gamma_i = 100$ ;

$\mu_i^{\text{х}}$  — удельный норматив образования  $i$ -го вида отходов, %

## 1.4. МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИ ДОСТУПНЫХ РЕСУРСОВ ОТХОДОВ

### 1.4.1. Показатели экономической доступности ресурсов отходов

Условия экономической доступности в аналитической форме выражаются неравенством

$$C'_i \geq C_{\text{н}} + C_{\text{т}}, \quad (1.17)$$

где  $C'_i$  — предельная цена сырья (полуфабриката);

$C_{\text{н}}$  — нормативная стоимость подготовки сырья (полуфабриката);

$C_{\text{т}}$  — стоимость транспортировки сырья (полуфабриката)

Для оценки доступности древесных отходов при выработке из них массового полуфабриката предельная цена и нормативная стоимость определяются не на исходное сырье (отходы), а на полуфабрикат. В качестве перспективного в потреблении массового полуфабриката рассматривается технологическая щепа для производства целлюлозы, картона, плит, гидролизных и лесохимических продуктов.

Предельную цену технологической щепы устанавливают по условиям ее эффективной переработки на конечные продукты и рассчитывают по формуле

$$C_{п} = \frac{C_k - q_k(1 + P_k)}{h_k(1 + P_k)}, \quad (1.18)$$

- где  $C_k$  — оптовая цена конечного продукта, руб./ед.;  
 $q_k$  — затраты на производство конечного продукта без стоимости сырья, руб./ед.;  
 $h_k$  — расход полуфабриката (щепы) на единицу конечной продукции, м<sup>3</sup>/ед.;  
 $P_k$  — коэффициент рентабельности в размере отраслевого норматива относительно себестоимости в производстве конечного продукта.

При проектировании конкретных установок по переработке отходов предельную цену щепы определяют исходя из конкретных условий работы предприятия-потребителя с использованием в качестве исходных параметров в формуле (1.18) статистических данных (для освоенных производств) или нормативных данных (для проектируемых производств).

При оценке доступности отходов в районном или отраслевом масштабе предельную цену сырья определяют как среднюю величину по всей совокупности предприятий-потребителей сырья для данного района или отрасли в целом. Для таких видов ресурсов, как опилки, кора, древесная зелень, предельную цену рассчитывают на единицу отходов аналогично цене на щепу по формуле (1.18).

Нормативная стоимость щепы по условиям ее эффективного производства при переработке древесных отходов на нижних складах лесопромхозов и на биржах деревоперерабатывающих предприятий определяют по формуле

$$C_{щ} = (C_{от}h_{щ}^* + q_{щ} + q_n)(1 + P_{щ}), \quad (1.19)$$

- где  $C_{щ}$  — нормативная стоимость производства щепы франко-предприятие-поставщик, руб./м<sup>3</sup>;  
 $C_{от}$  — исходная оценка стоимости (цена) перерабатываемого древесного сырья (при переработке отходов на том же предприятии, где они образовались, экономическая доступность определяется при нулевой стоимости отходов), руб./м<sup>3</sup>;  
 $h_{щ}$  — норма расхода древесных отходов в расчете на 1 м<sup>3</sup> технологической щепы, м<sup>3</sup>;  
 $P_{щ}$  — нормативный коэффициент рентабельности в производстве щепы относительно себестоимости;

\* Здесь и далее при переработке нескольких видов отходов и дров пользуются средневзвешенным удельным расходом, определяемым по формуле

$$h_{щ} = \frac{V}{\frac{V_1}{h_1} + \frac{V_2}{h_2} + \dots + \frac{V_n}{h_n}} \quad (1.20)$$

- где  $V_1, V_2, V_n$  — объемы отдельных видов отходов и дров  
 $V$  — суммарный объем отходов и дров  
 $h_1, h_2, h_n$  — удельные расходы отдельных видов отходов и дров.

$q_{щ}$  — затраты на производство единицы полуфабриката (щепы) без стоимости сырья;

$q_n$  — затраты на сбор и доставку отходов с лесосеки к месту переработки.

При оценке доступности древесных отходов большую роль играет фактор концентрации их ресурсов, влияние которого устанавливают в зависимости от затрат на производство ( $q_{щ}$ ), определяемые объемами перерабатываемого сырья ( $V$ ):

$$q_{щ} = A + \frac{Bh_{щ}}{V},$$

где  $A$  — переменные затраты на 1 м<sup>3</sup> щепы, руб./м<sup>3</sup>;

$B$  — условно-постоянные расходы в расчете на весь объем вырабатываемой щепы, тыс. руб.;

$V$  — объем перерабатываемого сырья (отходов, дров) в одном пункте, тыс. м<sup>3</sup>.

Зависимость затрат на переработку отходов от степени концентрации их ресурсов устанавливают методами корреляции с использованием фактических или нормативных данных. Аналитическое выражение этой зависимости дифференцируют по видам перерабатываемых отходов и типам технологических процессов, применяемых в лесозаготовительной и деревообрабатывающей промышленности.

Нормы расхода отходов на производство технологической щепы устанавливают по фактическим данным или по материалам экспериментальных исследований. Удельные нормы расхода дифференцируют по их видам и направлениям использования.

Транспортные затраты на перевозку щепы потребителям (что в большинстве случаев является необходимым условием ее использования) устанавливают на базе существующих тарифов для железнодорожного, автомобильного и водного транспорта.

Транспортные расходы вычисляют по формуле

$$C_T = tL_n + U_1 + U_2, \quad (1.21)$$

где  $L_n$  — расстояние перевозки щепы, км;

$t$  — переменная составляющая транспортных затрат,  $\frac{\text{руб.}}{\text{м}^3 \cdot \text{км}}$ ,

$U_1$  — суммарные условно-постоянные транспортные затраты руб./м<sup>3</sup> (табл. 1.2);

$U_2$  — расходы на погрузку и выгрузку щепы, руб./м<sup>3</sup>.

Таблица 1.2

Значения параметров  $t$  и  $U_1$  (по данным Лесотехнической академии имени С. М. Кирова)

Вид транспорта	$t$	$U_1$	Примечание
Автомобильный	0,053	0,83	При $L_n = 10 - 100$ км
Железнодорожный	0,0019	0,54	При $L_n = 50 - 2000$ км
Водный (для европейских пароходств)	0,0015	0,71	При $L_n = 51 - 120$ км
	0,0015	0,83	При $L_n = 121 - 260$ км
	0,0018	0,86	При $L_n = 261 - 510$ км

Установление экономически доступных ресурсов древесных отходов с использованием двух стоимостных величин (предельной цены щепы и нормативной стоимости ее производства и транспортирования) может

быть осуществлено различными методами, которые рассматриваются ниже.

#### 1.4.2. Метод пообъектного расчета при наличии информации о расположении возможных потребителей щепы

При оценке доступности ресурсов отходов по этому методу используют следующие исходные данные:

объем основного производства для каждого пункта концентрации отходов;

удельные нормативы образования реальных ресурсов отходов;

норматив расхода отходов на производство щепы;

предельная цена щепы, установленная для конкретного потребителя как индивидуальная величина;

расстояние доставки щепы до потребителя.

Доступность ресурсов определяют по формуле

$$Ц'_n \geq \left( Ц_{от} h_{щ} + A + \frac{B h_{щ}}{V} + q_n \right) (1 + P_{щ}) + t L_n + U_1 + U_2. \quad (1.22)$$

При оценке доступности отходов в леспромхозах объемы технологической щепы определяют с учетом ресурсов дровяной древесины, направляемой в переработку. Совместная переработка дров и древесных отходов в щепу технологически обусловлена сходством их потребительных свойств. Эффективность производства щепы увеличивается с ростом концентрации ресурсов сырья. В уравнение (1.22) подставляют параметры, характеризующие конкретные условия производства и потребления щепы в зависимости от концентрации отходов и расстояния доставки. Ресурсы являются доступными, если предельная цена ( $Ц_n$ ) равна или превышает значение правой части неравенства (1.22)

#### 1.4.3. Метод пообъектного расчета при отсутствии информации о размещении потребителей щепы

Метод следует применять для оценки ресурсов отходов при перспективном планировании их использования в отдельных районах или в масштабах отрасли. Ввиду отсутствия информации о размещении потребителей щепы в расчетах доступности используют среднеотраслевые (районные) значения параметров предельных цен и затрат на производство щепы. Экономическая доступность определяется нахождением возможного расстояния транспортировки щепы до потребителей:

$$L_n = \frac{Ц'_n - \left( Ц_{от} h_{щ} + A + \frac{B h_{щ}}{V} + q_n \right) (1 + P_{щ}) - U_1 - U_2}{t}. \quad (1.23)$$

Если  $L_n$  принимает значения, близкие к 0, то ресурсы отходов доступны при переработке щепы на конечные продукты только в местах ее производства.

#### 1.4.4. Метод графических схем

Рассмотренные выше методы пообъектного расчета доступности ресурсов обеспечивают высокую точность полученных результатов, но связаны с большими вычислениями, что затрудняет их практическое использование при большом числе пунктов концентрации отходов. В целях

перспективного планирования и прогнозирования использования древесных отходов следует рекомендовать метод графических схем и номограмм, обеспечивающих упрощенное решение задач геометрическим способом.

Графическая схема (рис. 1.2) характеризует условия размещения ресурсов относительно возможных пунктов переработки щепы в конечные продукты (нижние склады леспромхозов, лесобиржи деревообрабатывающих предприятий) и условия концентрации ресурсов отходов

Для построения графических схем неравенство (1.22) решается относительно величины  $V$  при изменении величины  $l_n$ .

$$V = \frac{Bh_m(1 + P_m)}{U_n - (U_{от}h_m + A + q_n)(1 + P_m) - U_n - U_1 - U_2} \quad (1.24)$$

Графики I—IV на схеме — это различные варианты использования отходов, отличающиеся видами и структурой перерабатываемого сырья и направлением использования щепы. Например, вариант I предполагает использование всех отходов и дровяной древесины при выработке щепы для целлюлозно-бумажного производства, вариант III переработку того же сырья на щепу для производства плит и т. д.

Чтобы решить задачу на определение доступности ресурсов отходов с использованием графических схем, достаточно нанести на поле условий точку с координатами  $(V, l_n)$ , характеризующими объем перерабатываемого сырья (дров и отходов в одном пункте  $(V)$ , и расстояние до возможных потребителей щепы  $(l_n)$ .

Если указанная точка окажется выше и левее графика, соответствующего рассматриваемому варианту, то ресурсы отходов для производства щепы следует считать экономически доступными; если положение точки будет ниже и правее графика, то ресурсы отходов рассматривают как экономически недоступные

Графические схемы должны быть дифференцированы по примыканию пунктов производства щепы к путям транспорта и по районам с однородными условиями образования отходов и потребления щепы. Степень достоверности определения экономически доступных ресурсов методом графических схем зависит от того, насколько условия производства и потребления щепы в том или ином конкретном районе соответствуют параметрам, заложенным в построение графических схем. Если эти условия для отдельных районов значительно расходятся, то графические схемы строятся для каждого района.

Для решения задачи на определение экономической доступности отходов по району (группе предприятий) или отрасли рекомендуется метод номограмм. Метод основан на группировках ресурсов по степени их концентрации, осуществляемых при оценке реальных ресурсов. В левом квадранте номограммы (рис. 1.3) расположена кумулятивная кривая реальных ресурсов древесных отходов, построенная на базе их распре-

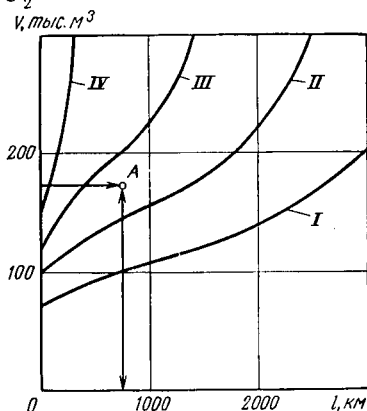


Рис. 1.2. Графическая схема условий экономической доступности ресурсов низкосортной древесины и отходов

деления по уровню концентрации. В правом квадранте помещаются дискриминанты графической схемы, аналогично рис. 1.2.

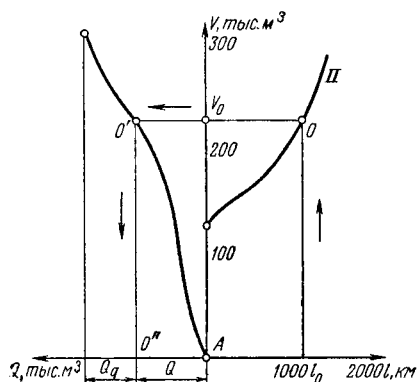


Рис. 1.3. Номограмма для определения экономически доступных ресурсов низкосортной древесины и отходов

доступных ресурсов по длине отрезка  $AO = V_{II}$  (в масштабе шкалы  $V$ ), экономически доступные ресурсы определяются как разность между общим объемом ресурсов и экономически недоступными ресурсами ( $V - V_{II}$ )

#### 1.4.5. Метод предельных затрат

Указанный метод устанавливает связь экономически доступных ресурсов отходов с предельной ценой и нормативной стоимостью производства щепы и базируется на данных пообъектного определения ресурсов. Во всех ранее рассмотренных методах предельная цена щепы была принята как строго фиксированная величина, поэтому границы доступности ресурсов определялись только по условиям производства щепы без учета эффективности потребления последней. Метод предельных затрат позволяет установить границы освоения ресурсов отходов в связи с различными значениями параметра предельной цены и создает необходимую информацию для создания экономически обоснованных программ развития перерабатывающих производств на базе использования древесных отходов в пределах отдельных районов и в масштабах всей страны. Необходимость применения указанного метода объясняется и тем, что эффективность освоения отходов не может быть оценена однозначно вне связи с объектами их переработки.

Дело в том, что каждому пункту концентрации ресурсов отходов присуща своя индивидуальная величина нормативной стоимости щепы, определяемая под влиянием следующих факторов: концентрация ресурсов, размернокачественные характеристики сырья, вид техники и технологии, район местоположения.

С народнохозяйственной точки зрения в качестве первоочередных объектов для промышленного освоения должны стать те ресурсы, которые характеризуются наименьшими значениями нормативной стоимости щепы. Именно этот дифференцированный подход к оценке доступности ресурсов осуществляется с использованием метода предельных затрат

Сущность метода следующая.

1. По формуле (1.19) для каждого пункта концентрации ресурсов отходов и для каждого варианта производства щепы (варианты различаются структурой потребляемого сырья и оценкой стоимости последнего) рассчитывается нормативная стоимость щепы и устанавливается возможный объем ее производства, соответственно указывается и объем используемых отходов.

2. По значениям нормативной стоимости щепы, начиная с наименьших, осуществляется группировка ресурсов по принципу формирования групп в пределах условно принимаемых объектов щепы (100, 200, 300 тыс. м<sup>3</sup> и т. д.).

3. Для каждой группы ресурсов щепы суммированием значений нормативной стоимости определяются общие групповые затраты.

4. Суммированием объемов щепы в группах нарастающим итогом устанавливаются кумулятивные объемы вырабатываемой щепы.

5. Суммированием групповых затрат нарастающим итогом производится расчет общих кумулятивных затрат на производство щепы.

6. Нормативная стоимость производства щепы определяется в двух значениях:

как средняя величина делением кумулятивных затрат на соответствующий кумулятивный объем вырабатываемой щепы;

как предельная величина делением групповых затрат на соответствующий объем щепы в группе.

Решение задач на определение доступности ресурсов с использованием предельных затрат может быть осуществлено аналитическим и графическим методами. Для этой цели методами корреляции устанавливаются зависимости средних и предельных значений нормативной стоимости от объема вырабатываемой щепы (соответственно и объема используемых отходов):

$$\bar{C}_n = f_1(Q_n); \quad \hat{C}_n = f_2(Q).$$

где  $Q$  — объем вырабатываемой щепы.

Экономически доступные ресурсы отходов устанавливаются по соотношению предельной цены щепы с предельными значениями нормативной стоимости, т. е. решением уравнения относительно параметра  $Q_n$ .

Метод предельных затрат рассмотрим на примере оценки ресурсов отходов для группы предприятий.

Реальные физические ресурсы древесных отходов были определены по совокупности 83 нижних складов, 37 лесозаготовительных предприятий с объемом вывозки 14066,9 тыс. м<sup>3</sup>. В качестве примера рассмотрен вариант производства щепы с использованием отходов от раскряжевки, деревообработки и топливных дров. Для каждого нижнего склада по формуле (1.19) была установлена нормативная стоимость 1 м<sup>3</sup> щепы, которая определилась в пределах от 8,3 до 16,9 руб. Группы ресурсов по объему вырабатываемой щепы формировались на уровне около 100 тыс. м<sup>3</sup>, начиная с наименьших значений нормативной стоимости (табл. 1.3).

Как видно из таблицы, освоение ресурсов в объеме 148 тыс. м<sup>3</sup> связано с затратами в размере 1255,6 тыс. руб. Дальнейшее увеличение ресурсов на 106,2 тыс. м<sup>3</sup> вызывает рост затрат на 928,2 тыс. руб. При этом освоение ресурсов в объеме 254,2 тыс. м<sup>3</sup> (148,0 + 106,2) будет обеспечиваться при общих суммарных затратах в размере 2183,8 тыс. руб. (1255,6 + 928,2) и т. д.

Предельные затраты (значения нормативной стоимости) в расчете на 1 м<sup>3</sup> щепы вычислим делением групповых затрат на ресурсы щепы:

$$\frac{1\ 255,6}{148,0} = 8,49; \quad \frac{928,2}{106,2} = 8,74; \quad \frac{1\ 023,7}{103,2} = 9,92$$

и т. п.



Таблица 1.3

Зависимость общих, средних и предельных затрат от объема производства технологической щепы

Группы по объему производства технологической щепы, тыс м <sup>3</sup>	Суммарный объем производства технологической щепы, тыс м <sup>3</sup>	Суммарные объемы сырья тыс м <sup>3</sup>		Общие затраты на производство технологической щепы, тыс руб.		Нормативная стоимость м <sup>3</sup> технологической щепы, руб., коп.	
		дров	отходов	групповые	суммарные	средняя	предельная
148,0	148,0	177	18	1255,6	1255,6	8 49	8 49
106,2	254,2	302,8	32,2	928,2	2183,8	8 59	8 74
103,2	357,4	427,8	46,2	1023,7	3207,5	8 97	9 92
101,6	459,0	545,6	60,4	1068,1	4275,6	9 32	10 51
101,1	560,1	665,5	74,5	1078,9	5354,5	9 55	10 67
112,8	672,9	741,8	148,2	1238,6	6593,1	9 80	10 98
109,2	782,1	814,0	218,0	1251,8	7844,9	10 00	11 46
102,5	884,6	881,6	283,4	1277,6	9122,5	10 31	12 46
102,2	986,8	952,3	351,7	1329,7	10 452,2	10 55	13 01
104,2	1091,0	1024,0	421,0	1398,0	11 850,2	10 81	13 42
136,6	1227,6	1119,1	512,8	2277,7	14 127,9	11 04	16 66

Удельные средние значения нормативной стоимости производства 1 м<sup>3</sup> щепы определены отношением суммарных затрат к объемам производства щепы:

$$\frac{2\ 183,8}{254,2} = 8,59; \quad \frac{3\ 207,5}{357,4} = 8,97 \text{ и т. д.}$$

Зависимость средних и предельных значений нормативной стоимости щепы от объема ее производства показана на рис 1.4 На поле с осями координат  $S$  и  $Q$

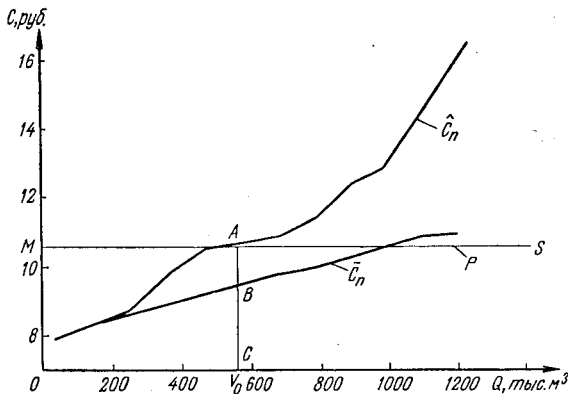


Рис 1.4 Зависимость средних и предельных затрат от объема производства технологической щепы

наносится линии, показывающие зависимость предельных  $\hat{C}_n$  и средних ( $\bar{C}_s$ ) затрат от объема вырабатываемой щепы ( $Q$ ) На это поле накладывается линия  $MS$ , параллельная оси  $Q$  и отсекающая по оси  $S$  отрезок  $OM$ , равный в масштабе шкалы  $S$  предельной цене на щепу, уменьшенной на среднюю величину транспортных расходов по доставке щепы (в рассмотренном примере — 10,6 руб). Эта линия пересекает кривую предельных затрат в точке  $A$ , устанавливая предельные затраты  $AC$  и соответствующие им ресурсы щепы в объеме  $OC$  (560 тыс м<sup>3</sup>)

производство которых обеспечивается с принятой нормативной рентабельностью. Указанному объему щепы, за пределами которого освоение ресурсов будет осуществляться с рентабельностью ниже установленного норматива или становится вообще убыточным, соответствуют экономически доступные ресурсы отходов (основное сырье — дрова) в размере 74,5 тыс. м<sup>3</sup>, снимаемые по шкале Q. Следовательно, для условий производства по принятому варианту и предельной цене 10,6 руб./м<sup>3</sup> и общего возможного объема реальных физических ресурсов отходов в размере 512,8 тыс. м<sup>3</sup> экономически доступными являются 74,5 тыс. м<sup>3</sup>.

Изменение предельной цены щепы соответственно изменяет и границы доступности, так при величине предельной цены 13 руб. экономически доступными становятся ресурсы отходов в объеме 163,3 тыс. м<sup>3</sup>. Задачу на определение доступности отходов решают и аналитическим способом, используя для этих целей установленную зависимость предельных значений нормативной стоимости от объемов вырабатываемой щепы:

$$\hat{C}_n = 5,21 Q^2 - 0,79 Q + 9,06.$$

Так, при предельной цене 12 руб. объем экономически целесообразных для производства ресурсов щепы равняется корню уравнения  $12 = 5,21 Q^2 - 0,79 Q + 9,06$ , решаемого относительно Q, т. е. 830,1 тыс. м<sup>3</sup> (этим объемам щепы соответствуют ресурсы отходов в размере 116,2 тыс. м<sup>3</sup>).

Используя региональные зависимости предельных затрат от объемов вырабатываемой щепы, можно установить связь экономической доступности ресурсов отходов с условиями потребления последних, оцениваемыми показателем предельной цены.

## 1.5. ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРОИЗВОДСТВ ПО ПЕРЕРАБОТКЕ ОТХОДОВ ДРЕВЕСИНЫ

### 1.5.1. Общие экономические показатели

Организация производственных процессов по использованию древесных отходов на предприятиях связана с привлечением дополнительных производственных ресурсов, состоящих из:

единовременных капитальных вложений, направляемых на создание основных производственных фондов и нормируемых оборотных средств; текущих затрат в форме трудовых, материальных и денежных ресурсов.

Капитальные вложения направляются на:

- приобретение оборудования, рабочих машин, транспортных и передаточных средств;

- монтаж оборудования;

- проведение строительных работ (строительство зданий, сооружений)

Источниками финансирования капитальных вложений являются:

- бюджетные ассигнования при строительстве больших крупномасштабных объектов по переработке отходов (централизованное финансирование),

- фонд развития производства,

- ссуды государственного банка.

Текущие затраты на переработку отходов формируют себестоимость вырабатываемой товарной продукции. Себестоимость продукции, получаемой из отходов, включает все затраты на ее производство и реализацию. В общем виде себестоимость складывается из затрат на приобретение сырья (отходов) и на его переработку.

Нормы расхода сырья устанавливаются на основании разработанных нормативов или на базе экспериментальных данных для случаев создания и внедрения новых технологических процессов. Нормы расхода сырья (отходов) дифференцируются по породам и размерно-качественным характеристикам. Исходная оценка сырья (отходов) производится

по действующим прејскурантам (если таковые имеются) или на основании директивных документов министерств и ведомств.

Результатом организации производства по переработке отходов является получение товарной продукции, рассчитываемой по формуле

$$R = \sum_{i=1}^m Q_i \Pi_i, \quad (1.25)$$

где  $R$  — товарная продукция, вырабатываемая из отходов;  
 $m$  — ассортимент вырабатываемой продукции в едином технологическом процессе переработки отходов;  
 $Q_i$  — объем производства  $i$ -го вида продукции;  
 $\Pi_i$  — оптовая цена  $i$ -го вида продукции по действующим прејскурантам.

При изменении запасов готовой продукции из отходов на складах объем реализации определяется следующим образом:

$$R_n = R \pm \Delta R, \quad (1.26)$$

где  $R_n$  — объем реализации продукции, вырабатываемой из отходов;  
 $\Delta R$  — изменение остатков готовой продукции на складах.

Эффективность технологических процессов по переработке отходов оценивается системой показателей, построенной по одному принципу сопоставления затрат и результатов.

Прибыль от реализации определяется по следующей формуле:

$$\Pi = \sum_{i=1}^m (\Pi_i - C_i) Q_i, \quad (1.27)$$

где  $C_i$  — себестоимость единицы  $i$ -го вида вырабатываемой продукции. Затраты производственных ресурсов складываются из: основных фондов ( $\Phi$ ), трудовых ресурсов ( $T_p$ ), материальных ресурсов ( $V$ ).

Основные фонды оцениваются по их балансовой стоимости на основании данных бухгалтерского учета.

Эффективность использования основных фондов, занятых в производствах по переработке отходов, оценивается системой измерителей в натуральном и денежном выражении.

Натуральные измерители, характеризующие использование фондов по времени и выработке, применяются для оценки эффективности работы отдельных видов машин и оборудования в составе технологических и транспортных процессов.

Использование машин и оборудования по времени характеризуют:

1. Коэффициент технической готовности

$$K_{т.г} = \frac{S_n}{S_o}, \quad (1.28)$$

где  $S_n$  — количество машино-смен в исправном состоянии;

$S_o$  — общее количество машино-смен пребывания в хозяйстве.

2. Коэффициент использования исправных машин и оборудования

$$K_{исп} = \frac{S_p}{S_n}, \quad (1.29)$$

где  $S_p$  — количество машино-смен в работе.

3. Интегральный коэффициент использования по времени

$$K_{инт} = K_{т.г} \cdot K_{исп} = \frac{S_p}{S_o}. \quad (1.30)$$

4. Коэффициент сменности использования оборудования машин, механизмов

$$K_{см} = \frac{S_p}{M_p}, \quad (1.31)$$

где  $M_p$  — машино-дни в работе.

Увеличение сменности значительно снижает удельные затраты на переработку за счет условно-постоянной части расходов в себестоимости.

Использование машин и оборудования по выработке характеризуют следующие показатели.

1. Годовая выработка по конечной продукции или по объему переработанного сырья на одну списочную машину (установку)

$$O_{г.м} = \frac{V}{n}, \quad (1.32)$$

где  $V$  — объем перерабатываемых отходов;

$n$  — списочное наличие машин, оборудования, установок.

2. Сменная выработка по конечной продукции или по объему перерабатываемых отходов

$$Q_{см.м} = \frac{V}{S_p}. \quad (1.33)$$

Обобщающую характеристику использования основных фондов, занятых переработкой древесных отходов, дают стоимостные показатели.

1. Фондоотдача

$$f = \frac{R}{F}, \quad (1.34)$$

где  $f$  — фондоотдача, измеряемая отношением товарной продукции ( $R$ ) к балансовой стоимости основных фондов ( $F$ ), руб./руб.;

2. Фондоемкость:

$$а) f_Q = \frac{F}{V}; \quad (1.35)$$

$$б) f_R = \frac{F}{R}, \quad (1.36)$$

где  $f_Q$  — фондоемкость как отношение стоимости основных фондов к объему вырабатываемой продукции, руб./м<sup>3</sup>;

$f_R$  — фондоемкость как отношение стоимости основных фондов к объему товарной продукции (величина, обратная фондоотдаче), руб./руб.

3. Рентабельность производственных фондов

$$P = \frac{\Pi}{F + O_n} \cdot 100, \quad (1.37)$$

где  $P$  — рентабельность, %;

$O_n$  — нормируемые оборотные средства в процессах по переработке отходов.

Применение стоимостных показателей (формулы 1.34–1.37) дает оценку использования только той части основных фондов, которая непосредственно участвует в технологических процессах по переработке отходов. Задачами предприятий в области улучшения использования основных фондов по переработке древесных отходов являются:

1) увеличение сменности работы установок (оборудования) и загрузки их до величины проектной мощности;

2) ликвидация внутрисменных потерь времени за счет повышения коэффициента технической готовности;

3) повышение качества выпускаемой товарной продукции;

4) рост единичных мощностей установок (оборудования) при условии обеспеченности их сырьем.

Эффективность использования трудовых ресурсов, занятых на переработке древесных отходов, характеризуется показателями производительности труда.

1) Годовая выработка по готовой продукции на одного списочного рабочего

$$Q_{гр} = \frac{V}{T_p}, \quad (1.38)$$

где  $T_p$  — списочное количество основных и вспомогательных рабочих, занятых в процессах по переработке отходов.

2) Годовая выработка по товарной продукции на одного списочного рабочего (включая вспомогательных рабочих)

$$R_{гр} = \frac{R}{T_p} \quad (1.39)$$

3) Дневная выработка по готовой продукции

$$Q_{дн.р} = \frac{V}{\text{Ч}}, \quad (1.40)$$

где Ч — отработанное количество чел.-дней основными и вспомогательными рабочими.

4) Дневная выработка по товарной продукции

$$R_{дн.р} = \frac{R}{\text{Ч}} \quad (1.41)$$

Степень улучшения использования трудовых ресурсов оценивается через показатели роста производительности труда, исчисляемые по методу индексов:

$$\text{ПТ} = \frac{\text{ПТ}_ф - \text{ПТ}_п}{\text{ПТ}_п}, \quad (1.42)$$

где индексы «ф» и «п» соответственно указывают на фактически достигнутые и плановые значения показателей производительности труда; ПТ — рост производительности труда, достигнутый по сравнению с планом.

Контроль за эффективным использованием трудовых ресурсов осуществляется сопоставлением темпов роста производительности труда (формула 1.42) с темпами роста средней заработной платы.

Средняя заработная плата рабочих на переработке древесных отходов определяется по формуле

$$W = \frac{W_0 + \Delta W}{T_p}, \quad (1.43)$$

где  $W_0$  — фонд заработной платы основных и вспомогательных рабочих,  $\Delta W$  — выплаты из фонда материального поощрения.

Задачам снижения себестоимости вырабатываемой продукции соответствует условие, записанное следующим неравенством:

$$\Delta \text{ПТ} > \Delta W, \quad (1.44)$$

означающим необходимость превышения темпов роста производительности труда над темпами роста средней заработной платы.

Эффективность комплексного использования отходов (материальных ресурсов) оценивается следующими показателями:

1) расход древесных отходов на единицу готовой продукции

$$h = \frac{V}{Q}; \quad (1.45)$$

2) съем товарной продукции с кубометра перерабатываемых отходов

$$\varepsilon_1 = \frac{R}{V} \quad (1.46)$$

3) съем товарной продукции с рубля стоимости используемых отходов

$$\varepsilon_2 = \frac{R}{V\Pi_{от}} \quad (1.47)$$

где  $\Pi_{от}$  — принятая исходная оценка стоимости отходов в калькуляции себестоимости продукции.

4) съем прибыли с кубометра перерабатываемого сырья

$$\varepsilon_3 = \frac{\Pi}{V}, \quad (1.48)$$

5) съем прибыли с рубля стоимости перерабатываемого сырья

$$\varepsilon_4 = \frac{\Pi}{V\Pi_{от}} \quad (1.49)$$

Показатели  $\varepsilon_1 - \varepsilon_4$  характеризуют комплексность и глубину переработки древесных отходов, рациональность и эффективность производственных процессов.

Итоговую оценку эффективности производственных процессов по переработке древесных отходов (в %) дает показатель рентабельности продукции, определяемый по формуле

$$\Pi = \frac{\Pi - C}{C} \cdot 100, \quad (1.50)$$

где  $C$  — себестоимость единицы продукции

Особого рассмотрения заслуживают вопросы оценки эффективности капитальных вложений в производствах по переработке древесных отходов. При строительстве новых цехов, производственных участков, предназначенных для выпуска товарной продукции, эффективность капитальных вложений оценивается показателями общей эффективности, определяемыми по формулам:

1) коэффициент общей эффективности

$$E_o = \frac{R - C}{K}, \quad (1.51)$$

где  $K$  — объем капитальных вложений по сметной оценке;

2) срок окупаемости капитальных вложений

$$T_{ок} = \frac{K}{R - C} = \frac{K}{\Pi}. \quad (1.52)$$

Капитальные вложения рассчитываются по формуле

$$K = K_o + K_m + K_c, \quad (1.53)$$

где  $K_o$  — стоимость приобретаемого оборудования, машин и механизмов;

$K_m$  — стоимость монтажа,

$K_c$  — стоимость строительных работ;

3) годовой экономической эффект

$$\Delta_{год} = (R - C) - KE_n = \Pi - KE_n, \quad (1.54)$$

где  $E_n$  — нормативный коэффициент экономической эффективности капитальных вложений

Условие эффективной организации производственных процессов по переработке древесных отходов достигается в случаях, когда

$$T_{ок} \leq T_{ок}^n, \quad (1.55)$$

где  $T_{ок}^n$  — нормативный срок окупаемости капитальных вложений

При проведении мероприятий, направленных на модернизацию оборудования, совершенствование технологических процессов, внедрение научной организации труда, их эффективность оцениваются показателями сравнительной экономической эффективности:

1) срок окупаемости

$$T_{\text{ок}} = \frac{\Delta K}{\Delta C} \quad (1.56)$$

где  $\Delta K$  — дополнительные капитальные вложения на совершенствование технологических процессов;

$\Delta C$  — условно-годовая экономия (снижение себестоимости),

2) коэффициент экономической эффективности

$$E = \frac{\Delta C}{\Delta K} = \frac{1}{T_{\text{ок}}} \quad (1.57)$$

3) приведенные затраты

$$ПЗ = C + E_{\text{н}}K, \quad (1.58)$$

4) годовой экономический эффект

$$\mathcal{E}_{\text{гол}} = \Delta C - \Delta K E_{\text{н}}. \quad (1.59)$$

В тех случаях, когда осуществление организационных и технических мероприятий связано с изменением качества выпускаемой продукции, в формулы 1.56, 1.57, 1.59 должна быть введена корректирующая поправка  $\pm \Delta Ц$ , учитывающая изменение оптовой цены выпускаемой продукции, тогда названные формулы приобретут следующий вид:

$$T_{\text{ок}} = \frac{\Delta K}{\Delta C \pm \Delta Ц}; \quad (1.60)$$

$$E = \frac{\Delta C \pm \Delta Ц}{\Delta K}; \quad (1.61)$$

$$\mathcal{E}_{\text{гол}} = \Delta C \pm \Delta Ц - \Delta K E_{\text{н}}. \quad (1.62)$$

Особенностью определения технико-экономических показателей использования древесных отходов в лесозаготовительной промышленности является переработка древесных отходов в едином потоке с переработкой дров и маломерной древесины, являющихся продукцией, неизбежно образующейся в процессе лесозаготовок. Такая форма организации переработки отходов повышает эффективность производственных процессов за счет роста концентрации, обеспечивает полную загрузку оборудования. В основе создания единых производственных процессов лежит сходство потребительных свойств названных групп сырья. Однако организация переработки не позволяет установить в чистом виде экономические показатели использования отходов лесозаготовок, поэтому все расчеты должны проводиться обезличенно на весь объем перерабатываемого сырья (отходы лесозаготовок, дрова, маломерная древесина).

Вовлечение древесных отходов в переработку является основой для развития процесса комбинирования на предприятиях лесозаготовительной и лесопильно-деревообрабатывающей промышленности. Уровень такого комбинирования определяется по соотношению производственных ресурсов и достигаемых результатов и рассчитывается по формулам:

1) по соотношению товарной продукции:

$$Y_{\text{г}} = \frac{R}{R_0}; \quad (1.63)$$

2) по соотношению прибыли:

$$Y_2^* = \frac{\Pi}{\Pi_0}; \quad (1.64)$$

3) по соотношению основных фондов:

$$Y_3^* = \frac{F}{F_0}; \quad (1.65)$$

4) по соотношению трудозатрат:

$$Y_4^* = \frac{T_p}{T_0}, \quad (1.66)$$

где  $R_0$ ,  $\Pi_0$ ,  $F_0$ ,  $T_0$  — соответственно суммарные значения показателей товарной продукции, прибыли, основных фондов и трудозатрат на предприятии.

Изучение показателей  $Y_1^* - Y_4^*$  в динамике позволяет установить тенденции в развитии комплексного использования древесного сырья. Организация переработки древесных отходов на предприятиях изменяет их экономические показатели эффективности. Оценим изменение ряда показателей системой следующих формул, предварительно приняв за базовые показатели предприятий без организации переработки отходов:

товарная продукция  $R'$ ;  
 основные производственные фонды  $F'$ ;  
 нормируемые оборотные средства  $O'$ ;  
 списочное количество работников  $T'_p$ ;  
 прибыль от товарной продукции  $\Pi'$ ;  
 производительность труда  $\Pi T'$ ;  
 фондоотдача  $f'$ ;  
 рентабельность  $r'$

Изменение производительности труда

$$\Delta \Pi T' = \left[ \frac{R' + R}{(T'_p + T_p) \Pi T' - 1} \right] \cdot 100. \quad (1.67)$$

Изменение фондоотдачи

$$\Delta f' = \left[ \frac{R' + R}{(F' + F) f' - 1} \right] \cdot 100. \quad (1.68)$$

Изменение рентабельности

$$\Delta r' = \left[ \frac{\Pi' + \Pi}{(F' + O'_n + F + O_n) r' - 1} \right] \cdot 100 \quad (1.69)$$

Соответственно по изменению фондообразующих показателей может быть оценено влияние организации переработки отходов на величину фондов экономического стимулирования на предприятиях.

### 1.5.2. Методы оценки экономической эффективности использования отходов

В качестве показателя эффективности промышленного использования древесных отходов принимается величина прибавочного продукта, образующегося в сферах переработки отходов и производства конечной продукции, отнесенная к единице потребленного сырья (древесных отходов). На различных уровнях народного хозяйства получаемый прибавочный продукт оценивается различными видами эффекта:



на уровне предприятий, строек — хозрасчетным эффектом, измеряемым прибылью;

на уровне отраслей — межотраслевым эффектом, слагающимся из прибавочного продукта, реализуемого в сферах производства и потребления щепы (отходов) и оцениваемого по разнице между предельной ценой щепы и нормативной стоимостью ее производства за вычетом транспортных расходов;

на уровне народного хозяйства — народнохозяйственным эффектом, учитывающим различные формы экономии общественного труда при вовлечении в переработку древесных отходов (экономия лесных ресурсов, экономия затрат на заготовку леса, снижение транспортных затрат, экономия капитальных вложений и др.).

Хозрасчетный эффект для предприятий, вырабатывающих технологическую щепу из древесных отходов (леспромхозы, лесозаводы, деревообрабатывающие предприятия), рассчитывается по формуле

$$\mathcal{E}_{1x} = \frac{Ц - C_1}{h_{щ}} \geq \frac{П}{h_{щ}}, \quad (1.70)$$

где  $Ц$  — оптовая цена технологической щепы франко-поставщик;

$C$  — полная себестоимость  $1 \text{ м}^3$  щепы при нулевой стоимости отходов

$П$  — нормативная прибыль на  $1 \text{ м}^3$  щепы;

$h_{щ}$  — норма расхода отходов на производство  $1 \text{ м}^3$  щепы.

Эффективность и срок окупаемости капитальных вложений в производство щепы оценивают, используя показатель хозрасчетного эффекта ( $\mathcal{E}_{1x}$ ), по формулам:

$$E_1 = \frac{\mathcal{E}_{1x} \cdot h_{щ}}{K_1}; \quad (1.71)$$

$$T_1 = \frac{1}{E_1}, \quad (1.72)$$

где  $K_1$  — удельные капитальные вложения (фондоёмкость) в расчете на  $1 \text{ м}^3$  щепы.

Для предприятий — потребителей щепы при оценке хозрасчетного эффекта используют формулу

$$\mathcal{E}_{2x} = \frac{Ц_k - C_2}{h_k h_{щ}} \geq \frac{K_2 r}{h_k h_{щ}}, \quad (1.73)$$

где  $Ц_k$  — оптовая цена конечной продукции, вырабатываемой из отходов (целлюлоза, плиты и т. п.);

$C_2$  — полная себестоимость единицы конечной продукции;

$h_k$  — расход щепы на единицу конечной продукции;

$K_2$  — удельные капитальные вложения (фондоёмкость) в производство конечной продукции;

$r$  — норматив среднеотраслевой рентабельности фондов.

Эффективность и срок окупаемости капитальных вложений в производство конечной продукции из древесных отходов рассчитывают по формулам:

$$E_2 = \frac{\mathcal{E}_{2x} h_k h_{щ}}{K_2}; \quad (1.74)$$

$$T_2 = \frac{1}{E_2}. \quad (1.75)$$

Для определения показателей хозрасчетного эффекта предприятия располагают всей необходимой статистической информацией. Однако применение показателей хозрасчетного эффекта обеспечивает объективную оценку лишь в тех случаях, когда оптовые цены на щепу и конечные продукты отражают общественно необходимые затраты.

Межотраслевой эффект суммарно отражает условия производства и потребления щепы и рассчитывается при помощи предельной цены и нормативной стоимости производства щепы по формуле

$$\mathcal{E}_{от} = \left( \Pi + C_d + \frac{K_2 r}{m} - C_T \right) \frac{1}{h_{щ}}, \quad (1.76)$$

где  $\Pi$  — нормативная прибыль на 1 м<sup>3</sup> щепы;

$C_d$  — разница между предельной ценой и нормативной стоимостью производства щепы ( $C_d = C_k - C_{ш}$ );

$C_T$  — транспортные расходы на перевозку щепы.

При определении эффективности использования отходов транспортные расходы оцениваются по формуле (1.21) или принимаются по фактическому расстоянию перевозки щепы, когда известно местонахождение предприятия — потребителя щепы, или по среднесложившимся расстояниям, когда отсутствует информация о расположении возможных потребителей щепы.

Применение показателей аналогично хозрасчетному эффекту при выработке продукта в пределах одного предприятия, где образовались отходы. В случаях когда полуфабрикат из отходов (например, технологическая щепка) вывозится за пределы предприятия, показатели межотраслевого эффекта применяют вышестоящие планирующие органы, научные и проектные организации.

Народнохозяйственный эффект от использования отходов рассчитывают по формуле

$$\mathcal{E}_{н.х} = \mathcal{E}_{от} + \Delta \mathcal{E}_1 + \Delta \mathcal{E}_2 + \Delta \mathcal{E}_3, \quad (1.77)$$

где  $\mathcal{E}_{от}$  — межотраслевой эффект, рассчитываемый по формуле (1.76);

$\Delta \mathcal{E}_1$  — экономия транспортных затрат при получении дополнительных ресурсов сырья путем переработки отходов вместо ввоза сырья из многолесных районов (чаще всего северных и восточных);

$\Delta \mathcal{E}_2$  — эффект от экономии капитальных вложений при уменьшении объемов лесозаготовок в многолесных районах;

$\Delta \mathcal{E}_3$  — эффект, уменьшающий затраты на создание кадров для лесной промышленности и обеспечение их жильем.

Параметры  $\Delta \mathcal{E}_1$ ,  $\Delta \mathcal{E}_2$ ,  $\Delta \mathcal{E}_3$  определяют на 1 м<sup>3</sup> отходов.

Экономия транспортных затрат оценивается снижением затрат на ввоз древесины из других районов (областей) за счет использования отходов древесины. Для районов с напряженным балансом древесного сырья, куда древесина ввозится в большом количестве и на значительные расстояния, величина этого эффекта окажется существенной. Эффект от экономии капитальных вложений в лесозаготовительное производство определяют с учетом нормативов удельных капитальных вложений на рассчитываемый период ( $K_n$ ) и коэффициента их эффективности ( $E_n$ ) по формуле

$$\mathcal{E}_2 = K_n E_n. \quad (1.78)$$

Оценка эффекта, снижающего затраты на обеспечение кадров лесной промышленности жильем, сопряжена с выявлением потребности в дополнительных капитальных вложениях в жилищное строительство при организации лесозаготовок в многолесных районах. Без учета социальных

последствий этот эффект может быть определен по следующей формуле:

$$\Delta_3 = E_n \Delta K, \quad (1.79)$$

где  $\Delta K$  — дополнительные капитальные вложения в жилищное строительство на 1 м<sup>3</sup> сырья при его заготовке в многолесных районах по сравнению с его производством в малолесных районах.

Полученные показатели характеризуют эффективность использования отходов древесины. В тех случаях, когда конечная продукция из отходов используется вместо продукции из традиционных материалов (например, технологическая щепка взамен балансов), определяют сравнительную эффективность по величине экономии приведенных затрат по формуле

$$\Delta_{уд} = \frac{(C_{пс} + C'_т + E_n K_{пс}) K_{вз} - (C_{по} + C''_т + E_n K_{по})}{h_k h_{щ}}, \quad (1.80)$$

где  $C_{пс}$  — себестоимость продукта из первичного сырья, руб./м<sup>3</sup>;  
 $C'_т$  — затраты на транспорт первичного сырья к месту переработки, руб./м<sup>3</sup>;

$K_{пс}$  и  $K_{по}$  — удельные капитальные вложения в производство продукта из первичного сырья и продукта из отходов, руб./м<sup>3</sup>;

$E_n$  — нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений;

$C_{по}$  — себестоимость продукта из отходов при их нулевой цене, руб./м<sup>3</sup>,

$K_{вз}$  — коэффициент эквивалентности продукта из отходов и первичного сырья;

$C''_т$  — затраты на транспорт продукта из отходов к месту потребления, руб./м<sup>3</sup>;

$h_k$  — удельный расход продукта из отходов на изготовление конечного продукта;

$h_{щ}$  — удельный расход отходов на изготовление продукта из него.

При переработке отходов в технологическую щепу

$$\begin{aligned} C_{по} &= C_n = q_{щ} + q_n, \\ C''_т &= C'_т; \quad h_{отх} = h_{щ}; \\ K_{по} &= K. \end{aligned}$$

Транспортные расходы  $C'_т$  и  $C''_т$  определяют исходя из фактических и средневзвешенных расстояний перевозок.

## РАЗДЕЛ 2.

### ИСТОЧНИКИ И ОБЪЕМЫ ОБРАЗОВАНИЯ ОТХОДОВ. ИХ ХАРАКТЕРИСТИКА

#### 2.1. ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ПРОИЗВОДСТВА, ГДЕ ОБРАЗУЮТСЯ ОТХОДЫ

##### 2.1.1. Лесозаготовки

До начала разработки лесосек проводятся подготовительные работы с целью создания благоприятных производственных условий. Ряд операций этих работ связан с образованием отходов лесозаготовок, а именно: с лесосеки убираются подгнившие, сухостойные, зависшие, ветровальные и другие опасные деревья, подготавливаются погрузочные пункты путем расчистки площади от кустарников, подлеска, срезания пней на уровне земли, а также расчищается дорожная полоса лесовозного уса от деревьев, пней и кустарников.

Основными лесосечными работами являются валка, трелевка, погрузка леса; в зависимости от принятого технологического процесса лесозаготовок на лесосеке и погрузочных площадках могут также выполняться очистка стволов от сучьев, раскряжевка хлыстов, разделка долготья и другие операции. В настоящее время в лесной промышленности применяются три основных типа механизированных технологических процессов лесосечных работ: с погрузкой деревьев; с погрузкой хлыстов; с погрузкой сортиментов.

Первый тип технологического процесса является наиболее прогрессивным. Очистка деревьев от сучьев и раскряжевка хлыстов переносятся на нижний склад, где имеются условия для полной механизации и автоматизации этих процессов и возможность рационального использования лесосечных отходов.

Второй тип имеет наибольшее применение. С учетом конкретных условий предприятия очистка деревьев от сучьев может выполняться как на лесосеке, так и погрузочной площадке. На лесосеках со слабыми грунтами, а также для сохранения подроста очистку стволов от сучьев производят на лесосеке или на волоках, а сучья используют для укрепления волоков и основания лесовозного уса.

Третий тип применяется в основном при вывозке сортиментов на мелкие или временные склады и при ограничениях по транспортным условиям. В связи с тем, что он имеет ряд недостатков, к которым относится большая трудоемкость, трудность механизации основных операций в условиях лесосеки, необходимость перевозки большего числа рабочих, его доля в общем объеме лесозаготовок непрерывно снижается.

Для приема вывозимой древесины, ее переработки, временного хранения, отгрузки древесины и изделий из нее служат нижние склады лесозаготовительных предприятий. По условиям примыкания к магистральным путям нижние склады подразделяют на два типа — прирельсовые и береговые. Береговые склады, в свою очередь, подразделяются на примыкающие к судоходным транспортным путям, временно судоходным и несудоходным.

В настоящее время получает развитие технология работ с доставкой хлыстов во двор потребителя по железным дорогам. Вывезенную из лесосек древесину временно хранят на специальных площадках или же сразу перегружают с лесовозного транспорта на подвижной состав железнодорожного транспорта. Такие склады называются погрузочными лесными пунктами. Особым видом лесных складов являются лесоперевалочные базы, организуемые в местах перегрузки древесины с водного транспорта на железнодорожный.

По способу поступления древесины нижние склады подразделяются на три группы: с вывозкой деревьев, вывозкой хлыстов и с вывозкой сортиментов.

На прирельсовом нижнем складе лесозаготовительного предприятия при вывозке деревьев или хлыстов выполняются следующие работы: разгрузка лесовозного подвижного состава и разделение пачек хлыстов и деревьев, дообрубка сучьев хлыстов или очистка деревьев от сучьев, раскряжевка хлыстов на сортименты, транспортировка и сортировка сортиментов с укладкой их в штабели, разделка сортиментов на коротье, отгрузка сортиментов, а также переработка на пиломатериалы и шпалы, выработка тарных комплектов, технологической щепы, древесной стружки из отходов лесопиления, шпалопиления, дров, тарного кряжа и др.

На береговом нижнем складе с вывозкой деревьев или хлыстов производятся разгрузка лесовозного подвижного состава и разделение пачек деревьев или хлыстов, дообрубка сучьев хлыстов и очистка деревьев от сучьев, раскряжевка хлыстов, сортировка и транспортировка сортиментов к местам сплотки или штабелям для последующего молевого сплава, сброса леса на воду и др.

При выполнении этих операций на нижнем складе образуются отходы в виде сучьев, ветвей, вершин, откомлевок, козырьков, опилок от раскряжевки хлыстов, кусковые и мягкие отходы лесопиления и деревообработки, количество которых зависит от грузооборота нижнего склада, технологического процесса лесозаготовок и объема производства перерабатывающих цехов.

### 2.1.2. Лесопиление и деревообработка

При лесопилении круглые сортименты (бревна) перерабатывают на пиленые и строганые пиломатериалы и заготовки. Выпускаемая продукция по степени готовности к потреблению относится в основном к полуфабрикатам, используемым для изготовления разнообразных изделий. В технологическом процессе лесопильного производства преобладают операции деления древесины на части, выполняемые на разнообразных станках.

Распиливаемое бревно имеет форму усеченного конуса, обычно искаженную продольной кривизной, наплывами и утолщениями в зоне срубленных сучьев, а также некруглостью поперечных сечений. Бревна в ряде случаев подвергаются окорке. Кору снимают на лесопильных (деревообрабатывающих) заводах. Целесообразность предварительного снятия коры состоит в снижении затупления резцов при обработке и получении чис-

тых отходов, которые могут использоваться как вторичное сырье для выработки высококачественной продукции.

Пиловочное сырье раскраивается способами, характеризующимися разными возможностями выхода готовой пиленной продукции. Наиболее распространены развальный и брусово-развальный способы раскря пиловочного сырья (рис. 2.1, А и Б). Развальный способ раскря характеризуется делением бревен параллельно продольной оси на части, равные или

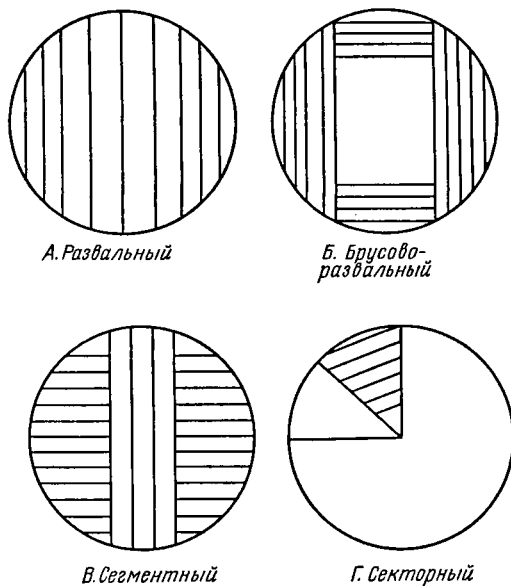


Рис. 2.1. Способы раскря пиловочного сырья

кратные толщине заданных для выработки пиленных деталей и заготовок. В результате такого деления бревен получают необрезные доски, из которых изготовляют обрезные доски, бруски или пиленные детали и заготовки.

Брусово-развальный, или брусовой, способ раскря бревен характеризуется тем, что бревна сначала раскраиваются параллельно продольной оси на части, в центральной зоне равные ширине, а в боковых зонах — толщине пиломатериалов. В результате такого раскря при первом проходе в центральной зоне получают двухкантные брусья, а в боковых зонах — необрезные доски, как и при развальном способе.

При втором проходе из двухкантных брусьев в пределах пропиленных пластей получают чистообрезные доски, совпадающие с поперечными сечениями пиленных заготовок или кратные им, из сбеговой зоны — полуобрезные доски: в вершинном конце — необрезные, а в комлевом — обрезные.

Помимо развального и брусово-развального способов, имеется много других способов раскря пиловочного сырья, особенно на пиленную продукцию с пластинами, ориентированными относительно годовичных колец

древесины. Среди них особое значение имеют сегментный и секторный способы (рис 2.1, В и Г) При секторном способе пиловочное сырье делится по радиусам на секторы, из которых вырабатывают радиальную или тангенциальную пилопродукцию При развальном-сегментном способе сырье раскраивается последовательно за несколько проходов. При первом проходе оно делится на необрезные доски радиальной распиловки и два сегмента. Полученные сегменты во втором проходе в свою очередь распиливаются на доски с одной обрезной кромкой и две четвертинки. Каждая четвертинка в третьем проходе делится на радиальные доски.

Брусово-сегментный способ раскроя применяют при выработке тангенциальной пилопродукции для лыжных болванок. По этому способу сырье сначала делится на брус и два сегмента. В последующем брусья распиливаются на заданные по толщине тангенциальные сортименты, а сегменты — на четвертинки, из которых затем выпиливают тангенциальную пилопродукцию.

При раскрое пиловочного сырья на пиломатериалы неизбежны потери и отходы древесины. К потерям относятся припуски на усушку пилопродукции и распыл, к отходам — опилки, рейки, горбыли и отрезки.

Фанерное производство перерабатывает круглые сортименты на клееные материалы. В технологическом процессе фанерного производства основными операциями являются разделка круглого сырья на тонкие листы (лущеный и строганый шпон), сушка тонких листов и изготовление из них слоистых клееных материалов под давлением или использование в качестве облицовочного материала.

Отходы фанерного производства образуются в виде отрезков чураков, карандашей, шпона рванины, обрезков шпона и фанеры, опилок, шлифовальной пыли.

Столярно-механические производства в качестве сырья используют полуфабрикаты лесопильного и фанерного производства, изготавливая из них готовую продукцию К таким производствам относятся: изготовление окон и дверей, паркетных изделий, мебели, музыкальных инструментов, футляров для радиоприемников и телевизоров, деревянных частей разнообразных машин, школьных парт и др.

В специальную группу деревообрабатывающих производств входят специализированные по предметному признаку производства, выпускающие готовую продукцию преимущественно на специальном оборудовании, отвечающем особенностям формы и размеров перерабатываемого сырья и получаемой продукции. К ним относятся катушечно-челночное, бондарное, лыжное, колодочное, обозное производства и др.

Производство шпал и тарных комплектов (дощечек) связано с использованием станков для продольной распиловки и имеет много общего с лесопилением. В качестве сырья используют круглые лесоматериалы, пиломатериалы и кусковые отходы лесопиления.

В деревообрабатывающем производстве отходы образуются в виде коры, отрезков, горбылей, реек, станочной стружки, опилок и шлифовальной пыли.

## 2.2. ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ДРЕВОСТОЕВ

Эффективность использования отходов лесозаготовок повышается при их переработке совместно с низкокачественной древесиной. Для определения возможных объемов поступления на нижние склады низкокачественной древесины пользуются данными, приведенными в табл. 2.1—2.3

Таблица 2.1

## Классы товарности древостоев

Классы	Хвойные породы	Лиственные породы
I	Число дровяных деревьев до 5%	Число дровяных деревьев до 10%
II	Число дровяных деревьев от 6 до 15%	Число дровяных деревьев от 11 до 40%
III	Число дровяных деревьев более 15%	Число дровяных деревьев более 40%

Таблица 2.2

## Количество деловой и низкокачественной древесины при сплошных рубках

Порода	Распределение древесины по классам товарности, %					
	I		II		III	
	деловая	низкокачественная	деловая	низкокачественная	деловая	низкокачественная
Сосна	86	14	83	17	76	24
Ель	85	19	82	18	75	25
Лиственница	75	25	69	31	62	38
Пихта	84	16	77	23	70	30
Кедр	84	16	81	19	19	27
Береза	54	46	40	60	26	74
Осина	44	56	33	67	22	78
Ясень	80	20	70	30	50	50
Бук	79	21	74	26	60	40
Граб	72	28	58	42	39	61
Липа	75	25	60	40	40	60
Клен	75	25	60	40	42	58

Таблица 2.3

## Степень поражения напенной гнилью деревьев в спелых древостоях

Район обследования	Порода деревьев	Средний процент деревьев, пораженных гнилью при диаметре на высоте груди, см				
		16—20	24—32	36—44	48—56	60 и более
Новгородская область	Сосна	1	2	6	8	10
	Ель	2	2	10	12	15
	Береза	10	15	15	20	—
	Осина	45	50	55	60	—
Пермская область	Ель	15	25	40	55	70
Свердловская область	Сосна	8	10	20	30	—
Иркутская область	Сосна	4	8	12	13,5	—
Хабаровский край	Кедр	—	15	19	40	70



## 2.3. ОТХОДЫ ЛЕСОЗАГОТОВОК

### 2.3.1. Кусковые отходы кроны и ствола

\* Количество сучьев зависит от породы древесины и имеет значения, приведенные в табл. 2.4.

В качестве вспомогательной для определения разрядов высот приведена табл. 2.5, содержащая данные о диаметрах и высотах деревьев для каждого разряда высот по породам.

Величина потерь элементов кроны зависит от времени года, породы древесины и способа трелевки и имеет значения, приведенные в табл. 2.6.

Т а б л и ц а 2.4

Ступени толщины, см	Количество сучьев, % к объему ствола в коре					
	Разряды высот					
	I б, I а	I	II	III	IV	V, V а
<b>Сосна</b>						
4	13	14	16	17	18	19
8	8	10	12	13	14	15
12	7	9	10	11	12	13
16	6	8	10	11	12	13
20	6	8	9	10	11	12
24	5	7	8	9	10	11
28	5	7	8	9	10	11
32	5	7	8	9	10	11
40	5	7	8	9	10	11
52	5	7	8	9	10	—
<b>Ель</b>						
4	30	34	37	40	43	48
8	18	20	22	25	27	32
12	14	15	18	21	23	25
16	12	13	16	19	21	22
20	11	12	15	17	18	19
24	10	11	13	15	16	17
28	9	10	12	14	15	16
32	9	10	12	14	15	16
40	8	9	11	13	14	15
52	8	9	10	11	12	—
<b>Береза</b>						
4	5	6	7	8	9	10
8	6	7	8	9	10	12
12	8	9	10	11	12	14
16	10	11	12	13	14	15
20	11	12	13	14	15	15
24	12	13	14	15	16	16
28	13	14	15	16	17	17
32	14	15	16	17	18	—
40	15	16	16	17	18	—
48	17	18	19	20	—	—

## Количество сучьев, % к объему ствола в коре

Ступени толщины, см	Разряды высот					
	I б, I а	I	II	III	IV	V, V а

## Осина

4	3	4	5	6	7	—
8	4	5	6	7	8	—
12	6	7	8	10	12	—
16	7	8	9	11	13	—
20	8	9	10	12	14	—
24	9	10	11	13	15	—
28	10	11	12	14	16	—
32	11	12	13	15	17	—
40	13	14	15	17	18	—
48	14	15	16	18	—	—

## Пихта

12	—	30	30	30	30	—
16	—	18	18	18	18	—
20	—	16	16	16	16	—
24	—	13	13	13	13	—
28	—	10	10	10	10	—
32	—	9	9	9	9	—
40	—	8	8	8	8	—
48	—	7	7	7	7	—

## Лиственница

4	—	32	32	32	32	32
8	—	26	26	26	26	26
12	—	20	20	20	20	20
16	—	16	16	16	16	16
20	—	13	13	13	13	13
24	—	11	11	11	11	11
28	—	10	10	10	10	10
32	—	10	10	10	10	10
40	—	9	9	9	9	9
52	—	9	9	9	9	9

## Кедр

12	—	15	16	20	21	23
16	—	13	14	18	20	21
20	—	12	13	17	18	19
24	—	10	12	15	17	18
28	—	10	11	14	16	17
32	—	9	10	13	15	16
40	—	8	9	12	13	14
52	—	7	8	10	12	13

## Количество сучьев, % к объему ствола в коре

Степени толщины, см	Разряды высот					
	I б, I а	I	II	III	IV	V, V а
<b>Дуб</b>						
20	14	15	16	16	17	18
24	15	16	17	17	18	18
28	16	17	18	18	19	20
32	17	18	19	20	20	21
36	17	18	19	20	20	21
40	18	19	20	21	21	22
44	18	19	20	21	21	22
48	19	20	21	21	22	22
52	19	20	21	22	22	22
56	20	21	21	22	22	23
64	20	21	21	22	22	23
72	20	21	21	22	22	23
<b>Бук</b>						
16	—	15	15	15	15	—
20	—	12	12	12	12	—
24	—	11	11	11	11	—
28	—	10	10	10	10	—
32	—	8	8	8	8	—
36	—	7	7	7	7	—
40	—	6	6	6	6	—
44	—	5	5	5	5	—
48	—	5	5	5	5	—
52	—	5	5	5	5	—
56	—	4	4	4	4	—
60	—	4	4	4	4	—
64	—	3	3	3	3	—
<b>Липа</b>						
8	8	10	12	14	16	16
12	8	10	12	14	16	16
16	9	10	12	14	17	17
20	9	11	13	15	17	17
24	9	11	13	15	17	17
28	10	11	13	15	17	17
32	10	12	14	16	18	18
40	10	12	14	16	18	18
48	11	13	15	17	19	19
56	12	14	16	18	—	—
64	12	14	16	—	—	—

## Разряды высот деревьев по породам

Диаметр на высоте груди, см	Высота деревьев по разрядам, м					
	I а	I	II	III	IV	V
1	2	3	4	5	6	7
<b>Сосна</b>						
4	10	9	7	6	5	5
8	14	12	11	9	8	7
12	18	16	14	13	12	10
16	22	20	18	16	15	12
20	26	23	21	19	17	14
24	28	25	23	21	19	15
28	30	27	25	22	20	16
32	31	28	26	23	21	17
40	33	30	27	25	22	19
52	34	31	28	25	23	—
<b>Ель</b>						
4	5	4	4	3	2	—
8	12	11	9	8	7	6
12	17	15	14	13	11	10
16	21	19	18	16	14	13
20	25	23	21	19	17	15
24	27	25	23	21	19	17
28	30	28	25	23	21	19
32	31	29	27	25	22	20
40	34	32	29	27	25	22
52	36	34	32	29	27	—
<b>Береза</b>						
4	11	10	8	6	5	4
8	16	15	13	11	9	8
12	19	18	16	14	12	11
16	21	20	18	16	14	13
20	23	22	20	18	16	15
24	25	23	21	19	17	15
28	26	24	22	20	18	15
32	28	26	23	21	19	—
40	30	28	25	23	21	—
48	32	30	27	25	—	—
<b>Осина</b>						
4	10	9	8	7	6	—
8	15	14	13	12	10	—
12	20	18	17	15	13	—
16	24	21	19	17	15	—
20	26	24	22	19	17	—
24	27	25	23	21	19	—
28	29	26	24	22	20	—
32	30	28	26	23	21	—
40	32	29	27	25	22	—
48	34	31	29	25	—	—

Диаметр на высоте груди, см	Высота деревьев по разрядам, м					
	I а	I	II	III	IV	V
1	2	3	4	5	6	7

## Пихта

12	—	15	13	12	10	—
16	—	18	17	15	13	—
20	—	21	19	17	16	—
24	—	24	21	20	18	—
28	—	26	23	21	19	—
32	—	28	24	23	20	—
40	—	30	26	25	21	—
48	—	32	—	26	—	—

## Лиственница

12	—	19	17	15	13	11
16	—	23	21	18	15	13
20	—	26	23	20	17	15
24	—	29	26	23	19	16
28	—	31	28	24	21	18
32	—	33	30	26	23	19
40	—	36	37	29	25	21
52	—	38	34	31	27	23

## Кедр

12	—	15	13	12	10	9
16	—	19	16	14	12	10
20	—	23	19	16	14	12
24	—	24	21	17	15	13
28	—	26	23	19	16	14
32	—	27	24	20	17	14
40	—	28	25	22	19	15
52	—	29	27	23	19	16

## Дуб

20	24	22	20	17	15	13
24	27	24	22	19	17	14
28	29	26	24	21	19	16
32	30	28	25	22	20	17
36	32	29	26	23	21	18
40	33	30	27	24	21	19
44	33	30	28	25	22	19
48	34	31	28	25	22	19
52	34	31	28	25	22	19
56	35	32	28	25	22	19
64	35	32	29	26	23	20
72	35	32	29	26	23	20

## Бук

20	—	23,0	20,5	18,0	15,5	—
24	—	26,0	23,0	20,5	18,0	—

Диаметр на высоте груди, см	Высота деревьев по разрядам, м					
	I а	I	II	III	IV	V
1	2	3	4	5	6	7
28	—	28,5	25,5	22,5	20,0	—
32	—	30,5	27,5	24,5	22,0	—
36	—	32,0	29,5	26,5	23,5	—
40	—	34,0	31,0	28,0	25,0	—
44	—	35,0	32,0	29,5	26,5	—
48	—	36,5	33,5	30,5	27,5	—
52	—	37,5	34,5	31,5	28,5	—
56	—	38,5	35,5	32,0	29,0	—
60	—	39,5	36,0	33,0	29,5	—
64	—	40,0	36,5	33,5	30,5	—

## Липа

12	17,0	16,0	15,0	14,0	13,5	12,0
16	20,0	18,5	17,5	16,5	15,0	13,5
20	22,5	21,0	19,5	18,0	16,5	14,5
24	24,0	22,0	20,5	19,0	17,0	15,0
28	25,0	23,0	21,5	19,5	17,5	15,5
32	26,0	24,0	22,0	20,0	17,5	16,0
40	27,5	25,0	22,5	20,0	18,0	16,0

Таблица 2.6

## Потери элементов кроны в процессе лесозаготовок в процентах от массы кроны

Древесные породы	Трелевка деревьев вершиной вперед				Трелевка деревьев комлем вперед			
	при валке деревьев	при форми- ровании пачки	при движе- нии пачки	всего	при валке деревьев	при форми- ровании пачки	при движе- нии пачки	всего
Ель	0,4	12,8	7,9	21,1	1,1	2,2	5,8	9,1
Береза	14,6	25,7	5,0	45,3	5,4	4,1	0,9	10,4
Пихта	—	—	—	—	0,5	14,1	6,9	21,5
Сосна	14,0	33,4	8,3	55,7	6,6	7,2	6,4	20,2
Осина	50,0	23,8	5,6	79,4	—	—	—	—

## Летом

Ель	0,4	12,8	7,9	21,1	1,1	2,2	5,8	9,1
Береза	14,6	25,7	5,0	45,3	5,4	4,1	0,9	10,4
Пихта	—	—	—	—	0,5	14,1	6,9	21,5
Сосна	14,0	33,4	8,3	55,7	6,6	7,2	6,4	20,2
Осина	50,0	23,8	5,6	79,4	—	—	—	—

## Зимой

Ель	9,9	20,7	8,3	38,9	9,6	14,8	5,2	28,6
Береза	6,4	30,4	26,2	63,0	11,8	4,8	7,5	24,1
Пихта	—	—	—	—	10,6	31,6	3,7	45,9
Сосна	54,8	23,4	7,1	85,3	42,2	25,8	6,0	79,0
Осина	61,5	30,8	0,5	92,8	60,1	12,9	0,8	74,8

В зависимости от породы, преобладающей в составе разрабатываемых насаждений, поступающие на склад отходы кроны имеют различные размеры (табл. 2.7)

Таблица 2.7

Распределение сучьев, поступающих на нижние склады при вывозке деревьев, по толщине у основания

Порода деревьев	Средний процент сучьев при диаметрах у основания, см			
	3 и менее	4—10	11—20	21 и более
Сосна	38	60	2	
Ель и пихта	70	30	—	
Береза	45	50	5	
Осина	25	60	12	3

Средние и максимальные размеры сучьев в наиболее часто встречающихся эксплуатационных насаждениях приведены в табл. 2.8.

Таблица 2.8

Средние и максимальные размеры 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	10,5
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	—	—

Химический состав древесины сучьев отличается от химического состава древесины ствола, что видно из табл. 2.9, содержание коры на сучьях приведено в табл. 2.10.

Таблица 2.9

Химический состав древесины ствола и сучьев, %

Компоненты	Ель		Сосна		Осина	
	ствол	сучья	ствол	сучья	ствол	сучья
Целлюлоза	58,80	44,80	56,50	48,20	52,20	43,90
Лигнин	28,01	34,45	27,05	25,42	21,11	25,90
Пентозаны	10,51	12,86	10,48	13,15	22,71	35,90
Эфирная вытяжка	1,03	1,31	4,91	3,32	1,54	2,48
Зола	0,21	0,36	0,19	0,27	0,27	0,33

Содержание коры в общем объеме сучьев

Диаметр сучьев у основания мм	Содержание коры в общем объеме сучьев, %				Диаметр сучьев у основания мм	Содержание коры в общем объеме сучьев, %			
	ель	сосна	береза	осина		ель	сосна	береза	осина
17—20	29	22	—	—	61—70	—	9	19	23
21—30	26	18	24	28	71—80	—	—	18	23
31—40	23	15	23	28	81—90	—	—	—	22
41—50	22	13	22	26	91—100	—	—	—	20
51—60	21	9	21	24					

При раскряжке хлыстов на сортименты образуются отходы древесины в виде откомлевок, козырьков и опилок

### 2.3.2. Древесная зелень

*Древесной зеленью называются побеги с диаметром среза до 6 мм, покрытые хвоей или листьями*

В живых клетках дерева содержится много биологически активных компонентов — витаминов, ферментов, гормонов, фитонцидов, белков, жиров, углеводов и других веществ, пригодных для лечебных, пищевых и кормовых целей. Вредных или ядовитых веществ в наиболее распространенных древесных породах средней полосы европейской части СССР не обнаружено.

Важнейшие составные части хвон и листьев некоторых древесных пород приведены в табл. 2.11

Таблица 2.11

Составные части хвон и листьев (мг на 1 кг сухого вещества)

Составные части	Хвоя сосны	Хвоя ели	Листья березы
Хлорофилл	До 15 000	5 000—14 000	(1400—4200)
Каротин	186 (97—367)	183 (70—244)	380(155—527)
Витамин Е	До 360	До 350	
Витамин В	10	11	13
Аскорбиновая кислота (витамин С)	2040—9973	2 569—14 430	3 330—11 800
Железо	156 (100—187)	178 (116—320)	220
Марганец	316 (292—340)	318 (53—749)	300—500
Цинк	30 (9—94)	29 (27—32)	67—86
Медь	7 (3—9)	14 (5—23)	6—27
Кобальт	0,05—0,16	0,075 (0,015—0,158)	0,08—0,18
Полисахариды, %	36	35	16—18

В табл. 2.12 приведены составные части хвон сосны и ели (для условий Ленинградской области)



Таблица 2.12

## Химический состав хвои

Компоненты	Состав хвои, %	
	сосны	ели
Целлюлоза по Кюршнеру	29,7	17,6
Лигнин	30,0	29,2
Пентозаны	6,8	5,9
Редуцирующие вещества	3,6	10,0
Дубильные вещества	4,8	10,0
Вещества, экстрагированные эфиром	11,9	9,5
Вещества, экстрагированные водой	18,7	29,3
Зола	3,0	4,6

Средние значения количества листы (хвои) по СССР приведены в табл. 2.13 и 2.14.

Таблица 2.13

Количество влажной листы (хвои) по разрядам высот, кг на 1 м<sup>3</sup> ствола в коре

Ступени толщины, см	Разряды высот					
	I б, I а	I	II	III	IV	V, V а
<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

Ступени толщины, см	Разряды высот					
	I б, I а	I	II	III	IV	V, V а
12	37	42	48	77	84	85
16	35	40	44	62	68	71
20	33	38	41	52	56	58
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	—
48	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	—
48	20	20	20	20	—	—

## Кедр

12	—	140	147	155	163	170
16	—	110	122	135	147	160
20	—	100	112	125	135	150
24	—	90	100	115	127	140
28	—	80	90	105	117	130
32	—	70	80	95	105	120
40	—	60	70	80	90	100
52	—	30	40	50	60	70

Таблица 2.14

Среднее количество листвы (хвои) для всех разрядов высот, кг на 1 м<sup>3</sup> ствола в коре  
(по данным ВНИПИЭИлеспрома)

Ступени толщины, см	Порода деревьев				
	пихта	лиственница	дуб	бук	липа
4	—	40	—	—	—
8	—	36	—	77	48
12	90	34	—	58	40
16	70	30	—	47	34
20	50	28	26—40	35	32
24	45	27	24—36	32	30
28	38	26	20—31	30	28

Ступени толщины, см	Порода деревьев				
	пихта	лиственница	дуб	бук	липа
32	33	25	18—28	22	27
40	29	24	17—23	19	26
48	28	24	15—21	17	24
56	—	—	13—20	13	—
64	—	—	13—20	11	—

Таблица 2.15

Масса древесной зелени на 1 м<sup>3</sup> запаса древесины в зависимости от высоты дерева [11]

Средняя высота древостоя, м	Масса древесной зелени, кг/м <sup>3</sup>		
	сосняк	ельник	березняк
2	270	860	300
4	190	610	220
6	150	470	180
8	120	380	150
10	100	310	130
12	80	260	110
14	70	220	90
16	60	180	80
18	50	150	70
20	40	130	60
22	40	110	50
24	30	100	40
26	30	90	40
28	20	80	30
30	20	70	30

Таблица 2.16

Масса кроны деревьев сосны, ели, березы и осины, кг

Части кроны	Древесная порода	Масса кроны при диаметре ствола па высоте груди, см									
		8	12	16	20	24	28	32	36	40	42
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Древесная зелень	Осина	1	2	4	8	14	24	34	48	62	70
	Береза	1	2	3	5	14	28	46	62	82	93
	Ель	5	9	17	29	43	59	70	82	113	130
	Сосна	—	7	12	20	28	40	54	72	90	117
Ветки с диа- метром среза, мм: 6—30 31 и более	Осина	3	5	8	15	26	40	59	82	107	120
	Береза	5	6	10	16	27	42	60	81	105	116
	Ель	3	5	11	18	28	37	43	54	73	87
	Сосна	—	8	14	20	28	39	55	76	100	115
	Осина	1	3	6	12	24	52	75	106	156	176

Части кроны	Древесная порода	Масса кроны при диаметре ствола на высоте груди, см									
		8	12	16	20	24	28	32	36	40	42
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Общая масса кроны	Береза	1	3	8	16	28	45	67	105	171	209
	Ель	—	—	—	—	1	8	10	15	35	45
	Сосна	—	—	—	7	11	19	36	53	86	110
	Осина	5	10	18	35	64	116	168	236	325	376
	Береза	7	11	21	37	69	115	173	248	358	418
	Ель	8	14	28	47	72	104	123	151	221	268
	Сосна	—	15	26	47	67	98	145	201	276	342

В табл. 2.15 приведены данные Карельского филиала АН СССР о количестве древесной зелени в зависимости от высоты древостоя.

Данные о массе кроны деревьев I—III бонитетов в возрасте рубки при полном насаждении 0,6—1,0 для условий Латвийской ССР приведены в табл. 2.16.

Для более укрупненного подсчета древесной зелени можно воспользоваться данными табл. 2.17.

Средние данные о соотношении листвы (хвои) и тонких веток, а также физические свойства древесной зелени приведены в табл. 2.18—2.21

Таблица 2.17

Средняя масса кроны на 1 м<sup>3</sup> стволовой древесины  
(для условий Латвийской ССР)

Элементы кроны	Масса кроны, кг			
	сосны	ели	березы	осины
Древесная зелень	60	74	32	36
Ветки с диаметром среза, мм:				
6—30	60	48	54	63
31—60	32	12	57	63
61—80	4	—	1	14
81 и более	—	—	—	2
Общая масса кроны	156	134	144	178

Таблица 2.18

Соотношение листвы (хвои) и тонких веток  
в древесной зелени, % к общему весу

Вид древесной зелени	Сосна	Ель	Береза	Осина
Листья (хвоя)	66	80	53	60
Молодые побеги с диаметром до 6 мм	34	20	47	50

Состав древесной зелени, заготовленной на ИПС-1,0 [16]

Составные части древесной зелени	Состав древесной зелени, % от общей массы	Содержание каротина в расчете на абсолютно сухое вещество, мг/кг
-------------------------------------	--	---

## 1. Древесная зелень хвойных пород (ель, сосна)

Хвоя	54—68	103—152
Неодревесневшие побеги диаметром до 3 мм	14—26	6—11
Побеги диаметром бо- лее 3 мм	7—14	6—10
Кора, отдельные куски	1—3	4—6
Щепа, дробленка	2—4	—
Лишайник, мох	1—3	—
Мелочь, кора, хвоя	1—2	10—18

## 2. Древесная зелень лиственных пород (береза, ольха)

Листья	39—55	235—300
Неодревесневшие побеги диаметром до 3 мм	35—48	9—14
Ветки диаметром более 3 мм	5—8	7—10
Щепа, дробленка	3—4	—
Мелочь, листья, кора и др.	1—2	2—4

Таблица 2.20

Насыпная плотность и удельный объем  
древесной зелени [16]

Древесная зелень	Влаж- ность, %	Насыпная плотность, кг/м <sup>3</sup>		Удельный объем, м <sup>3</sup> /кг·10 <sup>-3</sup>	
		при свобод- ной насыпке	при динами- ческом уп- лотнении	при свобод- ной насыпке	при динами- ческом уп- лотнении
Ель	108—144	102—140	175—239	7,1—9,8	4,2—5,7
свежая хвоя	138—163	205—303	227—317	3,3—4,7	3,2—4,4
высушенная хвоя	9—11	134—186	153—211	5,4—7,5	4,7—6,5
Сосна	113—156	112—158	169—227	6,4—8,9	4,4—5,9
свежая хвоя	127—178	199—269	226—310	3,7—5,0	3,2—4,4
высушенная хвоя	9—11	124—168	128—178	5,4—8,1	5,6—7,8
Ольха	170—194	132—176	281—371	5,7—7,6	2,7—3,6
свежие листья	170—300	145—203	292—394	4,9—7,1	2,5—3,4
высушенные листья	9—11	32—44	109—147	22,7—31,2	6,8—9,1
Береза	163—194	139—191	306—408	5,2—7,2	2,5—3,3
свежие листья	163—212	141—193	338—434	5,2—7,1	2,3—3,0
высушенные листья	9—11	41—53	115—153	18,9—24,4	6,5—8,7

## Влажность свежезаготовленных фракций древесной зелени, % [16]

Наименование фракций	Древесная зелень			
	ели	сосны	ольхи	березы
Хвоя, листья	138—163	127—178	170—300	163—212
Побеги диаметром до 3 мм	117—203	138—178	127—150	117—133
Побеги диаметром более 3 мм	92—127	138—163	127—138	127—144
Кора (куски)	56—212	72—186	163—222	92—117
Щепа, дробленка	85—117	52—122	127—144	117—144
Мелочь (мох, кора, хвоя)	82—300	61—170	144—212	138—203
Древесная зелень	113—150	113—156	170—195	163—195

## 2.3.3. Малоценная древесина. Пни и корни

К малоценной древесине относятся хворост, валежник и обломки стволов. Кора хвороста и ветвей имеет незначительный слой корковой части. По механическим и химическим свойствам древесина тонкомерных стволиков основных пород почти не отличается от стволовой спелой древесины. В среднем по отношению к объему вывезенной древесины количество хвороста (тонкомерной древесины) составляет 11%.

По данным разных авторов, на лесосеке остается 5—12 м<sup>3</sup> древесины в виде обломков стволов и валежника на 1 га вырубаемой площади.

При заготовке леса на лесосеке остаются пни, объем которых составляет в среднем 3% объема ствола. Вместе с пнями остаются корни.

По массовым таблицам корни от наземной части ствола, включая крону, составляют, %: ели — 16,5; сосны — 11,5; осины — 13.

## 2.4. ОТХОДЫ ЛЕСОПИЛЕНИЯ

## 2.4.1. Характеристика сырья для производства пиломатериалов

Основным сырьем для производства пиломатериалов являются лесоматериалы круглые хвойных пород по ГОСТ 9463—72 и лиственных пород по ГОСТ 9462—71. В практике сырье для лесопильного производства называется пиловочником.

Для выработки пиломатериалов используются лесоматериалы:

а) хвойных пород — сосна, кедр, ель, пихта, лиственница толщиной 14 см и более, длиной — 4—6,5 м с градацией 0,5 м и длиной 3,9—7,5 м с градацией 0,3 м, сортов — I, II, III, IV;

б) лиственных пород — береза, осина, липа, дуб, бук, ясень, клен толщиной 14 см и более, длиной — не менее 3 м с градацией 0,5 м и не менее 1 м с градацией 0,1 м, сортов — I, II, III, IV.

## 2.4.2. Источники образования отходов

При раскросе пиловочного сырья на пиломатериалы неизбежны потери и превращение некоторой части древесины в отходы.

Отходы древесины при различных способах раскроя неодинаковы, по происхождению их можно разделить на следующие группы:

- а) отходы, связанные с применяемой при раскросе техникой;
- б) отходы, связанные с формой исходного сырья;
- в) отходы, связанные с качеством древесины;
- г) сопутствующие (внебалансовые) отходы.

К отходам первой группы относят древесину, измельченную в опилки, что свойственно технологии деления древесины пилами.

К отходам, связанным с формой исходного сырья, относятся горбыли, отрезки досок и рейки.

К отходам, связанным с качеством древесины, относятся разнообразные вырезки частей древесины с пороками, не допускаемыми техническими условиями на пиломатериалы различного назначения.

Сопутствующие отходы представлены корой, которая не входит в учет древесной массы и является внебалансовой.

### 2.4.3. Нормативы образования отходов

Объемы образования отходов и потерь древесины в процессе производства пиломатериалов зависят от количества древесины, вещественно входящей в состав вырабатываемой пилопродукции. Они могут изменяться в зависимости от следующих факторов: размерный, качественный и породный состав пиловочного сырья, спецификация, назначение и характер обработки пиломатериалов, организация технологии их производства, состояние техники и режущего инструмента и др.

Удельные нормативы образования опилок определены с учетом следующих величин:

- а) толщина пил для рам 1-го ряда:
  - для бревен диаметром 14—28 см — 2 мм;
  - для бревен диаметром 30—42 см — 2,2 мм;
  - для бревен диаметром 44 см и более — 2,5 мм;
- б) толщина пил для рам 2-го ряда — 2 мм;
- в) уширение зубьев пил — 0,8 мм на сторону.

Средневзвешенный удельный норматив выхода опилок определяется по формуле

$$N_0 = \frac{x_1 \sum_1^3 a_i^n \gamma_i + x_2 \sum_1^3 a_i^n \gamma_i}{10\,000}, \quad (2.1)$$

где  $a_i^n$ ,  $a_i^n$  — нормативы выхода опилок по группам диаметров бревен при выпилке соответственно обрезных и необрезных досок (табл. 2.22)

$\gamma_i$  — удельное содержание групп диаметров бревен в общем составе сырья для выработки данного вида досок, %.

$x_1$ ,  $x_2$  — содержание обрезных и необрезных досок, %

$$(x_1 + x_2 = 100\%)$$

Т а б л и ц а 2.22

Расчетные нормативы выхода опилок, %

Диаметр бревен, см	Удельные нормативы выхода	
	100% обрезных досок ( $a_i^n$ )	100% необрезных досок ( $a_i^n$ )
14—18	18,0	14,4
20—24	15,6	10,0
26 и более	11,9	7,3

Величина припусков на усушку регламентируется стандартами для пиломатериалов хвойных пород ГОСТ 6782.1—75 и лиственных пород ГОСТ 6782.2—75. Средние величины припусков на усушку по группам диаметров приведены в табл. 2.23.

Т а б л и ц а 2.23

Расчетные нормативы потерь от усушки		
Диаметр бревен	Нормативы потерь	
	100% обрезных досок	100% необрезных досок
14—18	4,6	5,5
20—24	4,9	5,8
26 и более	5,0	6,0

Потери древесины на распыл представляются в виде мелких частиц, которые в процессе пиления распыляются и не могут быть собраны. Величина этих потерь принимается в размере 1% объема сырья. Кусковые отходы лесопиления определяются как разница объемов всех отходов и опилок.

Процентное соотношение пиломатериалов, отходов и потерь по Минлесбумпрому СССР приведено в табл. 2.24—2.30.

Расчет индивидуальных норм расхода древесины в лесопилении выполнен с учетом размерно-качественного и породного состава пиловочного сырья и структурного состава пиломатериалов (табл. 2.31)

Средние значения коэффициентов полндревесности для различных видов отходов показаны в табл. 2.32—2.34.

Т а б л и ц а 2.24

Баланс пиловочного сырья хвойных пород, %

Экономические районы	Объем сырья	Процентное соотношение				
		пиломатериалов	кусовых отходов	опилок	потерь на усушку	потерь на распыл
Северо-Западный	100	59,0	21,0	14,1	4,9	1,0
Центральный	100	63,7	16,8	13,4	5,1	1,0
Волго-Вятский	100	65,8	15,4	12,5	5,3	1,0
Поволжский	100	67,7	12,7	13,6	5,0	1,0
Северо-Кавказский	100	66,4	14,4	13,1	5,1	1,0
Уральский	100	63,9	17,2	12,8	5,1	1,0
Западно-Сибирский	100	64,2	18,0	11,5	5,3	1,0
Восточно-Сибирский	100	62,7	19,1	12,0	5,2	1,0
Дальневосточный	100	64,4	17,5	11,9	5,2	1,0
Прибалтийский	100	65,4	15,8	12,6	5,2	1,0
Закавказский	100	66,7	15,6	11,2	5,5	1,0
Казахская ССР	100	65,6	17,7	10,2	5,5	1,0
Белорусская ССР	100	69,4	12,1	12,1	5,4	1,0
Украинская ССР	100	67,6	14,0	12,0	5,4	1,0
Молдавская ССР	100	73,1	9,6	10,5	5,7	1,0
Итого по Минлесбумпрому СССР	100	62,7	18,4	12,8	5,1	1,0



Таблица 2.25

## Баланс пиловочного сырья твердых лиственных пород, %

Экономические районы	Объем сырья	Процентное соотношение				
		пиломатериалов	кусовых отходов	опилок	потерь на усушку	потерь на распыл
Северо-Западный	100	62,7	20,2	10,4	5,7	1,0
Центральный	100	61,7	21,0	10,7	5,6	1,0
Волго-Вятский	100	63,4	19,6	10,3	5,7	1,0
Поволжский	100	61,3	21,5	10,5	5,7	1,0
Северо-Кавказский	100	60,6	21,5	11,3	5,6	1,0
Уральский	100	62,1	21,7	9,4	5,8	1,0
Западно-Сибирский	100	59,0	25,2	9,1	5,7	1,0
Восточно-Сибирский	100	62,5	22,4	8,2	5,9	1,0
Дальневосточный	100	62,9	19,1	11,7	5,3	1,0
Прибалтийский	100	63,9	18,9	10,5	5,7	1,0
Закавказский	100	64,1	18,2	11,2	5,5	1,0
Казахская ССР	—	—	—	—	—	—
Белорусская ССР	100	62,4	20,6	10,3	5,7	1,0
Украинская ССР	100	63,1	20,0	10,2	5,7	1,0
Молдавская ССР	100	62,5	20,6	10,2	5,7	1,0
<b>Итого по Минлесбум-прому СССР</b>	<b>100</b>	<b>62,1</b>	<b>21,2</b>	<b>10,0</b>	<b>5,7</b>	<b>1,0</b>

Таблица 2.26

## Баланс пиловочного сырья твердых лиственных пород, %

Экономические районы	Объем сырья	Процентное соотношение				
		пиломатериалов	кусовых отходов	опилок	потерь на усушку	потерь на распыл
Северо-Западный	100	66,6	16,1	10,6	5,7	1,0
Центральный	100	68,6	14,7	9,9	5,8	1,0
Волго-Вятский	100	69,8	13,5	9,9	5,8	1,0
Поволжский	100	67,2	16,1	9,9	5,8	1,0
Северо-Кавказский	100	69,0	13,9	10,4	5,7	1,0
Уральский	—	—	—	—	—	—
Западно-Сибирский	—	—	—	—	—	—
Восточно-Сибирский	100	69,0	15,5	8,7	5,8	1,0
Дальневосточный	100	64,9	18,7	9,8	5,6	1,0
Прибалтийский	100	69,6	13,7	9,9	5,8	1,0
Закавказский	100	69,7	13,2	10,4	5,7	1,0
Казахская ССР	—	—	—	—	—	—
Белорусская ССР	100	68,4	14,6	10,3	5,7	1,0
Украинская ССР	100	68,7	14,5	10,0	5,8	1,0
Молдавская ССР	100	69,4	13,7	10,1	5,8	1,0
<b>Итого по Минлесбум-прому СССР</b>	<b>100</b>	<b>68,2</b>	<b>14,9</b>	<b>10,2</b>	<b>5,7</b>	<b>1,0</b>

Таблица 2.27

## Общий баланс пиловочного сырья

Экономические районы	Объем сырья	Процентное соотношение			
		пиломатериалов	кусковых отходов	опилок	потерь на усушку и распыл
Северо-Западный	100	57,0	23,9	13,3	5,8
Центральный	100	62,5	18,9	11,9	6,7
Центрально-Черноземный	100	65,0	17,0	12,0	6,0
Волго-Вятский	100	63,1	18,9	12,0	6,0
Поволжский	100	64,0	18,0	12,0	6,0
Уральский	100	62,9	18,8	12,1	6,2
Западно-Сибирский	100	63,0	19,2	11,4	6,3
Восточно-Сибирский	100	59,6	22,3	12,1	6,0
Дальневосточный	100	63,6	18,4	11,9	6,1
Прибалтийский	100	65,5	16,2	11,8	6,5
Украинская ССР	100	66,6	15,9	11,5	6,0
Белорусская ССР	100	67,1	14,9	11,5	6,5
Итого по Минлесбум-прому СССР	100	61,2	21,1	11,7	6,0

Таблица 2.28

## Баланс хвойного пиловочного сырья при выработке пиломатериалов по ТУ 13-02-04—67

Продукция, отходы и потери	Выход, %	
	для европейской части СССР	для Сибири
Пилопродукция	57,1	57,3
В том числе:		
экспортная	45,8	44,8
из них:		
доски 2,7 м и более	43,1	42,1
короткие (0,6—2,4 м)	2,7	2,7
попутная	11,3	12,5
из них:		
доски 1 м и более	7,0	9,3
короткие (0,5—0,9 м)	1,7	1,1
обалпол	2,6	2,1
Кусковые отходы	22,9	23,7
Опилки	14,0	13,0
Усушка и распыл	6,0	6,0
Всего	100,0	100,0

Т а б л и ц а 2.29

**Баланс хвойного пиловочного сырья при выработке  
пиломатериалов по ГОСТ 8486—66 [5]**

Продукция, отходы и потери	Выход, %		
	для европейской части СССР	для Урала	для Сибири и Дальнего Востока
Пилопродукция	60,2	61,5	60,6
В том числе:			
доски 1 м и более	57,0	57,2	58,6
короткие (0,5—0,9 м)	1,1	1,3	0,4
обапал	2,1	3,0	1,6
Кусковые отходы	19,8	18,5	20,4
Опилки	14,0	14,0	13,0
Усушка и распыл	6,0	6,0	6,0
<b>Всего</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>

Т а б л и ц а 2.30

**Баланс лиственного пиловочного сырья при выработке  
необрезных досок по ГОСТ 2695—71**

Продукция, отходы и потери	Выход, %	
	мягколиственных (березы, осины)	твердолист- венных
Пилопродукция	63,9	69,6
В том числе:		
доски 1 м и более	62,2	69,6
короткие (0,5—0,9 м)	1,7	—
Отходы	29,1	23,4
В том числе:		
кусковые	20,1	14,4
опилки	9,0	9,0
Усушка и распыл	7,0	7,0
<b>Всего</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>

## Индивидуальные нормы расхода сырья в лесопильном производстве [37]

Виды пиломатериалов	Бревна с диаметром 14—24 см по сортам				Бревна с диаметром 26 см и выше по сортам			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV
Сосновые экспортные по ТУ 13-02-04—67		1,789	1,767	1,953	1,645	1,658	1,645	1,901
Еловые экспортные по ТУ 13-02-04—67		1,770	1,761	1,949	1,634	1,656	1,621	1,894
Хвойные экспортные по ТУ 13-02-04—67	—	1,783	1,764	1,953	1,639	1,658	1,637	1,898
Сосновые экспортные по ТУ 13-02-04—67 (для европейской части СССР)		1,773	1,764	1,950	1,637	1,656	1,626	1,901
Хвойные экспортные по ТУ 13-02-04—67 (для европейской части СССР)		1,770	1,764	1,950	1,634	1,656	1,623	1,898
Сосновые экспортные по ТУ 13-02-04—67 (для Сибири)		1,818	1,767	—	1,650	1,664	1,672	—
Хвойные экспортные по ГОСТ 9302—77Э		1,721	1,709	1,949	1,613	1,634	1,605	1,972
Хвойные обрезные по ГОСТ 8486—66	—	1,669	1,645	1,845	1,560	1,575	1,555	1,751
Хвойные обрезные по ГОСТ 8486—66 (для европейской части СССР)	—	1,692	1,650	1,845	1,555	1,570	1,536	1,733
Хвойные обрезные по ГОСТ 8486—66 (для Урала)	—	1,605	1,595	1,828	1,558	1,558	1,541	1,718
Хвойные обрезные по ГОСТ 8486—66 (для Сибири и Дальнего Востока)	—	1,645	1,656	1,848	1,567	1,590	1,600	1,803
Лиственничные обрезные по ГОСТ 8486—66	—	1,621	1,678	1,845	1,548	1,555	1,608	1,748
Мягколиственные и березовые необрезные по ГОСТ 2695—71	1,449	1,479	1,534	1,805	1,357	1,443	1,486	1,887
Твердолиственные обрезные по ГОСТ 2695—71	1,412	1,416	1,420	1,493	1,377	1,389	1,418	1,556

Таблица 2.32

**Коэффициент полндревесности ( $K_d$ ) кусковых отходов  
лесопиления в зависимости от размеров**

Длина, м	$K_d$			Длина, м	$K_d$	
	15	20	25—30		20	25—30
1—1,2	0,48	0,53	0,57	1,8—2,2	0,69	0,72
1,5	0,50	0,61	0,63	2,5—2,7	0,73	0,74

Таблица 2.33

**Коэффициент полндревесности ( $K_d$ ) отходов  
лесопиления по видам**

Виды отходов	$K_d$	Виды отходов	$K_d$
Горбыль толстый: окоренный	0,65	Рейка неделовая	0,45
неокоренный		Опилки рыхлые	0,28
Горбыль тонкий	0,48	Опилки слежавшиеся	0,33
Рейка деловая	0,60	Опилки после перевозки на расстояние: до 50 км	0,34
		более 50 км	0,36

Таблица 2.34

**Коэффициент полндревесности ( $K_d$ ) маломерной  
древесины и лесосечных отходов**

Виды древесного сырья	$K_d$
Маломерная древесина, очищенная от веток, диаметром в комле до 4 см и длиной, м:	
до 2,0	0,125
2,0—3,9	0,150
Вершины, тонкомерные хлысты диаметром 7—12 см, длиной 1,0—2,0 м	0,650
Обломки хлыстов диаметром 12—24 см, длиной, м:	
4,0—6,0	0,250
1,0—1,5	0,750
Сучья диаметром 3—10 см, длиной 0,5—1,5 м, очищенные от веток	0,250

## 2.5. ОТХОДЫ ШПАЛОПИЛЕНИЯ

### 2.5.1. Общая технологическая характеристика

Производство деревянных шпал составляет ежегодно 42—45 млн. штук, на что расходуется около 10 млн. м<sup>3</sup> деловой древесины. В перспективе производство деревянных шпал будет снижаться за счет применения железобетонных шпал. Выход основной продукции (шпал) не превышает 50—55% объема распиленного сырья. Для повышения выхода полезной продукции и уменьшения отходов в цехах шпалопиления производят выработку сопутствующей продукции: пиломатериалов (шпальной вырезки), тары, черновых заготовок, технологической щепы.

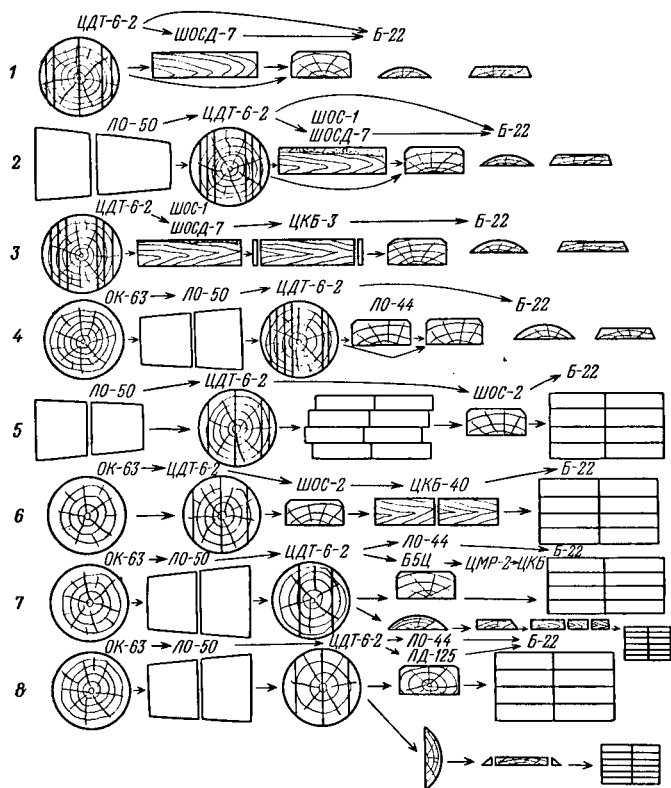


Рис. 2.2. Принципиальные структурные схемы шпалорезных цехов

Принципиальные структурные схемы основных типов технологических потоков шпалорезных цехов показаны на рис. 2.2. Наибольшее распространение имеют в настоящее время технологические схемы 1, 2, 3, когда вся продольная распиловка бревен на шпалы и сопутствующую продукцию осуществляется на головном станке. Технологический процесс здесь простейший, но качество сопутствующей продукции низкое, и неиспользуемые отходы составляют 20—28%.

Повышение качества сопутствующей продукции и снижение количества отходов достигаются при раскоре бревен на головном станке только на шпалы и переработке горбыля в отдельном потоке на пиломатериалы на делительных станках (см. рис. 2.2) или на заготовки и тару. При применении фрезерно-брусующих или фрезерно-пильных станков агрегатного типа количество отходов в виде опилок снижается примерно на 4% и повышается выход технологической щепы.

Источниками образования отходов в шпалопилении являются четыре операции технологического процесса: окорка сырья, раскряжевка и оторцовка сырья или шпал, продольная распиловка бревен и оправка шпал. Операции оторцовки и раскряжевки шпального сырья или шпал в настоящее время выполняются установкой ЛО-50.

Наибольшие отличия в объемах и размерных характеристиках отходов имеет оборудование для продольной распиловки. Серийно выпускаются только круглопильные станки ЦДТ6-3. Выпускавшиеся ранее круглопильные станки ЦДТ-7Ш, ША-Урал, ЦДТ6-2 имеют значительные конструктивные отличия от станка ЦДТ6-3, но по образованию отходов аналогичны. Резкое снижение отходов дает применение ленточнопильного станка типа ЛБ-150-01 (за счет уменьшения ширины пропила с 8 мм до 4—5 мм) и шпалоавтомата ЛО-43 (за счет пиления вдоль волокон и получения сливной стружки вместо опилок). Для оправки шпал применяются шпалооправочные станки ЛО-48 и ЛО-44А фрезерного типа.

Использование отходов шпалопиления зависит в значительной степени от концентрации производства (табл. 2.35.)

Концентрация производства шпал

Таблица 2.35

Годовой объем производства, тыс шпал	до 50	60—100	110—150	160—200	210—250	260—300	310—400	410—500	510—600	610—800	более 800
Количество пунктов, единиц	55	42	32	15	18	7	12	11	7	5	4
Доля в общем объеме производства шпал, %	4,6	7,6	10,0	6,6	12,1	4,0	10,9	12,7	9,7	8,9	12,9

Распределение шпальных краёв хвойных пород (сосна, ель, кедр) по толщинам, %

Таблица 2.36

Диаметр, см	Вологда-лес-пром	Иркутск-лес-пром	Карельск-лес-пром	Киров-лес-пром	Комилес-пром	Красноярск-лес-пром	Перм-лес-пром	Свердлес-пром	Тюмень-лес-пром	Забайкал-лес	Чита-лес
26	24,0	6,1	9,8	9,5	11,2	4,2	10,6	11,7	12,3	12,2	7,7
28	19,8	6,2	17,7	14,0	17,0	8,7	15,5	14,7	11,5	11,0	10,1
30	18,9	8,1	19,4	16,4	18,8	10,4	17,2	17,2	13,3	11,0	13,2
32	14,5	7,4	17,1	14,4	21,2	10,6	13,3	16,4	10,1	8,0	12,8
34	8,5	8,2	12,8	12,5	13,3	9,8	11,5	14,4	10,7	6,8	12,9
36	7,3	11,5	9,2	10,2	7,5	9,9	10,3	8,0	11,3	7,3	11,3
38	3,5	11,3	5,7	7,3	5,8	9,7	6,3	6,0	10,1	7,6	10,1
40	2,3	8,1	3,8	6,4	2,6	8,0	4,8	3,8	5,2	6,0	7,7

Диаметр, см	Вологодалес-пром	Иркутсклес-пром	Кареллес-пром	Кировлес-пром	Комилес-пром	Красноярсклес-пром	Пермлес-пром	Свердлес-пром	Тюменьлес-пром	Забайкалес	Читалес
42	1,2	9,5	2,1	4,5	1,4	6,2	3,5	2,3	3,7	11,2	5,8
44	—	6,0	1,4	2,2	0,7	5,2	2,5	1,9	3,9	8,4	3,
46	—	5,2	0,3	1,3	0,5	4,0	1,6	1,5	2,4	4,4	2,2
48	—	4,1	0,5	0,4	—	4,2	1,2	0,9	1,8	2,2	1,5
50	—	2,5	0,1	0,4	—	2,8	0,6	0,6	1,7	1,8	0,6
52	—	1,7	0,1	0,1	—	1,1	0,5	0,5	1,6	1,2	0,1
54	—	1,2	—	0,1	—	1,0	0,2	0,1	—	0,8	0,3
56	—	1,1	—	0,2	—	1,4	0,2	—	0,2	—	—
58	—	0,8	—	—	—	0,6	—	—	0,2	—	—
60 и более	—	1,0	—	0,1	—	2,1	—	—	—	—	—

Фактическая концентрация отходов несколько ниже ввиду выпилки шпал на некоторых предприятиях в нескольких цехах, территориально разобщенных друг от друга на расстоянии 0,5—3 км в пределах одного нижнего склада.

## 2.5.2. Характеристика сырья

Основным сырьем для производства шпалопродукции являются лесоматериалы круглые хвойных пород (ель, сосна, кедр, пихта, лиственница) толщиной 26 см и более, длиной 2,75 и 5,5 м по ГОСТ 9463—72. Заготовка шпальных кряжей длиной 5,5 м составляет 63,7% и 2,75 м — 32,3%. Распределение шпальных кряжей по толщине и сортам, по данным объединений, приведено соответственно в табл. 2.36. и 2.37.

Таблица 2.37

Распределение шпальных кряжей хвойных пород по сортам, %

Породы	II сорт	III сорт	VI сорт
Сосна, ель, пихта, кедр	70,1	16,9	13,0
Лиственница	77,4	16,4	6,2

## 2.5.3. Характеристика отходов

При производстве шпал образуются кусковые и мягкие отходы древесины и кора.

К кусковым отходам относятся горбыли, рейки, срезки, получаемые в процессе продольного раскроя круглых лесоматериалов, и обрезки, образующиеся в процессе поперечной распиловки сырья. Размеры горбылей, реек и срезок, получаемых по наиболее распространенной технологии с выпилкой досок на головном станке, колеблются по толщине торца от 0 до 110 мм, по ширине от 0 до 800 мм. Распределение горбылей по толщине и ширине вершинного и комлевого торцов приведено на рис. 2.3 и 2.4. Размеры кусковых отходов продольной распиловки по длине также



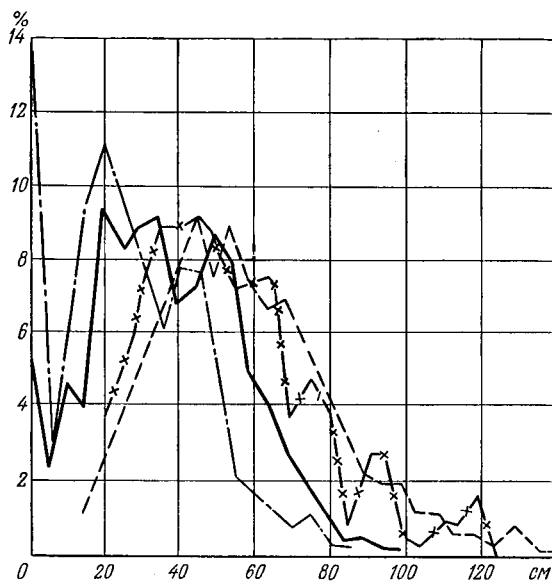


Рис. 2.3. Распределение шпальных горбылей по толщине без шпальной вырезки: ———— вершинный торец; — — — — — комлевой торец; со шпальной вырезкой: - · - · - · — вершинный торец; — × — комлевой торец

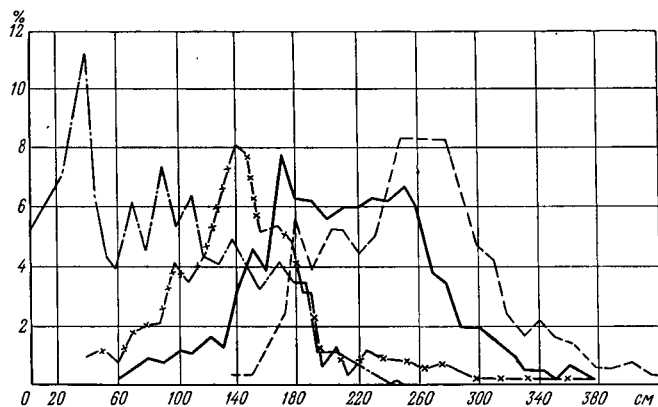


Рис. 2.4. Распределение шпальных горбылей по ширине без шпальной вырезки: ———— вершинный торец; — — — — — комлевой торец; со шпальной вырезкой: - · - · - · — вершинный торец; — × — комлевой торец

колеблются в значительных пределах, но преобладающим является горбыль длиной 2,75 м (95—99%). Качество древесины горбылей характеризуется следующими показателями: не имеет пороков 59% горбылей, среднее количество сучков на пласти составляет 1,7 шт. при диаметре сучка 18,9 мм, средняя площадь поражения пласти синевой — 1,2%. Другие биологические пороки встречаются крайне редко и могут не учитываться. В процессе продольной распиловки в отходы попадает часть досок (шпальной вырезки), имеющих пороки, основным из которых является внутренняя гниль. Выход таких досок невелик, если сырье соответствует ГОСТ 9463—72. Размеры оторцовок колеблются по длине от 1 до 12 см и по диаметру от 26 см и выше в зависимости от диаметра распиливаемого сырья.

*Мягкие отходы — опилки и стружка. Опилки образуются в процессе как продольной, так и поперечной распиловки.* Длина волокон у опилок, получаемых на круглопильных станках, колеблется от 0,5 до 2 мм, на ленточнопильных — от 0,6 до 2,5 мм, при использовании пил для поперечной распиловки — до 10 мм. Стружка в шпалопилении образуется при opravке и выпилровке шпал на станке ЛО-48. При ручной opravке шпал стружка получается с преобладанием коры (60—80%) в виде лент длиной 40—80 см и шириной 2—6 см. При opravке шпал на станках процент древесины в стружке возрастает в 2—3 раза по сравнению с ручной opravкой, а размеры стружки зависят от количества ножей и числа оборотов фрезы. Обычно длина стружки 3—20 мм. При пилении древесины на станке ЛО-43 толщина стружки составляет 0,1—0,5 мм, ширина — 4—5 мм.

Наибольший объем в кусковых отходах шпалопилении приходится на горбыль, размеры которого позволяют использовать его по различным направлениям. Наиболее экономически целесообразно его использовать в качестве щепы для целлюлозно-бумажного производства и гидролиза, черновых заготовок и тары с переработкой отходов на технологическую щепу. Кусковые отходы содержат целлюлозы на 1,5—2,0% больше и имеют в 2,5—2 раза меньшую смолистость по сравнению со щепой, приготовленной из балансов.

## 2.5.4. Нормативы и объемы образования отходов

Нормативы образования отходов в шпалопилении зависят от размерно-качественных особенностей сырья, соотношения типов шпал, вида сопутствующей продукции и применяемого оборудования. Нормы расхода сырья и нормативы выхода готовой продукции определяются по Инструкции нормирования расхода сырья на производство деревянных шпал и брусьев для стрелочных переводов железных дорог.

Удельные нормативы безвозвратных потерь приведены в табл. 2.38.

Таблица 2.38  
Удельные нормативы безвозвратных потерь, %

Продукция	Потери на усушку		Потери от увеличения объема необрезных шпал
	ель, сосна, кедр	лиственница	
Шпалы:			
I тип	3,68	4,88	13,5
II тип	3,86	4,97	12,5
III тип	3,86	5,01	10,0
Доски	4,7	5,6	—

Опилки и отрезки, получающиеся при поперечном раскрое краёв, а также стружка от шпалооправочных станков и кора относятся к забалансовым отходам. Удельные нормативы выхода опилок при раскряжевке и стружки от шпалооправочных станков не превышают 0,1—0,2 % объема распиливаемого сырья и в ресурсах отходов могут не учитываться. Нормативы выхода кусковых отходов от раскряжевки приняты по данным единовременного учета образования и использования отходов. Удельные объемы выпилки шпал с учетом соотношения шпал по видам и типам для экономических районов СССР, приведены в табл. 2.39.

Т а б л и ц а 2.39

Удельные показатели образования отходов

Экономические районы	Удельные объемы образования отходов на 1000 м <sup>3</sup> сырья, м <sup>3</sup>		
	кусковые от раскряжевки	кусковые от распилки	опилки
Северо-Западный	23,0	106,0	95,9
Волго-Вятский	24,5	72,2	99,8
Уральский	11,4	124,9	100,5
Западно-Сибирский	9,6	90,5	93,8
Восточно-Сибирский	15,8	105,4	98,6
Дальневосточный	56,6	185,7	88,1
В целом по Минлесбумпрому СССР	16,9	107,8	97,4

## 2.6. ОТХОДЫ ПРОИЗВОДСТВА СТАНДАРТНЫХ ДОМОВ И СТОЛЯРНО-СТРОИТЕЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ

### 2.6.1. Характеристика изделий

Деревянные детали и изделия для малоэтажных жилых зданий заводского изготовления выпускаются по ГОСТ 11047—72. Конструкции домов подразделяются на брусчатые, каркасные, щитовые, панельные и комплекты деревянных деталей для домов со стенами из местных материалов.

*К столярно-строительным деталям и изделиям относятся оконные и дверные блоки, доски пола, наличники, плинтусы, галтели, подоконные доски, раскладки, поручни для металлических перил, наружная обшивка.*

Окна и балконные двери изготавливаются по ГОСТ 475—78 и подразделяются на две серии: С — со спаренными оконными переплетами и дверными полотнами; Р — с двойными раздельными переплетами и дверными полотнами.

Деревянные двери для стандартных малоэтажных жилых домов изготавливаются по ГОСТ 6629—74, по конструкции они могут быть глухие и остекленные, полотна дверей — толщиной 30 и 40 мм.

### 2.6.2. Материалы

Основным материалом для изготовления стандартных домов и столярно-строительных изделий служат пиломатериалы и заготовки хвой-

ных и лиственных пород. Качество древесины определяется ГОСТ 8486—66 и ГОСТ 2695—71. Из лиственных пород древесины допускается изготовление элементов фронтона, щитов перекрытий, деталей лестничных маршей, внутренних дверей, галтелей, плинтусов, досок пола (кроме липы и тополя) и др.

По качеству пиломатериалы делятся на четыре сорта. Основными сортообразующими пороками в пиломатериалах являются сучки, гниль, трещины. Сортность пиломатериалов определяется также качеством распила.

*Заготовки (ГОСТ 9685—61 и ГОСТ 7897—71) — это пиломатериалы, прирезанные на заданные одинарные или кратные им размеры, по качеству древесины пригодные для изготовления определенных деталей и изделий, имеющие припуски для деления кратных заготовок на одинарные и припуски на механическую обработку (табл. 2.40).*

Изделия могут быть не только целыми, но и составными как по сечению, так и по длине.

Влажность древесины устанавливается для окон, дверей и других строганых изделий, элементов и деталей в пределах 6—18%. Для нестроганых элементов влажность древесины не нормируется.

Таблица 2.40

Сечение строганых погонажных деталей,  
пиломатериалов и заготовок

Изделия	Тип	Размер (ширина, толщина), мм		Изделия	Тип	Размер (ширина, толщина), мм		
		изделий	пиломатериалов и заготовок			изделий	пиломатериалов и заготовок	
Наличники	1	74 × 13	80 × 16	Поручни для металлических перил	1	54 × 34	60 × 40	
	2	54 × 13	60 × 16					
Раскладки	3	1	34 × 13	Проступи	—	2	74 × 34	80 × 40
		1	24 × 19			Доски толщиной 25	144 × 44	150 × 50
Плинтусы	—	24 × 16	60 × 19	Подоконные доски	—	1	94 × 44	100 × 50
						Галтели	38 × 22	Доски толщиной 25
Доски чистого пола	1	74 × 29	130 × 25	Наружная обшивка	—	54 × 34	60 × 40	
								1
	1	94 × 29	74 × 13			80 × 16		
	1	104 × 29						
	1	124 × 29	94 × 13			100 × 16		
	2	74 × 37					80 × 40	
	2	84 × 37	90 × 40					
	2	94 × 37	100 × 40					
	2	104 × 37	110 × 40					
	2	124 × 37	130 × 40					

### 2.6.3. Технология обработки

Раскрой пиломатериалов на заготовки и детали производится двумя способами:

- 1) поперечно-продольный предусматривает сначала раскрой досок по длине, затем на ширину пиленых деталей;
- 2) продольно-поперечный предполагает сначала раскрой досок по ширине, затем по длине.

Образующиеся при раскросе некондиционные отрезки могут использоваться на выработку клееных заготовок. Опытные данные показывают, что из пиломатериалов II сорта при поперечно-продольном методе раскроса получается 35,4 %, а при продольно-поперечном — 39,8 % целых заготовок. Благодаря склеиванию выход увеличивается соответственно до 51,7—60,7 %. Еще больший выход можно получить при выработке щитовых клееных заготовок с обрезкой досок по сбегу.

Механическая обработка заготовок производится на участке изготовления чистовых заготовок, где выполняются следующие операции: обработка заготовок по сечению, отбор профиля, заделка сучков пробками, зарезка шипов и проушин в брусках, выборка гнезд и др.

Механическая обработка при изготовлении погонажных деталей для домостроения состоит из фрезерования заготовок по сечению с отборкой необходимых профилей, разделения на данный размер, торцовки под углом (на «ус») и др.

Основные технологические операции и применяемое оборудование приведены в табл. 2.41.

### 2.6.4. Припуски на обработку

Для повышения уровня использования древесного сырья важное значение имеет соблюдение припусков на обработку и точность обработки деталей. *Припуск на обработку — определенный слой древесины, предназначенный для снятия, чтобы компенсировать погрешности формы, размеров и чистоты поверхности, для получения изделий заданных размеров и качества* (табл. 2.42). Припуски назначаются по длине, ширине и толщине детали и могут быть заданы на одну или две стороны.

Припуски на обработку древесины нормируются ГОСТ 7307—75 по следующим основным видам:

- припуски на торцовку деталей;
- припуски на строгание деталей без фугования;
- припуски на строгание деталей с фугованием;
- припуски на повторную обработку щитов, рамок, коробок и ящиков.

Припуски по длине деталей принимают в размере 15—30 мм на оба конца, а по ширине и толщине — от 1 до 6 мм в зависимости от вида обработки и породы древесины.

В общем балансе древесины расход на припуски составляет не менее 10—15 %.

### 2.6.5. Нормы расхода сырья

*Норма расхода — это максимально допустимое количество древесины для производства единицы продукции установленного качества с учетом планируемых организационно-технических условий производства.* Норма

## Основные технологические операции при изготовлении стolarно-строительных изделий

1. Раскрой пиломатериалов на заготовки и детали		2. Раскрой тонких пиломатериалов под склеивание		3. Изготовление чистовых заготовок оконных, дверных блоков и др.		4. Изготовление строганых погонных деталей домостроения	
Операция	Тип оборудования	Операция	Тип оборудования	Операция	Тип оборудования	Операция	Тип оборудования
1. Поперечный раскрой с вырезкой дефектов	Торцовочный станок ЦПА-40 или ЦМЭ-3	1. Поперечный раскрой	Торцовочный станок ЦПА-40 или ЦМЭ-3	1. Фугование, фрезерование по сечению с отбором профилей	Станки СФА-4, С26-2, ФС-25, ОК 503.01, ДВ 505, ОК 503.02, ДВ 505.03	1. Фрезерование по сечению с отбором профилей	Станок С26-2 или С16-11
2. Продольный раскрой	Многоопильный станок ЦМР-1 или ОК 507.01	2. Продольное фрезерование	Четырехсторонний продольно-фрезерный станок С26-2	2. Высверливание и заделка дефектов пробками	Станок СВСА-2 или ОК 504.01	2. Шлифование	Станок ДВ 510.02
3. Торцовка в размер с вырезкой дефектов	Торцовочный станок ЦМЭ-3 или ЦПА-40	3. Торцовка с вырезкой дефектов	Торцовочный станок ДВ 504-01 или ТС-01	3. Срезка выступающих частей пробок	Электропила ОК 504.02	3. Торцевание под углом	Станок ШД 15-3 или ДВ 510.03
4. Сортировка заготовок и отрезков	—	4. Сортировка заготовок	—	4. Шлифование поверхности пробок	Шлифовальная машина ОК 504.03	4. Торцевание под углом 90°	Станок ЦМЭ-3 или ДВ 510.03
				5. Шлифование под прозрачную отделку	Станок ШЛПС	5. Фрезерование по сечению с отбором профиля и делением по ширине	Станок С26-2 или С16-11

Продолжение

1. Раскрой пиломатериалов на заготовки и детали	Тип оборудования	2. Раскрой тонких пиломатериалов под склеивание	Тип оборудования	3. Изготовление чистовых заготовок оконных, дверных блоков и др.	Тип оборудования	4. Изготовление строганных погонных деталей домостроения	Тип оборудования
Операция	Операция	Операция	Операция	Операция	Тип оборудования	Тип оборудования	Тип оборудования
		6. Фрезерованные шипы и проушины с торцеванием 7. Выборка гнезд под шипы 8. Фрезерованные пазы под сток 9. Контроль и сортировка	Станки ШД 15-3, ОК 505.01, ДВ 505.02 Станки СВПА-2, ДЦА-3 Станки ОК 505.05 ЦМЭ-3	6. Заусовка раскладок 7. Выборка паза в горнзонтальных обкладках 8. Сверление отверстий в горнзонтальных обкладках 9. Контроль и сортировка	Станки С-9 или ДВ 510.03, ОК 514.01 Станок Ф-4 Двухшпindelное горизонтальное сверлильное устройство		

расхода включает *чистый (полезный) расход*, т. е. количество древесины, входящее в состав готовой продукции, и технологические потери и отходы (потери от усушки, распыл, кусковые отходы, опилки, стружка) Расход сырья зависит от сорта, породы и технологии производства.

Т а б л и ц а 2.42

Припуски на механическую обработку деталей столярно-строительных изделий

Группы деталей	Припуски на фрезерование и торцевание с двух сторон мм		
	по толщине	по ширине	по длине
Бруски оконных и дверных коробок шириной:			
до 95 мм	6	6,5	20
более 95 мм	6	7	25
Бруски imposta шириной:			
до 95 мм	6	6	20
более 95 мм	7,5	7	25
Бруски оконных створок и балконных дверей	8	8	20
Бруски каркаса дверных полотен щитовых дверей шириной:			
до 30 мм	3	4	20
более 30 мм	4	4,5	20
Доски пола толщиной:			
до 30 мм	3,5	4	—
более 30 мм	4,5	4,5	—
Строганные погонажные детали (наличники, плинтусы и т. д.)	3	3,5	—

Нормы расхода пиломатериалов измеряются следующими единицами: в производстве стандартных домов —  $\text{м}^3/\text{м}^2$  полезной площади; в производстве окон, дверей и подоконных досок —  $\text{м}^3/\text{м}^2$ ; в производстве строганных погонажных деталей —  $\text{м}^3/1000$  пог. м., в производстве досок пола —  $\text{м}^3/\text{м}^3$ .

В нормы расхода не включаются: потери и отходы, вызванные отступлениями от регламентированных процессов и режимов работы, а также от установленных форм организации производства; затраты, связанные с браком продукции; затраты на изготовление образцов, наладку и ремонт оборудования, оснастку и др.

В производстве продукции домостроения следует использовать все сорта пиломатериалов, причем пиломатериалы III и IV сортов могут быть дополнительно рассортированы по следующему признаку: в досках III и IV сортов должно быть не менее 2 м подряд древесины качеством не ниже I сорта.

Расчеты норм расхода пиломатериалов на продукцию домостроения следует производить по инструкции, разработанной Всесоюзным научно-исследовательским институтом деревообрабатывающей промышленности, утвержденной Минлеспромом СССР 30 декабря 1974 г.

Средневзвешенные нормы расхода пиломатериалов на производство стандартных деревянных домов ( $\text{м}^3/\text{м}^2$  полезной площади) составляют: щитовые — 0,350; брусчатые — 0,560; каркасные — 0,320; панельные — 0,200.



Нормы расхода пиломатериалов на 1000 погонных м заготовок<sup>1</sup> для производства строганых погонажных деталей ( $H$ ) определяются по формулам [20]:

$$H = V_3 K_p; \quad (2.2)$$

$$H = V_3 K_{pk}, \quad (2.3)$$

где  $V_3$  — объем 1000 пог. м заготовок;

$K_p$  — коэффициент расхода пиломатериалов на целые заготовки (табл. 2.43);

$K_{pk}$  — коэффициент расхода на выработку целых и клееных пиломатериалов по длине на зубчатый шип заготовок.

Т а б л и ц а 2.43

Коэффициенты расхода пиломатериалов на заготовки для строганых погонажных деталей

Наименование деталей	Вид пиломатериалов	Толщина пиломатериалов, мм	Значение коэффициентов $K_p$ для пиломатериалов по сортам			
			I	II	III	IV
Поручни	Обрезные	40	2,48	4,46	—	—
Наличники	Обрезные	16	1,19	1,36	1,70	2,19
Плинтусы и галтели	Обрезные	19 и 25	1,10	1,20	1,32	1,68
Нашельники, раскладки, отливы	Обрезные	16; 22; 25 и 32	1,40	—	—	—
Доски пола	Обрезные	32	1,02	1,02	1,15	1,41
Обшивки дверных полотен	Обрезные	50	1,72	2,21	2,83	3,12
Наличники	Необрезные	16	1,55	1,90	2,50	2,81
Наличники	Необрезные	60	1,86	2,28	3,00	3,33
Плинтусы и галтели	Необрезные	19 и 25	1,24	1,35	1,60	2,22

Норма расхода пиломатериалов на 1 м<sup>2</sup> окна или двери представляет собой сумму поузловых норм  $H_y$ , которые определяются по формулам [20]:

$$H_y = \frac{V_3 K_3 K_p}{S}; \quad (2.4)$$

$$H_y = \frac{V_3 K_3 K_{pk}}{S}, \quad (2.5)$$

где  $V_3$  — объем заготовки, м<sup>3</sup>;

$K_3$  — коэффициент отбраковки заготовок;

$K_p$  — коэффициент расхода пиломатериалов на выработку целых комплектных заготовок;

$K_{pk}$  — коэффициент расхода пиломатериалов на выработку целых и клееных по длине на зубчатый шип комплектных заготовок (табл. 2.44);

$S$  — площадь изделия, м<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Заготовки из древесины — это доска или брус, прирезанные применительно к заданным размерам и качеству деталей с соответствующими припусками на механическую обработку и при необходимости на усушку.

Нормативы выхода строительных деталей из обрезных пиломатериалов и нормы их расхода приведены в табл. 2.45 и 2.46.

Таблица 2.44

Значения коэффициентов  $K_p$  (числитель) и  $K_{pk}$  (знаменатель)

Виды заготовок	Коэффициенты по сортам пиломатериалов			
	I	II	III	IV
Бруски створок для окон без форточек	1,16	1,28	1,55	1,60
	1,16	1,25	1,29	1,32
Бруски створок для окон с форточками	1,16	1,25	1,42	1,49
	1,16	1,20	1,29	1,28
Импост	1,16	1,30	—	—
	1,05	1,12	—	—
Бруски каркаса балконных дверей	1,16	1,28	1,77	2,36
	1,16	1,28	1,28	1,34
Бруски каркаса дверных полотен	1,40	1,56	2,28	2,47
	1,29	1,37	1,41	1,51
Бруски оконных и дверных коробок (поперечный способ раскроя)	1,13	1,20	1,40	1,75
	1,10	1,10	1,10	1,68

Таблица 2.45

Выход строительных деталей из обрезных пиломатериалов, %

Детали	Сорт пиломатериалов по ГОСТ 8486—66			
	I	II	III	IV
Створки оконные	71	67	58	54
Коробки оконные и дверные	73	70	66	60
Строганные погонажные детали	68	62	58	55

Таблица 2.46

Средневзвешенные нормы расхода пиломатериалов на изготовление деревянных деталей, изделий и конструкций

Детали, изделия и конструкции	Единица измерения	Расход пиломатериалов, м <sup>3</sup>	Расход в переводе на круглый лес, м <sup>3</sup>	
Детали деревянные строганные погонажные	наличники (13×74, 54; 44 мм)	1 тыс. пог. м	1,1	1,6
	плинтусы (22×74 мм)	1 тыс. пог. м	2,1	3,05
	галтели (22×45×50 мм)	1 тыс. пог. м	1,8	2,6
	раскладки (19×24 мм)	1 тыс. пог. м	0,6	0,9
	поручни для металлических перил (44×74 мм)	1 тыс. пог. м	4,5	6,5
Доски чистого пола в мм: 34×94	100 м <sup>2</sup> покрытий	5,5	8	

Детали, изделия и конструкции	Единица измерения	Расход пиломатериалов, м <sup>3</sup>	Расход в переводе на круглый лес, м <sup>3</sup>
29×94	100 м <sup>2</sup> покрытый	4,4	6,4
22×94	100 м <sup>2</sup> покрытый	3,3	4,8
Подоконные доски (44×230 мм)	1 тыс. пог. м	15	21,75
Блоки дверные:			
филенчатые	м <sup>2</sup>	0,0825	0,12
щитовые	м <sup>2</sup>	0,0825	0,12
Коробки дверные (прирезные)	1 тыс. пог. м	6	8,7
Блоки оконные для жилых и гражданских зданий с переплетами: двойными (раздельными) спаренными	м <sup>2</sup> м <sup>2</sup>	0,12 0,084	0,174 0,122
Переплеты оконные для жилых и гражданских зданий: двойные (раздельные) спаренные	м <sup>2</sup> м <sup>2</sup>	0,04 0,03	0,058 0,044
Полотна дверные:			
балконные	м <sup>2</sup>	0,052	0,075
шкафные	м <sup>2</sup>	0,052	0,075
Коробки оконные для жилых и гражданских зданий (прирезные) для переплетов: двойных (раздельных) спаренных	1 тыс. пог. м 1 тыс. пог. м	9,15 8	13,3 11,6
Балки клееные для жилищного и гражданского строительства	пог. м	0,026	0,038
Щиты для перекрытий (цаката)	м <sup>2</sup>	0,032	0,046
Щиты для подмостей	м <sup>2</sup>	0,07	0,102
Щиты чистого пола клееные	м <sup>2</sup>	0,05— 0,075	0,072— 0,109
Опалубка щитовая	1 м <sup>2</sup> опалубки	0,036	0,052
Марши основных лестниц	1 подъем	0,045	0,065
Ограждения маршей лестниц	1 пог. м конструкций	0,02	0,029

### 2.6.6. Древесные отходы

При переработке пиломатериалов и заготовок на строительные детали, столярные изделия и другую продукцию домостроения количество отходов в среднем составляет 40%, в том числе опилки — 5%; стружка — 20, кусковые отходы — 15% (табл. 2.47).

Таблица 2.47

Средневзвешенный выход строительных деталей из обрезных пиломатериалов (ГОСТ 8486—66)

Детали	Выход деталей, %, по сортам пиломатериалов				Отходы, %, по сортам пиломатериалов			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV
Оконные переплеты	71	67	58	54	29	33	42	46
Коробки оконные и дверные	73	70	66	60	27	30	34	40
Строганный погонаж	68	62	58	55	32	38	42	45

## 2.7. ОТХОДЫ ПРОИЗВОДСТВА ПАРКЕТА

### 2.7.1. Характеристика продукции

В настоящее время широко применяются паркетные покрытия, наиболее экономичными из которых являются паркетные доски, мозаичный паркет и паркетные щиты. Их использование по сравнению со штучным паркетом сокращает расход древесины твердолиственных пород в 2,5—3 раза, уменьшает себестоимость, позволяет механизировать процесс изготовления и ускоряет процесс настилки полов.

Штучный паркет представляет собой отдельные планки шириной 30—60 мм, длиной 150—450 мм с пазом и гребнем на кромках и торцах для прочного соединения.

Мозаичный паркет набирается из небольших тонких планок на проволочной или бумажной стяжке и является лицевым покрытием паркетных щитов.

Паркетная доска состоит из реечного основания, на которое наклеены планки. Для увеличения жесткости и предотвращения коробления доски применяют различные конструкции одно- и двухслойного реечного основания. Паркетные доски изготавливают длиной 1,2; 1,8; 2,4; 3,0 м при ширине 145 и 160 мм и толщине 25 и 27 мм.

Паркетные щиты отличаются от паркетных досок только габаритами. Щиты имеют квадратную форму, а толщина реечного основания превышает толщину основания паркетных досок. Паркетные щиты бывают одно- и многослойные. Лицевым покрытием паркетных щитов является мозаичный паркет.

### 2.7.2. Материалы

Планки для паркетных изделий всех типов изготавливают из древесины дуба, бука, ясеня, клена, вяза, ильма, каштана, граба, березы, сосны, лиственницы и модифицированной древесины других пород, по эксплуатационным и физико-механическим свойствам не уступающей древесине твердолиственных пород, перечисленных выше. Основание для паркетных досок и щитов изготавливается из древесины сосны, ели, лиственницы, пихты, кедра или из антисептированной древесины березы, ольхи, осины и тополя. Влажность древесины готовых паркетных изделий должна быть  $8 \pm 2\%$ .

Расход пиломатериалов на изготовление паркета показан в табл. 2.48, 2.49.

Таблица 2.48

Расход пиломатериалов на изготовление паркетных покрытий  
(на 1 м<sup>2</sup> покрытий) по данным предприятий, м<sup>3</sup>

Наименование покрытия пола	Расход пиломатериалов	В пересчете на круглый лес
Паркетные доски: реечное основание лицевое покрытие	0,035 хвойных пород	0,057
	0,007 твердолиственных пород	0,012
Паркетные щиты	0,044 хвойных пород, I и II сорт	0,064
Мозаичный паркет	0,019 твердолиственных пород	0,027

## Баланс древесины по технологическому потоку изготовления реек основания

Наименование операций	Полезный выход по сортам пиломатериалов, %	
	II сорт	III сорт
Раскрой досок	95,4	95,2
Строгание с двух сторон	75,2	71,0
Раскрой на рейки	64,0	56,7
Набор основания	56,4	45,3

Норма расхода необрезных пиломатериалов из древесины хвойных пород: на 1000 м<sup>2</sup> покрытия при II сорте — 35,7 м<sup>3</sup>; при III сорте — 44,4 м<sup>3</sup>

### 2.7.3. Технологический процесс

1. Изготовление паркетных досок включает следующие операции: раскрой пиломатериалов на заготовки, сушка заготовок, распиловка заготовок на рейки для основания, торцовка заготовок на точные детали, строгание пластей брусков, продольная распиловка заготовок на планки лицевого покрытия, сборка, механическая обработка паркетных досок, отделка паркетных досок.

Для механической обработки паркетных досок применяют поточные линии, которые состоят из торцовочного станка ЦПА-2, прирезного станка ЦДК-4, четырехстороннего строгального станка С26-2, паркетно-строгального станка ПАРК-7, концеванителя паркетной фрезы ПАРК-8.

2. Обработка паркетной фрезы штучного паркета состоит из двух операций: строгания на заданную толщину и ширину паза и гребня на продольных кромках; торцовки на требуемый размер с формированием паза на одном торце и гребня на другом. Для продольной строжки фрезы в СССР используются четырехсторонние строгальные станки модели ПАРК-7. Пазы и гребни на торцах паркетной фрезы формируются на концеванительном станке модели ПАРК-8.

3. Производство паркетных щитов мозаичного паркета включает выполнение следующих операций: изготовление лицевых планок, раскрой ковра на листы, сортировка планок, набор ковра требуемых размеров и наклейка его на листы быстроотверждающимся клеем, выдержка листов, шлифование, окончательная обработка щитов по контуру с выборкой паза и упаковка.

Чистота обработки поверхности деталей и изделий должна соответствовать классам шероховатости, принятым по ГОСТ 7016—68.

### 2.7.4. Отходы древесины

Образование отходов при производстве паркетных покрытий зависит от типа последних и достигает 60—65%. По данным предприятий, баланс древесины представлен в табл. 2.50.

## Баланс древесного сырья

Вид продукции или отходов	Выход планок покрытия, %
Выход продукции	28,9
Бракованные планки	6,0
Опилки	6,5
Бракованные заготовки после строгания	7,5
Стружка, получаемая при строгании	14,0
Опилки и стружка на концевителе	6,2
Бракованные заготовки после торцовки	6,8
Опилки, срезки при торцовке	3,8
Некратные куски	17,1
Дефектные листы при черновом раскрое	29,0

## 2.8. ОТХОДЫ ПРОИЗВОДСТВА МЕБЕЛИ

## 2.8.1. Материалы

По конструктивному признаку мебель принято разделять на брусковую (столярную и гнутую), корпусную (рамочную и щитовую) и мягкую.

Материалами для производства деталей мебели служат:

- пиломатериалы лиственных пород;
- пиломатериалы хвойных пород;
- плиты столярные;
- древесностружечные плиты;
- древесноволокнистые плиты;
- фанера клееная;
- фанера, облицованная строганым шпоном;
- шпон строганый;
- шпон лущеный;
- фанеропластик.

## 2.8.2. Укрупненные нормы расхода материалов и образования отходов

Нормы расхода отдельных видов лесоматериалов в производстве мебели приведены в табл. 2.51—2.53.

Таблица 2.51

## Средневзвешенные нормы расхода лесоматериалов в производстве мебели

Вид мебели	Нормы расхода			
	пиломатериалов, м <sup>3</sup> /млн. руб.	ДСП, м <sup>3</sup> /млн. руб.	ДВП, м <sup>2</sup> /млн. руб.	фанера, м <sup>3</sup> /млн. руб.
Брусковая	1 550	100	500	50
Корпусная	950	1 165	2 000	148
Мягкая	650	250	2 000	100

### 2.8.3. Технологический процесс

Механическая обработка материалов при изготовлении мебели включает следующие основные операции:

- раскрой листовых и плитных древесных материалов;
- раскрой материалов на черновые заготовки;
- первичная машинная обработка и склеивание заготовок;
- изготовление рубашек из строганой фанеры или шпона;
- повторная машинная обработка, шлифование деталей и узлов.

Технология, точность обработки, режимы работ должны соответствовать типовым технологическим процессам изготовления мебели.

### 2.8.4. Нормативные данные

Удельный вес древесных отходов, образующихся в производстве мебели, зависит от мощности мебельных предприятий, применяемого оборудования и сырья. В табл. 2.54—2.56 приведены данные о выходе заготовок, количестве и структуре древесных отходов в производстве мебели.

Таблица 2.52

Расход лесоматериалов на производство мебели, м<sup>3</sup>/млн. руб.

Лесоматериалы	Корпусная мебель		Смешанная мебель
	сборочно-отделочные предприятия	предприятия, работающие по замкнутому циклу	предприятия, работающие по замкнутому циклу
Пиломатериалы необрезные хвойных пород	—	649,0	1 290,0
Пиломатериалы необрезные твердолиственных пород	—	289,0	442,0
Получистые детали хвойных пород	270,0	—	—
Получистые детали лиственных пород	93,8	—	—
Фанера клееная	—	148,0	150,0
ДСП	—	1 165,0	1 217,0
Заготовки из клееной фанеры	126,2	—	—
Заготовки из ДСП	990,0	—	—
Шпон строганный	235,0 м <sup>2</sup>	235,0	244,0
	188,0 м <sup>3</sup>	188,0	195,0
Шпон березовый лущеный	—	—	35,7
Заготовки гнукотклееные	—	—	53,2

Таблица 2.53

Нормы расхода лесоматериалов на выработку продукции, м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>

Исходный лесоматериал	Продукция		Норма расхода
	Пиломатериалы хвойных пород	Пиломатериалы лиственных пород	
Пилоочник	Пиломатериалы хвойных пород		1,41
	Пиломатериалы лиственных пород		1,54

Исходный лесоматериал	Продукция	Норма расхода
Фанерное сырье	дубовые	1,47
	буковые	1,45
	грабовые	1,54
	Фанера клееная	2,28
	Шпон строганый	2,20
Пиломатериалы	Шпон лущеный	2,00
	Черновые мебельные заготовки (ЧМЗ) хвойных пород	1,62
	ЧМЗ твердолиственных пород	2,08
	Рейки твердолиственных пород для гнутых стульев	2,90

Таблица 2.54

## Нормативы полезного выхода заготовок из лесоматериалов в производстве мебели

Материалы	Сорт	Полезный выход, %	Отходы, потери %	
Пиломатериалы хвойных пород	I	80	20	
	II	67	33	
	III	50	50	
Пиломатериалы твердых лиственных пород	I	65	35	
	II	55	45	
	III	35	65	
Плиты столярные, ДСП, ДВП		85	15	
		85	15	
Фанера клееная		85	15	
	Фанера строганая из древесины твердолиственных пород	I	70	30
		II	55	45
III		30	70	
Шпон березовый: для чернового фанерования и гнуто-клееных деталей для лицевого фанерования	I—III	70	30	
	I—II	50	50	

Таблица 2.55

## Количество древесных отходов на мебельных предприятиях

Материалы	Количество древесных отходов на предприятиях мощностью					
	10 млн. руб.		5 млн. руб.		3 млн. руб.	
	м <sup>3</sup>	%	м <sup>3</sup>	%	м <sup>3</sup>	%
Сырье (пиломатериалы, фанера)	29 739	100	18 579	100	9 913	100
Продукция	16 464	55,4	10 525	56,7	5 488	55,4
Отходы	13 275	44,6	8 054	43,3	4 425	44,6
В том числе:						
обрезки пиломатериалов	4 341	14,4	2 624	14,1	1 447	14,6
обрезки плит	1 884	6,3	1 150	6,2	628	6,3
обрезки фанеры	843	2,8	516	2,8	281	2,8
стружка	3 608	12,1	2 284	12,2	1 203	12,2
опилки	2 339	7,9	1 333	7,2	779	7,8
пыль (шлифовальная)	260	0,9	147	0,8	87	0,9



## Структура отходов по видам и стадиям обработки в производстве мебели

Стадия обработки	Отходы, %				
	обрезки	стружка	опилки	древесная пыль	всего
Раскрой	46,5	14	1,5	—	62
Первичная машинная обработка	4,9	17,6	2,0	1,0	25,5
Повторная машинная обработка	0,6	5,2	1,7	1,0	8,5
Внутренняя обработка	—	1,7	2,0	0,3	4,0
Всего	52,0	38,5	7,2	2,3	100

## Технологические и организационные потери лесоматериалов в производстве мебели, %

Заготовки, получаемые со стороны:	
из древесины хвойных пород . . . . .	5
из древесины твердых лиственных пород . . . . .	7
Заготовки, выпиливаемые из пиломатериалов на месте:	
из древесины хвойных пород . . . . .	3
из древесины твердых лиственных пород . . . . .	5
Заготовки из клееной фанеры . . . . .	2
Заготовки из ДВП . . . . .	2
Заготовки из столярной плиты . . . . .	2
Заготовки из ДСП . . . . .	2
Заготовки из строганой фанеры . . . . .	5

В производстве мебели из обрезных и необрезных пиломатериалов I, II, III сортов хвойных пород выход заготовок принят 46,3%; образуются следующие отходы: обрезки — 29,5%; стружки — 8,5; опилки — 15,7%. При использовании пиломатериалов необрезных березовых II и III сортов принимается следующее процентное соотношение: чистые заготовки — 32,5; обрезки — 34,5; стружка — 18; опилки — 15.

## 2.9. ОТХОДЫ ЛЫЖНОГО ПРОИЗВОДСТВА

## 2.9.1. Характеристика изделий и сырья

В зависимости от назначения лыжи подразделяются на четыре основных вида: туристские — для передвижения по равнинной и пересеченной местности, лесные — для передвижения по лесной и горно-лесной местности, спортивно-беговые — для скоростного передвижения по равнинной и пересеченной местности, детские.

Кроме того, выпускаются прыжковые лыжи — для прыжков с трамплина и слаломные — для скоростного спуска с гор. По способу изготовления лыжи подразделяются на массивные (цельные) и клееные, причем последние в свою очередь делятся на стыковые, двухслойные и многослойные.

## 2.9.2. Расход сырья

Расход сырья в производстве лыж в зависимости от их типов определяется размерно-качественными характеристиками древесного сырья (табл. 2.57—2.59).

Таблица 2.57  
Расход сырья в заготовках на 1000 пар лыж, м<sup>3</sup>

Наименование показателей	Величина норм		
	для мас-сивных	для двух-слойных	для много-слойных
Спортивно-беговые:			
хвойные заготовки	—	—	7,04
березовые заготовки	13,09	13,07	5,96
Туристские:			
березовые заготовки	15,40	15,38	6,76
хвойные заготовки	—	—	8,50
Лесные:			
березовые заготовки	15,00	14,90	—
Детские:			
березовые заготовки	6,00	—	—

Таблица 2.58  
Выход лыжных заготовок из лесоматериалов I и II сорта

Диаметр лыжного края, см	Сорт	% выхода лыжных заготовок	Из них выход заготовок		Выход прочей пилопродукции, %	Общий выход лыжных заготовок и пилопродукции, %
			взрослых лыж	детских лыж		
18	I	9,99	6,25	3,74	37,62	47,61
	II	2,62	0,69	1,93	48,04	50,66
28	I	13,63	0,93	4,70	32,10	45,73
	II	6,24	2,84	3,70	43,90	50,14
28	I	21,57	16,77	4,80	19,10	40,67
	II	9,38	4,50	4,88	36,50	45,88
34	I	22,34	16,22	6,12	19,68	42,06
	II	17,41	12,08	5,35	24,14	41,55

Таблица 2.59  
Выход лыжных заготовок при распиловке лыжного края

Длина заготовок, м	Толщина, мм	Ширина, мм	Выход лыжных заготовок, % от объема края							
			Диаметры, см							
			18	22	24	26	28	32—34	40—42	
1,6—2,4	25	60,70	3,3	4,9	4,9	9,4	10,4	9,7	16,7	
0,6—1,5	25	80,90	4,5	4,3	5,6	7,2	5,3	4,6	5,0	
1,2—2,4	16	70,80	7,6	10,3	8,9	8,2	11,1	11,2	10,4	

Длина заготовок, м	Толщина, мм	Ширина, мм	Выход лыжных заготовок, % от объема кряжа						
			Диаметры, см						
			18	22	24	26	28	32—34	40—42
0,6—1,1	16	90	6,9	3,6	6,0	4,4	3,1	3,1	1,8
Всего			22,3	23,1	25,4	29,2	29,9	28,6	33,6
В том числе короткомер			11,4	7,9	11,6	11,6	8,4	7,7	6,8

### 2.9.3. Технологический процесс

По технологической последовательности операций в производстве массивных лыж и применяемому оборудованию различают: обычный технологический процесс, технологический процесс без камерной сушки и комбинированный технологический процесс. Наиболее распространен в СССР обычный технологический процесс, при котором гнутье носков лыж производится перед камерной сушкой заготовок.

Технологический процесс изготовления лыж начинается с предварительной обработки заготовок, включающей следующие операции:

- торцовка лыжных заготовок;
- строжка нижней пласти и кромок заготовок;
- обработка верхних поверхностей носового и пяточного концов;
- отборка желоба;
- обработка кромок лыжи по шаблону;
- заострение носка;
- отборка верхних галтелей по шаблону.

Кроме того, в зависимости от типа лыж и применяемых ножных креплений лыжные заготовки подвергаются дополнительно следующей обработке: сверлению отверстий в венчике носового конца, отборке фальца на кромках грузовой площадки, долблению отверстий для ремня.

После циклевания и исправления дефектов лыжу шлифуют, пропитывают горячими смолами хвойных пород, покрывают тонким слоем парафина и лакируют.

Технологический процесс изготовления многослойных клееных лыж состоит из заготовки деталей, подготовки их к склейке, склеивания, станочной и ручной обработки.

### 2.9.4. Нормативы образования отходов

Отходы древесины при изготовлении лыж достигают 75—80%, причем значительная часть их образуется при распиловке кряжей на лыжные заготовки. Данные о количестве отходов, образующихся при изготовлении лыж, показаны в табл. 2.60, 2.61.

Таблица 2.60

Общее количество отходов, %

Стадия обработки	Всего отходов	В том числе		
		обрезки	стружка	опилки, пыль
Раскрой пиломатериалов	34,75	26,0	—	8,75
Придание детали правильной формы	22,20	4,5	15,5	2,20

Стадия обработки	Всего отходов	В том числе		
		обрезки	стружка	опилки, пыль
Окончательная обработка	3,1	0,3	2,5	0,30
Отбраковка деталей	5,0	5,0	—	—
Итого	65,05	35,8	18,0	11,25

Таблица 2.61

**Образование отходов из лесоматериалов по ГОСТ 9462—60 (древесина березы) при использовании в качестве головного оборудования лесопильной рамы Р-65, %**

Отходы	Группы диаметров, сорт							
	16—18		20—24		26—30		36 и выше	
	I	II	I	II	I	II	I	II
Горбыли, рейки	4,66	5,50	7,60	7,10	4,76	8,30	3,85	3,83
Вырезки и об- резки	6,59	3,50	3,85	5,30	4,84	9,00	2,10	6,50
Опилки	16,00	16,00	16,00	16,50	16,00	16,00	16,00	16,00
Усушка и рас- пыл	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00
Итого	36,25	34,00	36,45	37,90	34,60	42,30	30,95	35,33

## 2.10. ОТХОДЫ ПРОИЗВОДСТВА ЯЩИЧНОЙ ТАРЫ

### 2.10.1. Характеристика продукции и сырья

Готовая тара различается по используемому материалу (дощатая, фанерная), характеру обработки (нестроганая и строганая). Типы, размеры и конструкция тары зависят от ее назначения, к которому относятся многооборотная тара и упаковка:

- продукции производственно-технического назначения;
- продукции легкой промышленности;
- овощей, ягод и фруктов;
- продукции на экспорт;
- масла сливочного.

Исходным сырьем для производства дощатой тары служат в основном круглые лесоматериалы, пиломатериалы, тонкие доски специальной заготовки и отходы лесопиления и деревообработки: горбыли, рейки, отрезки. На изготовление тары для пищевых продуктов используется древесина ели и пихты. Влажность древесины тарных деталей не должна превышать 18—20%, для упаковки рыбы — 40%.

### 2.10.2. Расход сырья

В производстве дощатых ящиков используются обрезные и необрезные хвойные пиломатериалы по ГОСТ 8486—66 и лиственные пиломатериалы по ГОСТ 2695—71.

Ящичную тару изготовляют из пиломатериалов III, IV сортов хвойных и II, III сортов лиственных пород. Строганные дощечки с профилированными кромками следует изготовлять из пиломатериалов не ниже III сорта.

Детали тары с одной строганой пластью получают путем деления кратных по толщине пиломатериалов строгальными пилами; припуски на строгание не даются.

При изготовлении ящичных комплектов из необрезных пиломатериалов раскрой должен осуществляться на дощечки разной ширины путем наборки щитков. Планки следует изготовлять из отходов лесопиления и деревообработки.

Припуски на пропи́л при раскросе пиломатериалов не должны превышать:

при раскросе ленточными и коническими пилами — 2 мм;

при раскросе строгальными и рамными пилами — 2,6 мм;

при раскросе обычными круглыми пилами — 3,8 мм.

В табл. 2.62 по экспериментальным данным Центрального научно-исследовательского института механической обработки древесины (ЦНИИМОД) приведен средний расход сырья, а также отходов лесопиления на 1 м<sup>3</sup> тарных комплектов.

Таблица 2.62

Расход сырья на 1 м<sup>3</sup> тарных комплектов

Наименование видов сырья для переработки на тару	Норма расхода, м <sup>3</sup> , при ширине пропила, мм	
	4	2—2,5
Доски обрезные (по сортам):		
I	1,47	1,38
II	1,52	1,42
III	1,61	1,51
IV	2,22	2,02
Доски необрезные (по сортам):		
I	1,92	1,77
II	2,00	1,84
Доски короткомерные:		
длиной 1—2 м	2,86	3,53
длиной 0,3—0,9 м	3,26	—
Горбыли деловые	4,17	—
Рейки деловые	3,33	—
Горбыли, рейки и обрезные доски (отрезки)	3,57	—

Выход деталей строганой тары и расход пиломатериалов на шиповую, гвоздевую и цилиндрическую тару приводятся в табл. 2.63 и 2.64.

Таблица 2.63

Выход деталей строганой тары из обрезных пиломатериалов, %

Детали	Сорт пиломатериалов по ГОСТ 8486—66			
	I	II	III	IV
Дно и крышка	68	61	52	39
Продольная и торцевая стенки	67	60	50	37

Детали	Сорт пиломатериалов по ГОСТ 8486—66			
	I	II	III	IV
Планки дна и крышки, вкладыши	47	44	36	22

Таблица 2.64

Расход пиломатериалов на 1 м<sup>2</sup> шиповой, гвоздевой и цилиндрической тары

Тара	Сорт пиломатериалов по ГОСТ 8486—67			
	I	II	III	IV
Шиповая	1,69	1,86	2,16	3,28
Гвоздевая	1,50	1,61	1,89	2,47
Цилиндрическая	1,44	1,51	1,83	1,96

## 2.10.3. Отходы

Чистый выход (средний) из пиломатериалов I—IV сортов составляет: строганой тары — 48%, нестроганой — 49%.

Отходы и потери при изготовлении нестроганой тары составляют 51%, в том числе:

обрезки — 32;

опилки — 16;

безвозвратные потери — 3.

Кусковые отходы, полученные при переработке всех видов древесного сырья на тару (обрезки, горбыли, шпон-рванина и др.), могут перерабатываться на технологическую щепу (табл. 2.65).

Таблица 2.65

Баланс древесины (круглого леса)  
в производстве деталей ящичной тары методом лущения

Статьи баланса	Показатели	
	при переработке одного кряжа, м <sup>3</sup>	за смену, м <sup>3</sup> /%
Расход сырья	0,184	32,8/100
Выход кондиционных тарных деталей	0,114	20,4/62,2
Щепа технологическая	0,054	9,7/28,6
Опилки	0,002	0,4/1,1
Гниль	0,004	0,7/3,0
Безвозвратные потери	0,009	1,6/5,1

## 2.11. ОТХОДЫ ФАНЕРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

## 2.11.1. Сырье

Клееная фанера. Сырьем для производства клееной фанеры могут быть все древесные породы, заготавливаемые в виде кряжей и чураков соответствующих размеров и качества.

Самой распространенной породой для производства клееной фанеры является береза. В меньшей степени используется древесина ольхи, липы, дуба, бука, ясеня и др.

Из хвойных пород в производстве клееной фанеры наибольшее применение находит сосна, но могут быть использованы кедр, ель, пихта и лиственница.

Фанерное сырье заготавливают в соответствии с требованиями ГОСТ 9462—71 для лиственных и ГОСТ 9463—72 для хвойных пород.

Диаметр кражей и чураков в верхнем торце составляет 18 см и более для хвойных пород и 16 см и выше для лиственных. Каждый чурак должен иметь припуск по длине 2—3 см, а краж — по 3 см на каждый чурак.

**Строганный шпон.** Для выработки строганого шпона из лиственных пород в соответствии с требованиями ГОСТ 9462—71 применяются лесоматериалы круглые длиной от 1,5 до 6 м с градацией 0,1 м. Лесоматериалы должны иметь припуск по длине 3—6 см на каждый разделанный краж.

Для выработки строганого шпона из клена, граба, ореха, каштана, чинары, черешни, белой акации, липы применяются лесоматериалы I и II сортов толщиной не менее 22 см; для выработки шпона из дуба, ясеня, ильма, вяза, карагача, березы, ольхи и тополя — лесоматериалы толщиной не менее 26 см.

Для лиственничного кража в соответствии с ТУ 13-15—70 длина устанавливается от 2,5 до 3 м с градацией 0,1 м, диаметр — 36 см и более. Каждый краж должен иметь припуск по длине 3 см.

## 2.11.2. Технологический процесс

Технологический процесс производства клееной фанеры включает в себя следующие операции: тепловая обработка, окорка и разделка сырья, лущение, сушка шпона, сортировка шпона, кромофугование кускового шпона, ребросклеивание, нанесение клея, формирование пакета, склеивание, охлаждение, обрезка фанеры, шлифование, сортировка и упаковка.

Технологический процесс производства строганого шпона составляют следующие последовательно осуществляемые операции: поперечная распиловка бревен на кражи, продольная распиловка кражей на брусья (заготовки), тепловая обработка заготовок для строгания на строгальных станках, окорка заготовок, строгание заготовок на шпон, сушка шпона, сортировка, прирезка и упаковка [32].

## 2.11.3. Образование отходов

В производстве клееной фанеры марок ФБА, ФК, ФСФ количество отходов зависит от качества сырья и вида конечной продукции, что определяет расход сырья на единицу продукции. Нормы расхода сырья и структура отходов фанерного производства приведены в табл. 2.66—2.69.

Кроме указанных, образуются отходы в виде отрезков и опилок, составляющие 1,5 и 0,5% объема сырья. Эти отходы в объеме сырья не учитываются и являются забалансовыми.

В производстве строганого шпона средневзвешенные групповые нормы расхода сырья на 1000 м<sup>2</sup> продукции составляют: дубового — 2,1 м<sup>3</sup>, ясеневое — 1,9, красного дерева — 1,7 м<sup>3</sup>. В зависимости от размерно-качественных характеристик сырья и принятого технологического процесса эти величины могут быть большими или меньшими.

## Нормы расхода сырья и полезный выход продукции

Наименование продукции	Расход сырья, м <sup>3</sup> /м <sup>3</sup>	Полезный выход продукции, %	Отходы и потери, %
Сырой шпон	1,768	56,6	43,4
Сухой шпон	1,941	51,6	48,4
Фанера ФБА	2,534	39,5	60,5
Фанера ФБА экспортная	2,736	36,6	63,4
Фанера ФК	2,478	40,3	59,7
Фанера ФК экспортная	2,676	37,3	62,7
Фанера ФСФ	2,655	37,7	62,3
Фанера ФСФ экспортная	2,867	34,9	65,1
Декоративная фанера	2,817	35,3	64,7
Фанерные плиты	2,75	36,4	63,6
Бакелизированная фанера	3,198	31,4	68,6
Авиафанера	2,595	38,5	61,5
Древесные слоистые пластики	3,440	29,1	70,9
Гнутоклееные детали	3,610	27,7	72,3
Средневзвешенные нормы:			
на 1975 г	2,66	38,5	61,5
на 1980 г	2,657	38,5	61,5

Таблица 2.67

## Структура отходов и потерь в производстве сухого шпона

Виды отходов и потерь	Отходы и потери, %
Карандаши	27,0
Шпон-рванина	62,5
Усушка	10,5

Таблица 2.68

## Структура отходов и потерь в производстве фанеры из сухого шпона

Готовые изделия	Отходы и потери, %			
	обрезки шпона	обрезки фанеры	опилки, шлифовальная пыль	упрессовка
Фанера марки ФБА	12,8	33,2	4,2	49,8
Фанера марки ФБА экспортная	10,3	26,7	22,9	40,1
Фанера марки ФК	13,8	36,9	4,5	44,8
Фанера марки ФК экспортная	10,9	29,1	24,6	35,4
Фанера марки ФСФ	11,1	27,5	3,6	57,8
Фанера марки ФСФ экспортная	9,3	22,9	19,7	48,1
Декоративная фанера	9,6	24,8	3,1	62,5
Фанерные плиты	10,2	23,8	3,3	62,7
Бакелизированная фанера	7,4	15,8	2,5	74,3
Гнутоклееные изделия	50,3	26,4	4,1	19,2
Средневзвешенные отходы и потери за 1980 г.	16,0	30,0	7,0	47,0



## Отходы фанерного производства

Продукция	Отходы и потери	В том числе			
		карандаши	куски шпона и фанеры	опилки и шлифовальная пыль	усушка древесины
I. Рядовая ФБА:	60,5	13,1	35,8	0,5	11,1
хвойная	64,2	13,1	35,9	0,5	14,7
Экспортная ФБА	63,4	13,1	35,9	3,3	11,1
II. Рядовая ФК:	59,7	13,1	36,0	0,5	10,1
хвойная	63,4	13,1	36,3	0,5	13,5
большеформатная	61,7	13,1	38,0	0,5	10,1
большеформатная хвойная	67,3	13,1	40,2	0,5	13,5
Экспортная ФК	62,7	13,1	36,0	3,5	10,1
большеформатная	64,7	13,1	38,0	3,5	10,1
Фанерные плиты	63,6	13,1	35,4	0,5	14,6
Комбинированная	40,8	—	30,2	0,5	10,1
Ребровая	35,1	—	24,5	0,5	10,1
III. Рядовая ФСФ:	62,3	13,1	35,6	0,5	13,1
хвойная	66,6	13,1	38,7	0,5	15,0
большеформатная	63,9	13,1	37,2	0,5	13,1
большеформатная хвойная	69,7	13,1	41,1	0,5	15,0
Экспортная ФСФ:	65,1	13,1	35,6	3,3	13,1
большеформатная	66,7	13,1	37,2	3,3	13,1
большеформатная хвойная	72,5	13,1	41,1	3,3	15,0
БП-1; БС-1	61,5	13,1	34,6	0,5	13,3
Бакелизированная	68,6	13,1	35,0	0,5	20,0
Фанерные плиты	63,6	13,1	35,4	0,5	14,6
IV Декоративная ДС-1; ДС-2	64,7	13,1	36,0	0,5	15,1
Отделочная	64,7	13,1	36,0	0,5	15,1
Ламинированная ФК	59,7	13,1	36,0	0,5	10,1
большеформатная ФК	61,7	13,1	38,0	0,5	10,1
Ламинированная ФСФ	62,3	13,1	35,6	0,5	13,1
большеформатная ФСФ	63,9	13,1	37,2	0,5	13,1
V. Гнутоклееные детали	73,2	13,1	48,4	1,0	9,7

При поперечном раскрое кражей из бука, лиственницы и красного дерева отходы составляют 0,5%, дуба — 3,25%.

Объемный выход заготовок из кражей при продольном их раскрое составляет, %: бука — 75,4, дуба — 74,1, лиственницы — 71,8, красного дерева — 84,3.

Отходы выравнивания заготовок по высоте на шпонострогальном станке составляют 7% для всех пород древесины.

Отходы сырья при обрезке и сортировке шпона составляют, %: бука — 14, дуба — 16,6, лиственницы — 22, красного дерева — 12,9.

Потери в виде усушки шпона по ширине и толщине составляют, %: бука — 3,2, дуба — 4,5, лиственницы — 2,5, красного дерева — 3,05.

## 2.12. ОТХОДЫ ОКОРКИ

Содержание коры разных пород деревьев в процентах от объема ствола имеет следующие значения:

Дуб . . . . .	17—22	Липа . . . . .	14
Ясень . . . . .	13—19	Осина . . . . .	13—15
Сосна . . . . .	10—17	Ель . . . . .	7—15
Береза . . . . .	15	Ольха . . . . .	8

В среднем с учетом соотношения заготавливаемых лесоматериалов по породам объем коры можно принимать равным 13% объема вывозимой древесины.

Масса 1 пл. м<sup>3</sup> составляет: еловой при влажности 11% — 300 кг, при влажности 60% — 800 кг; сосновой при влажности 11% — 360 кг. Плотность еловой коры составляет:

Влажность, % . . . . .	0	20	40	60	80
Плотность, кг/м <sup>3</sup> . . . . .	90	140	200	315	575

Процентное содержание коры для всех пород деревьев снижается с увеличением диаметра ствола от 13 до 67 см в следующих пределах, %: сосны — от 13 до 12, ели — от 14 до 9, осины — от 14 до 12, липы — от 27 до 17.

Средний выход коры из 1 пл. м<sup>3</sup> древесины разных пород составляет, кг: у дуба в сыром состоянии — 34—40, в воздушно-сухом состоянии — 20—24; у ели — соответственно 40—48 и 25—27; у бархата амурского — 4; у лиственницы в воздушно-сухом состоянии — 75; бересты у березы в воздушно-сухом состоянии — 13—15; у липы в сыром состоянии луба — 45, воздушно-сухого мочала — 26—32.

В результате окорки древесины получают отходы, отличающиеся по структуре и свойствам от коры. В табл. 2.70 и 2.71 приведены данные о структурном и гранулометрическом составе отходов окорки.

Наибольшая влажность отходов окорки древесины после сплава наблюдается в июле — августе, наименьшая — в январе — марте. В среднем влажность составляет 194% для ели и 246% для сосны. Сведения о свойствах отходов окорки приведены в табл. 2.72—2.78.

Химический состав коры резко отличается от состава соответствующей древесины. Это различие обусловлено разным анатомическим строением коры и древесины. Кора содержит значительно больше экстрактивных веществ, чем древесина. Клетки тканей луба отличаются от клеток окорки повышенным содержанием урсонных кислот и пентозанов, отсутствием суберина. Оболочки ситовых клеток состоят из целлюлозы и гемицеллюлозы и не содержат лигнина. При сплаве древесины из коры свежесрубленной древесины вымываются органические вещества и изменяется физико-химическое состояние смол. В табл. 2.79 и 2.80 приводится химический состав коры сосны и ели.

Содержание редуцирующих веществ в коре сплавной древесины составляет у ели — 0,83%; у сосны — 0,75%; в коре несплавной древесины — соответственно 2,25 и 2,10%.

Таблица 2.70

## Структурный состав отходов окорки

Вид окорки	Структурный состав отходов окорки, %		
	луб	корка	отщеп
Механическая	59,8	36,8	3,4
Барабанная	86,4	9,5	4,1

Таблица 2.71

## Гранулометрический состав отходов окорки

Порода	Характеристика отходов окорки	Остатки на сетках с диаметром отверстий, % по весу, мм					
		30	20	10	5	2	под-дон
Сосна	От окорочных станков ОК-66М	62	14	13	8	1	2
	Измельченные на мельнице МК двумя рядами бил	—	6	22	40	30	2
	Измельченные на мельнице МК четырьмя рядами бил	—	—	13	38	34	15
	От окорочных станков УК-26	63	19	11	3	2	2
Ель	Измельченные на мельнице МК двумя рядами бил	—	8	27	36	16	13
	Измельченные на мельнице МК четырьмя рядами бил	—	—	7	43	29	21

Таблица 2.72

## Свойства отходов окорки древесины после сплава

Свойства	Порода	
	ель	сосна
Структурный состав отходов механической окорки древесины в летний период года, %:		
кора	48	55
луб	47	42
отщеп древесины*	5	3
Абсолютная влажность составных частей отходов окорки в летний период года, %:		
корки	86	119
луба	242	364
отщеп древесины	68	88
Зольность, %	5,2	4,9
Кислотность, рН	4,8	4,6
Плотность насыпного объема отходов окорки после окорочных станков, кг/м <sup>3</sup>	385	320

Свойства	Порода	
	ель	сосна
Плотность насыпного объема отходов окорки, измельченных на мельнице МК, кг/м <sup>3</sup>	385	340
Угол естественного откоса отходов окорки древесины от окорочных станков, град.	55	43
Угол естественного откоса отходов, измельченных на мельнице МК, град.	31	33
Объем отходов окорки, % объема бревна	9—10	4—5

\* В зимний период года содержание отщепы древесины увеличивается до 12—13%

Таблица 2.73

Свойства отходов окорки	Величина
Предел гигроскопичности, %	43* 30
Максимальное водопоглощение, %	250
Теплопроводность, Вт (м·К): в абсолютно сухом состоянии	0,088
при влажности 50%	0,174
Удельная теплоемкость, кДж (кг·К): в абсолютно сухом состоянии	1,9
при влажности 50%	2,78

\* Числитель — луб, знаменатель — корка.

Таблица 2.74

**Влажность, плотность и коэффициенты объемной усушки  
кору свежесрубленной древесины**

Порода и сортименты	Влажность, %	Плотность, кг/м <sup>3</sup>		Коэффициент объемной усушки, %
		в абсолютно сухом состоянии	при влажности 15%	
Сосна, бревна комлевые	75,0	473	497	0,60
Сосна, бревна срединные	139,5	735	772	0,60
Сосна, бревна вершинные	150,4	796	834	0,77
В среднем	120,4	652	688	0,66
Ель, бревна комлевые	107,8	686	711	0,72
Ель, бревна срединные	115,5	737	752	0,80
Ель, бревна вершинные	113,7	725	748	0,85
В среднем	112,2	715	737	0,79
Береза, бревна комлевые	63,1	709	719	0,93
Береза, бревна срединные	56,1	733	744	0,91
Береза, бревна вершинные	53,5	764	774	0,93
В среднем	57,8	736	746	0,92

Таблица 2.75

## Плотность коры (по данным ЛТА имени С. М. Кирова)

Порода	Возраст дерева, лет	Средняя плотность при $W_0$ , кг/м <sup>3</sup>	Предел колебаний плотности коры, кг/м <sup>3</sup>
Ель	80	300	280—320
Ель	67	300	270—330
Сосна	98	310	290—340
Сосна	80	400	360—420
Береза	100	770	730—840
Береза	75	770	810—820
Лиственница	80	370	280—480
Лиственница	90	340	330—350
Пихта кавказская	300	570	560—590
Пихта сибирская	60	460	360—500

Таблица 2.76

## Плотность коры (по данным ЦНИИМЭ)

Порода	Комель хлыста			Середина хлыста		
	Влажность, %	Плотность, кг/м <sup>3</sup>		Влажность, %	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	
		при фактической влажности	при $W=0$		при фактической влажности	при $W=0$
Сосна	42,5	470	890	143,0	860	420
Ель	54,5	660	510	80,0	740	490
Береза	79,5	830	590	71,4	900	670
Осина	106,0	750	430	95,0	880	530

Таблица 2.77

## Влажность, плотность и коэффициенты объемной усушки коры древесины после сплава (по данным ЦНИИМОД)

Порода	Диаметр бревна в верхнем отрезе, см	Влажность, %	Плотность, кг/м <sup>3</sup>		Коэффициент объемной усушки, %
			в абсолютно сухом состоянии	при влажности 15%	
Сосна	16—24	286,0	609	667	0,51
	26—34	181,0	509	529	0,44
	36—44	177,0	454	494	0,42
Ель	В среднем	208,5	529	548	0,46
	16—24	243,0	759	785	0,70
	26—34	203,0	746	760	0,65
	36—44	190,7	726	752	0,63
	В среднем	203,5	742	765	0,66

Таблица 2.78

**Зависимость толщины коры от диаметра ствола в месте замера  
(по данным ЦНИИМЭ)**

Порода	Место замера*	Толщина коры, мм, при диаметре бревна, см												
		12	16	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56	
Сосна	к	2,0	2,2	2,8	3,2	5,0	6,0	12,0	14,0	16,0	20,0	—	—	22,0
	с	1,8	2,0	2,2	2,4	3,0	3,5	5,0	5,5	6,5	—	—	—	—
Ель	к	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	8,0	9,0	10,0	—	—	12,0
	с	3,0	3,5	3,8	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	7,0	—	—	—	—
Береза	к	4,0	6,0	6,5	7,0	7,5	9,0	11,0	12,0	14,0	16,0	18,0	—	20,0
	с	4,0	5,6	6,0	6,5	7,5	9,0	11,0	12,0	—	—	—	—	—
Оси́на	к	—	—	—	8,2	10,0	11,0	12,0	13,0	14,0	15,0	17,0	—	21,0
	с	4,2	5,5	7,0	7,5	10,0	11,0	12,0	13,0	14,0	15,0	16,0	—	—
Листо- венница	к	17,0	18,0	20,0	23,0	25,0	26,0	27,0	29,0	30,0	31,0	33,0	—	38,0
	с	12,0	13,0	14,0	15,0	16,0	17,0	18,0	19,0	20,0	22,0	23,0	—	28,0

\* к — на высоте груди от комля; с — середина ствола

Таблица 2.79

**Химический состав коры древесины в свежесрубленном состоянии**

Группы веществ	Химический состав коры, %			
	сосны		ели	
	луб	корка	луб	корка
Водный экстракт без золы	20,84	14,20	38,08	27,91
Спиртовой экстракт	3,85	3,48	1,70	2,62
Зола общая	2,19	1,39	2,33	2,31
Целлюлоза без пентозанов	18,22	16,43	23,20	14,30
Гексозаны	16,30	6,00	9,30	7,70
Пентозаны	12,14	6,76	9,65	7,10
Урановые кислоты	6,04	2,17	5,98	2,82
Суберин	—	2,85	—	2,82
Лигнин	17,12	43,63	15,57	27,44
Летучие кислоты	1,73	1,25	1,11	0,69
Метоксилы, за исключением содержащихся в лигнине	1,84	3,70	1,90	2,90

Таблица 2.80

**Химический состав коры древесины после сплава**

Группа веществ	Химический состав коры, %	
	сосны	ели
Экстрактивные вещества:	8,04	15,54
экстрагируемые водой	6,88	13,02
водорастворимые	2,64	6,04
таниды	5,30	5,56
экстрагируемые эфиром	26,96	30,55
целлюлоза	9,67	11,86
пентозаны	—	18,58
легкогидролизуемые	—	223,96
трудногидролизуемые	6,09	5,22
зольность		

# РАЗДЕЛ 3

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ ДРЕВЕСИНЫ

### 3.1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТХОДОВ ДРЕВЕСИНЫ

Основные направления использования отходов древесины за 1965—1980 гг. показаны в табл. 3.1, 3.2.

Таблица 3.1

#### Производство лесоматериалов из низкокачественной древесины и отходов

Наименование продукции	Годы			
	1965	1970	1975	1980
Технологическая щепа для целлюлозно-бумажной промышленности, всего, млн. м <sup>3</sup>	0,8	3,4	8,2	9,7
в том числе по Минлесбумпрому СССР	0,8	3,1	7,6	9,0
Древесностружечные плиты: всего, тыс. м <sup>3</sup>	798	1995	3994	5454
в том числе по Минлесбумпрому СССР	634	1654	3533	4918
Древесноволокнистые плиты: всего, млн. м <sup>2</sup>	130	208	409	477
в том числе по Минлесбумпрому СССР	77	133	254	448
Балансы IV сорта: всего, млн. м <sup>3</sup>	1,36	9,0	9,51	9,1
в том числе по Минлесбумпрому СССР	1,24	8,54	9,05	8,3

### 3.2. ПРОИЗВОДСТВО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЩЕПЫ

#### 3.2.1. Требования, предъявляемые к качеству щепы

Качество щепы является одним из главных показателей, определяющих ее использование в целлюлозно-бумажной, гидролизной промышленности и изготовлении древесных плит. В табл. 3.3, 3.4 приведены основные требования к качеству щепы различных назначений по ГОСТ 15815—70 «Щепа технологическая».

Отходы древесины, используемые на технологические цели в 1965—1980 гг., млн. м<sup>3</sup>

Направление использования	Индекс	1965 г.		1966 г.		1967 г.		1968 г.		1969 г.	
		всего	в том числе от лесозаготовок	всего	в том числе от лесозаготовок	всего	в том числе от лесозаготовок	всего	в том числе от лесозаготовок	всего	в том числе от лесозаготовок
Использовано всего в том числе из ресурсов Минлесбумпрома СССР Из общего количества на выработку: технологической щепы для ЦБП, всего в том числе из ресурсов Минлесбумпрома СССР древностружечных плит, всего в том числе из ресурсов Минлесбумпрома СССР древесноволокнистых плит, всего в том числе из ресурсов Минлесбумпрома СССР гидролизной и лесохимической продукции, всего в том числе из ресурсов Минлесбумпрома СССР прочей продукции, всего в том числе из ресурсов Минлесбумпрома СССР	1	8,59	—	9,67	—	10,28	—	11,64	—	12,16	—
	2	6,58	—	7,57	—	8,11	—	9,02	—	9,59	—
	3	0,98	—	1,56	—	1,92	—	2,58	—	2,84	—
	4	0,98	—	1,44	—	1,69	—	2,20	—	2,48	—
	5	0,73	—	0,85	—	0,90	—	0,95	—	1,00	—
	6	0,60	—	0,65	—	0,70	—	0,75	—	0,80	—
	7	0,83	—	0,91	—	0,94	—	1,02	—	1,09	—
	8	0,55	—	0,63	—	0,70	—	0,77	—	0,84	—
	9	2,95	—	3,15	—	3,22	—	3,49	—	3,58	—
	10	2,55	—	2,85	—	2,92	—	3,10	—	3,17	—
	11	3,10	—	3,20	—	3,30	—	3,50	—	3,70	—
	12	1,90	—	2,00	—	2,10	—	2,20	—	2,30	—



Направление использования	Индекс	1970 г.		1971 г.		1972 г.		1973 г.		1974 г.	
		всего	в том числе от лесозаготовок	всего	в том числе от лесозаготовок	всего	в том числе от лесозаготовок	всего	в том числе от лесозаготовок	всего	в том числе от лесозаготовок
Использовано всего в том числе из ресурсов Минлесбумпрома СССР Из общего количества на выработку: технологической щепы для ЦБП, всего в том числе из ресурсов Минлесбумпрома СССР древесностружечных плит, всего в том числе из ресурсов Минлесбумпрома СССР древесноволокнистых плит, всего в том числе из ресурсов Минлесбумпрома СССР гидролизной и лесохимической продукции, всего в том числе из ресурсов Минлесбумпрома СССР прочей продукции, всего в том числе из ресурсов Минлесбумпрома СССР	1	13,54	0,10	14,59	0,20	15,94	0,30	17,30	0,60	18,86	0,90
	2	10,62	0,10	11,64	0,20	12,99	0,30	13,73	0,60	15,00	0,90
	3	3,65	0,10	4,14	0,20	4,57	0,30	5,05	0,50	5,80	0,70
	4	3,31	0,10	3,84	0,20	4,20	0,30	4,62	0,50	5,20	0,70
	5	1,10	—	1,34	—	1,38	—	1,45	0,05	1,47	0,10
	6	0,83	—	1,00	—	1,24	—	1,25	0,05	1,30	0,10
	7	1,31	—	1,43	—	1,69	—	1,75	0,05	1,84	0,10
	8	0,90	—	0,95	—	1,10	—	1,22	0,05	1,27	0,10
	9	3,54	—	3,76	—	3,96	—	4,50	—	5,00	—
	10	3,13	—	3,35	—	3,55	—	3,54	—	3,98	—
	11	3,94	—	3,92	—	4,34	—	4,55	—	4,75	—
	12	2,45	—	2,50	—	2,90	—	3,10	—	3,25	—

Индекс	1975 г.		1976 г.		1977 г.		1978 г.		1979 г.		1980 г.	
	всего	в том числе от лесозаготовок	всего	в том числе от лесозаготовок	всего	в том числе от лесозаготовок	всего	в том числе от лесозаготовок	всего	в том числе от лесозаготовок	всего	в том числе от лесозаготовок
1	21,00	1,61	22,48	2,83	23,71	2,92	26,32	3,94	26,03	4,68	26,54	4,15
2	16,99	1,61	18,14	2,70	18,59	1,92	18,30	1,94	17,39	1,99	17,39	1,30
3	6,62	1,04	6,93	1,26	7,27	1,27	6,94	1,03	6,57	1,18	6,46	0,81
4	6,02	1,04	6,38	1,23	6,70	1,20	6,36	0,91	5,92	1,02	5,82	0,72
5	1,73	0,14	1,95	0,29	2,12	0,19	2,26	0,20	2,28	0,26	2,59	0,29
6	1,56	0,14	1,71	0,29	1,73	0,15	1,77	0,10	1,76	0,12	1,92	0,13
7	2,15	0,20	2,16	0,10	2,28	0,08	2,39	0,09	1,69	0,13	1,63	0,06
8	1,53	0,20	1,62	0,10	1,67	0,07	1,77	0,07	1,38	0,11	1,44	0,03
9	5,55	0,23	5,59	0,33	5,76	0,18	5,91	0,53	5,95	0,75	6,13	0,78
10	4,46	0,23	4,26	0,33	4,38	0,13	4,38	0,49	4,33	0,32	4,16	0,09
11	4,95	—	5,85	0,85	6,28	1,20	8,82	2,09	9,54	2,36	9,73	2,21
12	3,42	—	4,17	0,75	4,11	0,37	4,02	0,37	4,36	0,42	4,05	0,33

Требования к щепе для целлюлозно-бумажного и гидролизного производства

Назначение щепы	Засоренность, %, не более			Допустимый остаток на ситах с отверстиями диаметром, мм				Количество щепы с некачественным срезом	Влажность, %, не менее
	кора	гилья	минеральные примеси	30, не более	10, не менее	5, не более	поддон, не более		
Для целлюлозно-бумажного производства: сульфитная варка:									
щепы I сорта	1,0	0,1	Не допускаются	3	92	4	1	30	40
щепы II сорта	1,5	1,0	0,3	5	86	8	1	30	40
Для сульфатной варки:									
щепы I сорта	1,5	3,0	Не допускаются	4	85	10	1	30	40
щепы II сорта	3,0	5,0	0,3	6	81	10	3	30	40
Для гидролизного производства	11	2,5	0,5	5	—	—	5	—	—

Контроль качества щепы производится в лаборатории с помощью приборов и реактивов, перечисленных в табл. 3.5 и 3.6.

### 3.2.2. Технологические схемы изготовления щепы

При выработке щепы из кусковых отходов лесопиления применяется несколько технологических схем, основными из которых являются поточная, централизованная, специализированная и комбинированная.

При *поточной переработке* отходов рубильная машина устанавливается в каждом лесопильном потоке. Сортирующие устройства в зависимости от их производительности могут обслуживать как один, так и несколько потоков. Отсортированная крупная фракция щепы доизмельчается с помощью дополнительного патрона-приставки, установленного на одной из рубильных машин, или в специальной рубильной машине (дезинтеграторе). При выходе из строя одной из рубильных машин предусматривается временная передача отходов в другой поток.

При *централизованной переработке* отходы от нескольких потоков поступают в одну рубильную машину. В этом случае целесообразна установка резервной рубильной машины и сортировки.

Таблица 3.4

## Требования к щепе для производства древесных плит

Назначение щепы	Засоренность, %, не более			Допустимый остаток, % на ситах с отверстиями диаметром, мм						Количество щепы с некачественным срезом, %	Влажность, %, не менее
	кора	гниль	минеральные примеси	50	30	10	5	2	поддон		
				15	12	12					
Для производства ДВП	15	5	1	—	Не более 10	Не менее 79	Не более 10	—	Не более 1	30	40
Для производства ДСП: плоского прессования	12	5	Не допускаются	Не более 3	—	Не менее 90	—	—	Не более 7	—	40
экструзионного прессования	12	5	Не допускаются	—	Не более 3	—	Не менее 90	—	Не более 7	—	40

Приборы для анализа качества щепы

Наименование приборов, тип или марка	Завод-изготовитель	Определяемые показатели
Механический лабораторный анализатор АЛГ-М	Петрозаводский опытно-механический	Фракционный состав щепы
Прибор для определения содержания в щепе минеральных примесей	Приборная группа ЦНИИМОДа	Содержание минеральных примесей
Шаблон для измерения углов среза	—	Углы среза
Весы с точностью взвешивания до 1 г	Ленинградский завод «Госметр»	Фракционный состав щепы, качество срезов, содержание листовых пород древесины
Весы с точностью взвешивания до 0,1 г.	Ленинградский завод «Госметр»	Содержание коры и гнили
Весы с точностью взвешивания до 0,01 г	Ленинградский завод «Госметр»	Содержание минеральных примесей
Сушильный шкаф	Ленинградский завод «Госметр»	Влажность щепы

Таблица 3.6

Перечень реактивов, необходимых для определения отдельных показателей качества

Наименование реактивов	Рабочая концентрация	Расход на одно определение, г	Определяемые показатели
Хлористый цинк — раствор плотностью 1,6 г/см <sup>3</sup> или раствор любой соли плотностью от 1,4 г/см <sup>3</sup> до 1,6 г/см <sup>3</sup>	—	70	Содержание минеральных примесей
Калий марганцево-кислый	1	500	Содержание хвойных и листовых пород
Кислота соляная	12	500	Содержание хвойных и листовых пород
Аммиак	1	500	Содержание хвойных и листовых пород

*Специализированная переработка* отходов отличается от двух предыдущих тем, что кусковые отходы группируются отдельно по видам (горбыли, рейки, отрезки и крупная щепа). В соответствии с видами отходов применяются различные марки рубильных машин.

*Комбинированные схемы* могут включать в себя различные варианты трех основных схем или совмещаться с потоком агрегатной переработки пиловочного сырья.

Во всех технологических схемах мелкая фракция щепы от сортировок подается в специальный бункер, а кондиционная щепа — в бункерную галерею, бункер или на склад открытого хранения.

Для производства щепы в леспромпхозах разработаны специальные системы машин и оборудования. Системы НЩ-1 и НЩ-2 производительностью соответственно 5 и 10 тыс. м<sup>3</sup> щепы в год предназначены для переработки низкокачественной древесины и отходов в условиях нижних лесных складов и состоят из линии подготовки сырья, установки типа УПЩ, пневмотранспортной установки, пневмопогрузчика щепы.

Система НЩ-3 производительностью 50—75 тыс. м<sup>3</sup> щепы в год предназначена для переработки низкокачественной древесины и фаутных хлыстов на технологическую щепу для целлюлозно-бумажного производства.

Система НЩ-4 производительностью 10 м<sup>3</sup>/ч предназначена для переработки в лесу тонкомерной древесины от рубок ухода и толстых сучьев на верхних лесных складах на технологическую щепу для производства древесных плит.

### 3.2.3. Установки по производству щепы из низкокачественной древесины и отходов

В настоящее время на предприятиях работают установки УПЩ-3, УПЩ-3А, БОМП-3 и цехи на базе установок УПЩ-6, УПЩ-6А, УПЩ-12, а также импортные установки производительностью 5 и 30 тыс. м<sup>3</sup> технологической щепы в год.

Преобладающими в отрасли являются установки типа УПЩ, серийно выпускаемые Петрозаводским опытно-механическим заводом и другими предприятиями (табл. 3.7).

Т а б л и ц а 3.7

Техническая характеристика установок типа УПЩ

Показатели	УПЩ-3	УПЩ-3А	УПЩ-6	УПЩ-6А	УПЩ-12
Производительность при односменной работе, тыс. пл. м <sup>3</sup> щепы в год	5	5	10	10	20
Марка корообдирочного барабана	КБ-3	КБ-3	КБ-6	КБ-6А	КБ-12
Производительность барабана, м <sup>3</sup> /ч	3	4	6	6	12
Частота вращения, с <sup>-1</sup>	0,175	0,175	0,167	0,167	0,167
Длина барабана, мм	3 500	3 500	7 500	7 500	15 000
Внутренний диаметр барабана, мм	2 850	2 850	3 000	3 000	3 000
Масса барабана, кг	20 300	20 300	40 500	35 200	67 000
Число секций, шт.	1	1	1	1	2
Число приводов, шт.	1	1	1	1	2
Ширина ленты транспортера, мм	400	400	500	500	500
Скорость движения ленты, м/с	0,9	0,9	0,56	0,56	0,56
Установленная мощность привода барабана, кВт	40	40	55	55	112
Рубильная машина	МРС-3	МРНВ-10	МРН-25	МРНВ-30	МРН-25
Сортировка щепы	МРС-3	СЩ-60М	СЩ-1М	СЩ-1М	СЩ-1М
Транспортер подачи древесины в рубильную машину	Ленточный	Ленточный	Цепной	Цепной	Цепной
Скорость движения, м/с	0,6	0,6	0,4	0,6	0,4

Структура трудозатрат по установкам типов УПЩ-3А и УПЩ-6А приведена в табл. 3.8.

Таблица 3.8

Структура трудозатрат [43]

Вид операции	Трудозатраты, %	
	УПЩ-3А	УПЩ-6А
Разделка и расколка сырья	43,5	45,5
Доставка сырья к цеху, включая перегрузочные работы	21,5	28,5
Обслуживание установки	21,5	11,6
Складирование и погрузка щепы	3,9	4,5
Вспомогательные операции	9,6	9,9
Итого	100	100

Получение технологической щепы для целлюлозно-бумажной промышленности обеспечивается при следующей структуре сырья.

А. Несортированные дрова и отходы лесозаготовок:

1) вершинник, толстые сучья и другие отходы, не содержащие гниль, — 15—20%;

2) технологические колотые дрова со средним содержанием гнили 16%—35—40%;

3) топливные колотые дрова со средним содержанием гнили 35%—40—45%.

Б. Топливные дрова и отходы лесозаготовок:

1) вершинник, толстые сучья и другие кусковые отходы, не содержащие гниль, — 30%;

2) топливные колотые дрова со средним содержанием гнили 35—70%.

С 1978 г. производственный опытно-механический завод выпускает более совершенные установки по производству щепы — ЛТ-8 [6]. Типовым проектом Гипролестранса 411-2-129 предусмотрено размещение раскалывающего узла и окорочного барабана на открытом воздухе. Рабочие места операторов находятся в специальных кабинах с повышенной звукоизоляцией. При наличии большого количества сырья можно эксплуатировать две линии, что особенно эффективно при переработке древесины двух породных групп — хвойной и лиственной.

В табл. 3.9 приведены основные технико-экономические показатели работы линии ЛТ-8.

Таблица 3.9

Технико-экономические показатели линии ЛТ-8

Наименование показателей	Линия ЛТ-8	Цех с двумя линиями ЛТ-8
Годовой объем выпускаемой щепы при двухсменной работе, тыс. м <sup>3</sup>	24	48
Установленная мощность электрооборудования, кВт	313	638,5

Наименование показателей	Линия ЛТ-8	Цех с двумя линиями ЛТ-8
Количество обслуживающего персонала, чел.	15	22
Выработка щепы на 1 чел.-день, м <sup>3</sup>	6,4	8,7
Выпуск товарной продукции на 1 работающего, тыс. руб.	24,6	33,6
Строительный объем, м <sup>3</sup>	1459	2610
Стоимость цеха, тыс. руб.	246,8	470

Расход сырья различного вида на производство 1 пл. м<sup>3</sup> щепы приведен в табл. 3.10.

Таблица 3.10

Расход сырья на 1 пл. м<sup>3</sup> щепы

Назначение щепы	Дрова без гнили и тонкомерные отходы лесозаготовок		Колотые дрова с гнилью					
			несортированные		технологические		топливные	
	хвойные	лиственные	хвойные	лиственные	хвойные	лиственные	хвойные	лиственные
Для сульфитной целлюлозы: I сорта	1,22	1,28	1,64	1,70	1,54	1,61	1,76	1,82
	1,43	1,45	1,92	2,00	1,79	1,89	2,08	2,17
II сорта	1,20	1,26	1,56	1,61	1,47	1,54	1,70	1,73
	1,41	1,43	1,82	1,89	1,70	1,79	2,00	2,04
Для сульфатной целлюлозы: I сорта	1,20	1,26	1,43	1,47	1,35	1,39	1,54	1,59
	1,41	1,43	1,67	1,73	1,56	1,61	1,82	1,89
II сорта	1,18	1,23	1,31	1,35	1,23	1,28	1,41	1,45
	1,37	1,39	1,54	1,59	1,43	1,49	1,67	1,72

Примечание. В числителе — летом, в знаменателе — зимой.

Средние объемы получаемых отходов на установках УПЩ-3А и УПЩ-6А при односменной работе показаны в табл. 3.11.

Таблица 3.11

Средние объемы отходов, пл. м<sup>3</sup>

Тип установки	Дрова без гнили и тонкомерные отходы лесозаготовок		Колотые дрова с гнилью					
			несортированные		технологические		топливные	
	в смену	в год	в смену	в год	в смену	в год	в смену	в год
УПЩ-3А	6	1500	8,2	2050	6,4	1600	10,4	2700
УПЩ-6А	12	3000	16,4	4100	12,8	3200	20,8	5400



Среднее время обработки поленьев различных пород в зависимости от времени года приведено в табл. 3.12. Уменьшение времени обработки против указанного ведет к повышению содержания коры в щепе, увеличе-

Таблица 3.12

Продолжительность обработки свежесрубленной древесины в коробдирочном барабане при коэффициенте загрузки 0,5—0,6

Виды сырья	Порода	Продолжительность обработки, мин				
		летом в активный вегетационный период	осенью в период подготовки деревьев к зиме	зимой, °С		
				— 5	— 15	— 25
Круглые поленья диаметром 3—18 см, длиной 0,3—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—66
Сучья любой кривизны: диаметром 3—10 см, длиной 0,5—1,5 м	Сосна	10—15	20—25	35—45	50—60	45—55
	Осина	10—15	20—25	30—40	45—55	40—50
Колотые поленья с линией раскола до 20 см, длиной 0,8—1,0 м	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	90—105	115—125	110—120
Рейки и отходы тарного производства длиной 0,5—1 м	Сосна	20—25	35—40	80—90	95—105	90—100
	Ель	25—30	45—50	120—130	140—155	155—170
	Береза	30—35	50—55	110—120	130—140	125—135
	Осина	20—25	45—50	90—100	110—120	105—115

ние времени обработки — к повышению мелкой фракции в щепе и потере древесины.

Зависимость выхода щепы от вида сырья показана в табл. 3.13.

### 3.2.4. Рубильные машины

При переработке отходов древесины на технологическую щепу используются рубильные машины отечественного производства: МРНП-80, МРНП-30Н, МРН-25, МРНП-10, МРН-50, МРГ-20Н, МРГП-20Н, МРГ-18, МРГП-18, МРГП-40, МРГП-40Н. Технические параметры рубильных машин приведены в табл. 3.14, 3.15.

Каждая из перечисленных выше рубильных машин имеет свои эксплуатационные особенности, которые необходимо учитывать при выборе марки машин.

При наклонном расположении загрузочного патрона за счет веса перерабатываемой древесины облегчается надвигание ее на диск. Такие рубильные машины по сравнению с машинами, имеющими горизонтальное расположение загрузочного патрона, дают более высокий выход щепы нормальной фракции, менее чувствительны к затуплению режущего ин-

Таблица 3.13

Средние данные о выходе щепы из различных видов сырья, %

Виды сырья	Для ЦБП		Для древесных плит (ДВП и ДСП)	Для гидролизного производства
	сульфитной целлюлозы	сульфатной целлюлозы		
1. Отходы лесопиления и деревообработки	82	85	90	95
2. Отходы лесозаготовок	67	70	80	87
3. Дрова без гнили и тонкомерные отходы лесозаготовок:				
хвойные	76	77	85	82
лиственные	74	75	83	80
4. Колотые дрова с гнилью:				
а) несортированные:				
хвойные	58	67	74	73
лиственные	56	65	72	72
б) технологическое сырье:				
хвойное	64	73	80	78
лиственное	61	70	77	75
в) топливные дрова:				
хвойные	53	62	68	66
лиственные	51	60	66	64
5. Балансы	94—96	94—96	—	—

струмента. Однако наклонное расположение загрузочного патрона усложняет установку машины, так как требуется большая высота здания, необходима приемная (загрузочная) воронка, форма и конструкция которой оказывают большое влияние на работу рубильной машины.

При горизонтальном расположении загрузочного патрона облегчается привязка машины (ее можно ставить как на первом, так и на втором этаже здания), упрощается загрузка отходов в машину, не требуется загрузочная воронка. Но в горизонтальных машинах трудно перерабатывать короткие отходы, требуется строгое согласование скорости загрузочного транспортера со скоростью затягивания древесины ножами диска. Горизонтальные рубильные машины целесообразно применять при переработке длинномерных отходов, а наклонные — для всех видов отходов (при достаточной высоте помещения). Целесообразно использовать рубильные машины, имеющие два загрузочных патрона. В этом случае горизонтальный патрон используется для переработки отходов длиной более 1 м, а в наклонный патрон подаются отходы длиной до 1,5 м. Из числа перечисленных два загрузочных патрона имеет рубильная машина МРГ-40.

Хороший эффект дает использование дополнительных загрузочных патронов (приставок), разработанных для рубильных машин МРГ-18, МРГ-20. Дополнительные патроны имеют наклонное расположение и рассчитаны на переработку короткомерных отходов (стульчиков).

Установка дополнительного патрона делает горизонтальную машину универсальной, позволяет эффективно перерабатывать на технологическую щепу как длинные, так и короткие отходы (табл. 3.16).

При рубке крупной щепы совместно с горбылями и рейками выход кондиционной щепы из крупной фракции при многократном возврате на доизмельчение составляет 55—60%. Специальный патрон (приставка)

Техническая характеристика рубильных машин

Параметры рубильных машин	МРНП-30 (30Н)	МРНП-10	МРН-25	МРН-50	МРГ (МРГП) 20Н	МРГ-40 (40Н)	МРН-40 (ЛО-79)	АЗ-00
Производительность, пл. м <sup>3</sup> /ч	25	10	18—20	40—50	20	30—35	4	3—4,5
Выход щепы из отходов лесопиления, %	85—95	85—95	85—95	80—85	85—90	75—80	75—80	30—35 (до 60 при повторных обра- ботках)
Диаметр ножевого диска, мм	1 270	1 270	1 270	2 140	1 270	1 600	1 600	1 070
Число ножей, шт.	16	16	16	10	12	10	6	10
Частота вращения, с <sup>-1</sup>	12,3	9,8	12,2	6,2	12,3	9,7	9,8	12,5
Выброс щепы	Верхний (нижний)	Верхний	Нижний	Верхний	Нижний	Верхний (нижний)	Нижний	Верхний
Размеры грузозачного патрона, мм	250 × 250	250 × 250	250 × 250	400 × 400	420 × 220	585 × 350	460 × 460	260 × 130
Мощность электродвигателя, кВт	90	55	75	280	90	125; 160;	160	30
Габаритные размеры, мм:						200; 260		
длина	2 650	2 650	3 045	3 460	2 700	3 610	3 690	2 510
ширина	1 700	1 700	1 740	3 800	1 660	2 420	2 460	2 130
высота	1 760	1 760	1 445	4 400	1 400	2 145	2 200	1 360
Масса машины с электродвигателем, кг	(1 450) 5 750 (5 380)	5 650	5 240	24 100	5 450	(2 069) 12 000	12 320	2 000

Гатчинский завод бумагоделательного оборудования имени Рошала

## Технические характеристики зарубежных рубильных машин

Параметры рубильных машин	Финляндия				Швеция						
	Кархула		Брукс		Брукс		ABC				
	РХ 1600/3	РХ 1600/5	980М	1200М	1500М	1700М	2000М	1300	1500	300	
Норман-66											
Производительность при переработке отходов лесопиления, пл. м <sup>3</sup> /ч	60	100	15	25	50	100	175	50	80	8	
Выход кондиционной щепы, %	85—90	85—90	85—92	85—92	85—92	85—92	85—92	85—92	85—92	85—92	
Диаметр ножевого диска, мм	1600	1600	980	1200	1500	1700	2000	1300	1500	300	
Число ножей, шт.	3	5	2	2	3	4	7	2	3	4	
Частота вращения ножевого диска, мин <sup>-1</sup>	650	650	700—850	600—850	500—600	500—525	500—525	725	625	1450	
Размеры грузозонного патрона, мм: ширина	440	440	250	370	440	500	500	380	450	300	
высота	260	260	200	200	275	300	350	250	300	120	
Расположение грузозонного патрона	Наклонное										
Мощность электродвигателя, кВт:	Наклонное расположение диска										
главного механизма подачи	50—75	75—100	25—40	30—40	60—75	100—125	250—300	50	60	15—20	
Масса, кг	4	7,5	2	3	2×4	2×5,5	2×5,5	4	5,5	—	
	4800	5000	1400	2350	3800	5400	8500	3000	3800	3000	

**Техническая характеристика дополнительного  
загрузочного патрона для переработки короткомерных  
отходов**

Параметры дополнительного патрона	Значения параметров
Производительность, пл.м <sup>3</sup> /ч	7—10
Выход кондиционной технологической щепы, %	80—85
Размеры перерабатываемых отходов, мм:	
ширина	До 280
толщина	До 110
длина	От 20 мм и более
Размеры проходного сечения патрона, мм	280×110
Угол наклона загрузочной воронки к горизонту, град.	52
Количество контрножей, шт.	2
Величина зазора между контрножами и режущими ножами, мм	0,5—1,0
Габаритные размеры, мм:	
высота	870
длина	450
ширина	450
Масса, кг	107,0

Таблица 3.17

**Технические характеристики барабанных рубильных машин**

Показатели	ДУ-2	ЛО-56	ДО-24
Диаметр барабана, мм	600	900	950
Число ножей, шт.	4	6	40 (резцы)
Скорость вращения ножевого барабана, м/с	18,9	27,6	16,5
Размеры приемного окна механизма подачи, мм:			
ширина	300	500	750
высота	300	450	800
Скорость подачи отходов, м/с	0,8	1,34	—
Расчетная длина щепы, мм	20	24	—
Производительность, пл.м <sup>3</sup> /ч	12,4	40,0	15
Угол между осью вращения барабана и направлением подачи, град.	35	40	—
Мощность привода ножевого барабана, кВт	55	160	75
Установленная мощность, кВт	73,5	194,5	—
Масса, т	4,6	11,6	3,5

ка) позволяет получить до 80—85% кондиционной щепы из крупной. При доизмельчении крупной фракции в дополнительном патроне, предназначенном для переработки короткомерных отходов, выход кондиционной щепы составляет 70—75%.

Исходя из производительности машины, определяемой мощностью двигателя привода, числом ножей на роторе, скоростью их вращения, размерами проходного сечения загрузочного патрона и рядом других факторов, а также учитывая неравномерность поступления отходов в

машину и низкий коэффициент заполнения патрона по сечению, рубильные машины по моделям рекомендуется применять для следующих условий:

при переработке отходов от одного лесопильного потока — МРН-10, МРГ-18;

при переработке отходов от двух лесопильных потоков — МРГ-20, МРН-30, МРН-25;

при централизованной переработке отходов от 3—4 лесопильных потоков — «Норман-66», МРГ-40, МРН-50;

при централизованной переработке отходов от 4—6 лесопильных потоков — «Норман-66».

Для переработки отходов лесозаготовок после стационарных установок для очистки стволов от сучьев применяются *барабанные рубильные машины* (табл. 3.17). Получаемая при этом щепа может быть использована для изготовления арболита, древесных плит, в качестве топлива для сжигания в промышленных котельных и других целей.

Данные о передвижных рубильных установках приведены в табл. 3.18.

### 3.2.5. Режущий инструмент рубильных машин

В комплект режущего инструмента рубильной машины входят режущие ножи, устанавливаемые на ножевом диске, и контрножи, располагаемые в загрузочном патроне. Характеристика режущего инструмента приведена в табл. 3.19. Размеры режущих ножей регламентируются ОСТ 13-32—74 «Ножи рубильные. Типы и основные размеры». Материал ножей, их твердость, предельные отклонения размеров регламентируются ГОСТ 17342—71 «Ножи для рубильных машин средней производительности. Технические требования».

Подготовка режущих ножей к работе производится в следующей последовательности:

очистка ножей от масел, грязи, опилок, смолы. Для очистки используются металлические скребки, ветошь, керосин, скипидар (для удаления смол);

проверка состояния ножей как при приеме в эксплуатацию новых ножей, так и ножей, находящихся в эксплуатации, перед заточкой.

При проверке новых ножей оценивается соответствие их размеров (особенно по толщине, качеству обработки, плоскостности) техническим требованиям.

При осмотре ножей перед заточкой могут быть обнаружены следующие повреждения:

1. Трещины, выломы и отгибы лезвия. Ножи с трещинами и большими выломами в дальнейшую эксплуатацию не допускаются. Ножи с выбоинами до 5 мм (при отсутствии трещин) и ножи с отгибами лезвия подлежат ремонту — снятию слоя металла до полного устранения дефекта.

2. Неплоскостность (продольный или поперечный изгиб) допускается при дальнейшей эксплуатации, если величина прогиба не превышает 0,05 мм на 100 мм. Ножи с большим изгибом выпрямляются на наковальне правильным молотком с продолговатым бойком. Контроль плоскостности производится поверочной линейкой и шупом.

3. Повреждение боковых (торцовых) граней ножа возникает при неправильном извлечении ножей из диска — ударами ручника или зубилом. Перед заточкой необходимо снять шлифовальным кругом или напильником металл, сместившийся на переднюю и внешнюю грани. Невыполнение этого условия приводит к неправильному положению ножа в заточном приспособлении, следовательно, к неправильной заточке.

Таблица 3.18

## Передвижные рубильные установки

Показатели	СССР		Швеция			Финляндия			Польша						
	ПРМ-1	ЛЮ-63	ПРУ	850М	1500РТ	2000РТ	1200 СТ	«Кар-хула» 312С	На базе АВС 100М	Треллан Д-60	РН-2 Фирмы «Гюяв-лине»	ТТ-1500Т	ДВРА -100	2VCA 100N	РР-20
Режущий орган:															
тип	Диско-вый	Диско-вый	Диско-вый	Диско-вый	Диско-вый	Диско-вый	Барабанный	Диско-вый	Диско-вый	Диско-вый	Диско-вый	Диско-вый	Диско-вый	Диско-вый	Диско-вый
диаметр, мм	965	1 270	1 600	980	1 500	2 000	1 200	1 200	1 000	1 520	980	1 500	1 000	1 000	1 000
частота вращения, об/мин	1 000	555	405	1 000	650	500	—	—	1 000	—	1 000	625	700	800	750
Число ножей	2	2	6	2	5	7	3	3	2	2	2	2	4	4	4
Максимальный диаметр кругляка, мм	200	200	240	254	330	406	300	—	—	430	20	—	140	170	110
Ширина загрузочного патрона, мм	260	220	460	260	400	475	700	—	350	—	250	443	200	200	—
Производительность, пл.м <sup>3</sup> /ч	6—8	8—10	6,5	8	26—52	105	80—100	10	4—5	30	15—20	26—33	—	—	—
Потребляемая мощность, л.с.	40—75	62	41	40—75	100—250	340	250—350	130	50—70	185	100—300	300	40	41,5	55
Габариты машины в рабочем положении, мм:															
длина	3 100	7 900	9 370	—	—	—	—	—	—	6 400	—	14 300	2 700	—	4 950
ширина	3 550	5 725	2 270	—	—	—	—	1 820	—	2 400	—	2 500	2 100	—	1 900
высота	4 420	5 170	4 010	—	—	—	—	3 230	—	2 400	—	4 000	3 500	—	4 110
Масса установки, кг	1 850	16 150	5 600	1 450	15 000	22 000	18 000	2 000	1 250	7 500	—	15 500	—	—	—
		трактором)										(без тягача)			

П а р а м е т р ы р е ж у щ е г о и н с т р у м е н т а р у б и л ь н ы х м а ш и н

П а р а м е т р ы	МРН-5	МРГ-18Н, МРГП-18Н	МРГ-20Н, МРГП-20Н	МРНП-30Н, МРНП-30, МРНП-10	МРГ-40Н, МРГ-40, МРГП-40Н, МРГП-40	А3-00	МРН-50	«Норман-66»
Размеры ножей, мм	300×85×6	300×85×6	300×85×6	300×85×6	460×82×10	230×105×10	550×92×20	485×94×10
Форма заточки ножа	Геликон-дальняя	Геликон-дальняя	Геликон-дальняя	Геликон-дальняя	Геликон-дальняя	Плоская	Плоская	Геликон-дальняя
Угол заточки на конце ножа, расположенном ближе к ободу диска к центру диска	34°58' 31°	35°50' 32°22'	35°35' 31°35'	34°42' 29°42'	36°13' 32°13'	30°	39°	35°40' 31°40'
Допустимое отклонение угла заточки	+10' -30'	+10' -30'	+10' -30'	+10' -30'	+10' -30'	+30'	+2°	+10' -30'
Установочная ширина, мм	88±0,05	88±0,05	88±0,05	88±0,05	90±0,05	109±0,05	—	100±0,05
Размеры контрольных ножей, мм	251×63×12	473×40×12	551×50×10	248×50×10	375×60×12	315×180×20	—	430×82×15
Число контрольных ножей	3	2	2	3	2	2	—	3
Величина зазора между режущими ножами и контрольными, мм	До 1,0	До 1,0	До 1,0	До 1,0	До 1,0	До 0,4	До 1,0	До 1,0



4. Нарушение настройки установочной ширины вследствие ослабления винтов, крепящих на ноже регулировочные планки и прокладки, или отсутствия последних. Перед заточкой в таких случаях у ножей обязательно следует отрегулировать установочную ширину.

Заточка ножей производится с целью придания лезвиям необходимых угловых параметров и требуемой остроты. Углы заострения должны соответствовать значениям, указанным в паспорте рубильной машины. Особенно жесткие требования в отношении соблюдения заданных углов заострения предъявляются к ножам рубильных машин с геликоидальной поверхностью ножевого диска. Отклонение углов заострения в большую сторону у таких ножей не должно превышать  $10'$ . В противном случае уменьшится длина и ухудшится качество щепы или же машина не будет затягивать древесину. Менее жесткие требования к углам заточки предъявляются в машинах с плоским диском при открытой установке ножей.

Заточку рекомендуется производить мокрым способом шлифовальными кругами с наружным диаметром 200—250 мм. Окружная скорость шлифовального круга 12—25 м/с, продольная подача 10—12,5 м/мин, поперечная подача 0,02—0,04 мм/двойной ход, угол наклона шпинделя к вертикали 2—5°. Для охлаждения рекомендуется 1,5 %-ный раствор эмульсола или 1—3 %-ный раствор кальцинированной соды. Последние 6—8 проходов необходимо производить без поперечной подачи круга (выхаживание). Для снятия заусенцев перед выхаживанием целесообразно несколько раз провести оселком по передней грани, чтобы отогнуть заусенец на затачиваемую фаску.

Для подготовки ножей к работе на каждом предприятии создается участок, имеющий достаточную площадь (20—90 м<sup>2</sup>), оборудованный естественным и искусственным освещением и приточно-вытяжной вентиляцией. Участок должен иметь заточные станки, верстак, стеллаж для хранения ножей, наковальню с набором правильных молотков, наборы резьбонарезного, измерительного и поверочного инструментов.

Штат и квалификация рабочих на участке и количество заточных станков зависят от количества и вида установленных рубильных машин. При наличии 1—2 рубильных машин всю подготовку ножей может выполнять один рабочий IV или V разряда. При наличии 3—4 машин, работающих в две, три смены, на участке целесообразно иметь двух рабочих — ножеточа III или IV разряда и слесаря III—IV разрядов. Количество заточных станков определяется из расчета один станок на 3—4 рубильные машины.

Средневзвешенная норма расхода рубильных ножей в штуках на станко-смену ( $N$ ) рассчитывается по формуле

$$N = \frac{zh_u}{(T_n t_n + T_3 t_3)(B_n - B_k)}, \quad (3.1)$$

где  $z$  — число ножей, одновременно устанавливаемых в ножевой диск, шт.;

$h_u$  — величина уменьшения ширины ножа за один цикл работы, т. е. суммарный износ ножа за время работы в машине и за заточку, мм ( $h_u = 0,4$  мм);

$T_n, T_3$  — периоды стойкости (время между двумя переточками) в зимний период (температура ниже  $-5^\circ\text{C}$ ) и летний период, танко-смены. Для условий лесопильных цехов период стойкости ножей из стали 6ХС: летом — 1 смена, зимой — 0,66 смены. Для ножей из стали 55Х7ВСМФ и 55Х6ВЗСМФ: летом — 1,5 смены, зимой — 1 смена. В случае рубки неокоренных отходов период стойкости снижается на 20—30%,

$t_1, t_3$  — удельные веса времени работы рубильной машины соответственно в летний и зимний периоды;

$B_n, B_k$  — начальная и конечная ширина ножей, мм.

Конечная ширина ножей не должна быть менее 45 мм у машин МРГ-20, МРГ-30, МРГ-18, МРН-25, МРН-10 и 50 мм у «Норман-66».

Норма расхода рубильных ножей в штуках на 1000 пл. м<sup>3</sup> технологической щепы рассчитывается по формуле

$$N_{ш} = \frac{Nm}{\Pi_1 t_1 + \Pi_3 t_3}, \quad (3.2)$$

где  $m$  — норма расхода древесины на выработку 1 пл. м<sup>3</sup> технологической щепы, м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup> (при переработке отходов лесопиления на технологическую щепу для ЦБП  $m=1,2$ );

$\Pi_1, \Pi_3$  — норма выработки на рубильную машину соответственно в летний и зимний периоды, пл. м<sup>3</sup>/смену.

Потребность (расход) в рубильных ножах для выполнения производственной программы рассчитывается по формуле

$$P = NQK, \text{ шт.}, \quad (3.3)$$

где  $Q$  — продолжительность работы рубильных машин при выполнении производственной программы, станко-смен;

$K$  — коэффициент, учитывающий случайную убыль инструмента (аварийный расход). При наличии металлоискателей  $K=1,1$ , без них  $K=1,3$ .

Потребность (расход) в рубильных ножах для выполнения заданной программы выработки технологической щепы рассчитывается по формуле

$$P_{ш} = N_{ш} V_{ш} K, \text{ шт.}, \quad (3.4)$$

где  $V_{ш}$  — объем выработки технологической щепы, тыс. пл. м<sup>3</sup>.

### 3.2.6. Сортировка щепы

*Сортировки предназначаются для отделения от общей массы щепы крупных кусков древесины с размерами 35 × 35 мм и мелочи с размерами менее 10 × 10 мм.*

На лесопильных заводах используются преимущественно плоские сортировки гирационной типа, т. е. совершающие качательные движения в плоскости (табл. 3.20).

В табл. 3.21 приводятся коэффициенты полндревесности щепы, вырабатываемой из отходов.

### 3.2.7. Техничко-экономические показатели производства технологической щепы

Техничко-экономические показатели производства технологической щепы как наиболее перспективного крупномасштабного направления использования древесных отходов определяются дифференцированно по трем основным вариантам:

1) производство технологической щепы из кусковых отходов лесопильно-деревоперерабатывающих производств;

2) производство технологической щепы в леспромхозах стационарными рубильными установками; в качестве сырья в едином производственном потоке используются отходы лесозаготовок и дровяная древесина;

3) производство технологической щепы из отходов на лесосеках и верхних складах в специализированных процессах либо в едином

Техническая характеристика сортировок

Показатели	Модели сортировок					
	Отечественные			Зарубежные		
	СЩ-1М	СЩ-60М	СЩ-120	«Содер- хамнс 750-35А»	«Содер- хамнс 750-90А»	«Раума- Репола»
Производительность, насыпные м <sup>3</sup> /ч	60	60—65	120	35	90	120
Количество сит	3	3	3	3	3	3
Площадь сит, м <sup>2</sup> :						
верхнего	2,88	2,88	8,4	3,16	7,4	7,4
среднего	2,56	2,56	8,4	3,16	7,4	8,4
нижнего	2,88	2,88	7,5	3,00	7,0	7,87
Частота колебаний, с	3	3	2,5	2,5	2,5	2,5
Эксцентриситет, мм	50	50	50	50	50	50
Мощность привода, кВт	3,0	3,0	4,5		10,0	5,0
Габаритные размеры, мм:						
длина	2500	2500	4900	—	—	4860
ширина	1890	1890	2675	—	—	2800
высота	1625	1625	1930	—	—	1900
Масса, кг	1270	1900	2280	1650	5000	3500

Таблица 3.21

Коэффициенты полнодревесности ( $K_d$ ) щепы из отходов лесопиления и лесозаготовок

Влажность щепы, %	$K_d$		Влажность щепы, %	$K_d$	
	сосна	ель		сосна	ель
1. Из отходов лесопиления					
40	0,320	0,340	130	0,368	0,405
50	0,364	0,410	150	0,360	0,400
60	0,368	0,417	2 Из отходов лесозаготовок		
80	0,371	0,418	70—80	0,340	0,320
110	0,370	0,411	90—100	0,350	0,350

комплексе операций, включающих заготовку и переработку маломерной древесины.

Для характеристики каждого из вариантов приводятся следующие данные:

основные технологические характеристики вариантов (структура производственных процессов, используемые машины и оборудование); капитальные вложения и трудоемкость производственных процессов; затраты на производство щепы (если отходы находятся в концентрированном, готовом для переработки виде);

затраты на заготовку, сбор, транспортировку отходов (если последние не сконцентрированы в пункте переработки);

зависимость трудоемкости, фондоемкости и текущих затрат от основных факторов.

Для расчета технико-экономических показателей рассматриваемых технологических процессов использованы отчетные статистические материалы и нормативно-проектные данные.

Зависимость трудоемкости, фондоемкости и текущих затрат от влияния различных факторов установлена методами проектных макетов и корреляционного анализа.

Основные показатели производства технологической щепы из кусковых отходов на лесопильно-деревообрабатывающих предприятиях характеризуются данными табл. 3.22, 3.23, на базе стационарных установок в леспромахозах — табл. 3.24—3.27

Технологические процессы производства щепы из лесосечных отходов и маломерной древесины, заготавливаемых на лесосеке, в настоящее время промышленностью не освоены и находятся на стадии экспериментальных разработок. Они установлены расчетным путем (методом моделирования) на основании нормативов, разработанных научно-исследовательскими институтами.

Моделирование текущих затрат, трудоемкости и фондоемкости осуществлено в связи со следующими факторами:

расстояние трелевки ( $l$ ) при заготовке маломерной древесины принято, м: 51—150; 151—250; 251—350; 351—450;

расстояние вывозки ( $L$ ) принято, км: 10, 20, 30, 40, 50, 60;

концентрация сырья на верхнем складе ( $V_1$ ) принята в пределах от 10 до 100 м<sup>3</sup> с градацией 10 м<sup>3</sup>;

количество порубочных остатков (лесосечных отходов) на 1 га площади ( $V_2$ ) принято, м<sup>3</sup>: 4, 8, 12, 16, 25.

При всех вариантах переработки маломерной древесины и лесосечных отходов на лесосеках товарной продукцией является неокоренная технологическая щепка, рассматриваемая в качестве сырья для производства плит и микробиологической промышленности.

Т а б л и ц а 3.22

**Основные технико-экономические характеристики производственного процесса при поточной переработке кусковых отходов лесопиления**

Операции	Вид (марка) оборудования	Производительность оборудования, м <sup>3</sup> /ч	Установленная мощность, кВт	Обслуживающий штат в смену	
				профессия	количество рабочих
Подача сырья	Транспортер	25—40	0,7—1,1 на каждые 10 м 55,0—75,0	Оператор	1
Измельчение (рубка) сырья	Рубильная машина	10—20		Оператор	1
Сортировка щепы	СЩ-1	До 60	3,0	Оператор	1
	СЩ-120	100—110	6,0		
Транспортировка щепы к бункерной галерее	Пневмотранспортные установки	7—35	28—78	Оператор	1
Хранение и погрузка щепы	Бункерная галерея	30,0			

П р и м е ч а н и е. Сортировка СЩ-120 устанавливается в двухпоточном цехе четырехрамного лесопильного завода с двумя рубильными машинами и в четырехпоточном цехе восьмирамного завода с четырьмя рубильными машинами.

**Экономические показатели переработки отходов  
лесопиления и деревообработки в технологическую щепу**

Показатели	Годовой объем выработки щепы, Q тыс.пл. м <sup>3</sup>	Величина показателей	
		при погрузке щепы в вагоны	при погрузке щепы в автотранспорт
1. Затраты на пере- работку сырья, отнесенные на 1 пл.м <sup>3</sup> щепы, руб./м <sup>3</sup>	25 50 100	2,13 1,94 1,63	1,82 1,65 1,40
Формула для опре- деления затрат	—	$q_1 = 1,5 + \frac{17,0}{Q}$	$q_1 = 1,3 + \frac{13,8}{Q}$
2. Трудозатраты, чел.- дни/пл.м <sup>3</sup>	25	0,07 0,05(0,04)	0,06 0,04
Формула для опре- деления трудо- затрат	50(100)	$T = 0,05 + \frac{0,50}{Q}$	$T = 0,04 + \frac{0,45}{Q}$
3. Удельные капи- тальные вложения (фондоёмкость), руб./м <sup>3</sup> (числи- тель — без учета подготовки и окор- ки пиловочника, знаменатель — с учетом подготовки и окорки)	25  50 100	2,78 11,28  1,58 <u>7,93</u> 1,20 <u>3,35</u>	3,74 12,24  2,22 <u>8,57</u> 1,52 <u>3,67</u>

**Вариант I.** Заготовка лесосечных отходов с помощью подборщика-погрузчика ЛП-23.

Состав операций: сбор отходов, обрубка тонких ветвей, разделка, укладка в пачки, сбор пачек, подвозка их к погрузочным площадкам, вывозка отходов к цеху УПЩ.

**Вариант II.** Заготовка древесного сырья на погрузочной площадке при обрезке сучьев передвижными сучкорезными машинами.

Состав операций: отбор качественного сырья после обрезки сучьев, обрубка тонких ветвей, разделка длинномерных отходов, укладка в кучи, погрузка сырья и вывозка к цеху УПЩ.

**Вариант III.** Производство «зеленой щепы» из маломерной древесины от рубок ухода.

Состав операций: выработка и погрузка щепы, подвозка щепы в полу-прицепах, вывозка щепы.

**Вариант IV.** Производство «зеленой щепы» с отделением древесной зелени в технологическом коридоре.

Состав операций: заготовка маломерной древесины, отделение древесной зелени, выработка и погрузка щепы, подвозка и вывозка щепы.

**Вариант V.** Производство технологической щепы на лесосеке передвижными рубильными машинами.

Состав операций: валка, обрезка сучьев, трелевка, переработка хлыстов в щепу, погрузка и вывозка технологической щепы.

Технико-экономические показатели производства щепы по вариантам приведены в табл. 3.28—3.31.

Технико-экономические показатели технологического процесса по производству технологической щепы в леспромхозах

Операции	Вид (марка) обору	Производительность машин (оборудования), м <sup>3</sup> /ч	Установленная мощность, кВт	Обслуживающий штат в смену			профессия
				количество рабочих		разряд	
				УПЩ-6А	УПЩ-3А		
Подготовка и подача сырья	Транспортеры	20—40	0,7—0,1 на каждые 10 м длины транспортера	2	2	II	
Расколка толстомера	Колун КЦ-7	10,0	10,0	1	1	IV	Станочник
Подача сырья к цеху	Автомобиль		—				
Отвозка отходов	Автомобиль		1	3	2	III	Шофер
Окорка древесного сырья	Окорочный барабан КБ-6 А (КБ-3А)	7,0(4,0)	55 (48)				
Измельчение древесного сырья	Рубильная машина СЩ-1	8—16,0	55,0	1	1	V	Оператор
Сортировка щепы		60,0	3,0				
Отгрузка щепы	Бульдозер, транспортер, пневмотранспортные установки	—	—	1	—	III	Бульдозерист
Итого				8	6		
Вспомогательные работы				1	1	IV	Пилоточ-пилоточ
Всего				9	7		

Таблица 3.25

**Затраты на обработку сырья ( $q_1$ ) в связи  
с объемом выработки щепы ( $Q$ )**

УПЩ-ЗА		УПЩ-З		УПЩ-6А		УПЩ-6		УПЩ-12	
объем щепы, тыс.м <sup>3</sup>	затраты на обработку сырья, руб./м <sup>3</sup>	объем щепы, тыс.м <sup>3</sup>	затраты на обработку сырья, руб./м <sup>3</sup>	объем щепы, тыс.м <sup>3</sup>	затраты на обработку сырья, руб./м <sup>3</sup>	объем щепы, тыс.м <sup>3</sup>	затраты на обработку сырья, руб./м <sup>3</sup>	объем щепы, тыс.м <sup>3</sup>	затраты на обработку сырья, руб./м <sup>3</sup>
3,1	14,3	2,9	10,6	6,2	11,8	5,4	10,8	12	8,1
4,0	11,8	3,8	8,9	8,1	9,9	7,0	9,1	16	7,0
4,5	10,8	4,2	8,6	9,0	9,7	7,8	8,8	18	6,8
6,3	10,2	5,8	7,5	12,5	8,4	10,8	7,8	25	6,0
8,1	8,7	7,6	6,5	16,2	7,4	14,0	6,7	32	5,5
9,0	8,5	8,4	6,4	18,0	7,2	15,0	6,6	36	5,4
$q_1 = 5,3 + \frac{29}{Q}$		$q_1 = 4,5 + \frac{16,9}{Q}$		$q_1 = 5,0 + \frac{41,0}{Q}$		$q_1 = 4,4 + \frac{34,8}{Q}$		$q_1 = 4,2 + \frac{46,3}{Q}$	

Таблица 3.26

**Удельные капитальные вложения ( $K$ ) в связи  
с объемами производства щепы**

УПЩ-ЗА		УПЩ-З		УПЩ-6А		УПЩ-6		УПЩ-12	
объем щепы, тыс.м <sup>3</sup>	капитальные вложения, руб./м <sup>3</sup>	объем щепы, тыс.м <sup>3</sup>	капитальные вложения, руб./м <sup>3</sup>	объем щепы, тыс.м <sup>3</sup>	капитальные вложения, руб./м <sup>3</sup>	объем щепы, тыс.м <sup>3</sup>	капитальные вложения, руб./м <sup>3</sup>	объем щепы, тыс.м <sup>3</sup>	капитальные вложения, руб./м <sup>3</sup>
3,1	46	2,9	29,0	6,2	43,0	5,4	41,0	12	24,0
4,0	36	3,8	22,0	8,1	33,0	7,0	32,0	16	18,8
4,5	32	4,2	20,0	9,0	30,0	7,8	29,0	18	16,7
6,3	23	5,8	14,6	12,5	21,6	10,8	21,0	25	12,0
8,1	18	7,6	11,3	16,8	16,7	14,0	16,0	32	9,0
9,0	16	8,4	10,2	18,0	15,2	15,0	14,0	36	8,5

Таблица 3.27

**Трудоёмкость производства технологической щепы ( $T$ )**

УПЩ-ЗА		УПЩ-З		УПЩ-6А		УПЩ-6		УПЩ-12	
объем щепы, тыс.м <sup>3</sup>	трудоёмкость, чел.-дни/м <sup>3</sup>	объем щепы, тыс.м <sup>3</sup>	трудоёмкость, чел.-дни/м <sup>3</sup>	объем щепы, тыс.м <sup>3</sup>	трудоёмкость, чел.-дни/м <sup>3</sup>	объем щепы, тыс.м <sup>3</sup>	трудоёмкость, чел.-дни/м <sup>3</sup>	объем щепы, тыс.м <sup>3</sup>	трудоёмкость, чел.-дни/м <sup>3</sup>
4,5	0,60	4,2	0,53	9,0	0,53	7,8	0,48	18	0,40
6,3	0,43	5,8	0,38	12,5	0,38	10,8	0,34	25,2	0,29

УПЩ-3А		УПЩ-3		УПЩ-6А		УПЩ-6		УПЩ-12	
объем щепы, тыс.м <sup>3</sup>	трудоемкость, чел.-дни/м <sup>3</sup>	объем щепы, тыс.м <sup>3</sup>	трудоемкость, чел.-дни/м <sup>3</sup>	объем щепы, тыс.м <sup>3</sup>	Трудоемкость, чел.-дни/м <sup>2</sup>	объем щепы, тыс.м <sup>3</sup>	трудоемкость, чел.-дни/м <sup>3</sup>	объем щепы, тыс.м <sup>3</sup>	трудоемкость, чел.-дни/м <sup>3</sup>
8,1	0,33	7,6	0,29	16,2	0,29	14,0	0,27	32,4	0,23
9,0	0,31	8,4	0,27	18,0	0,26	15,6	0,24	36,0	0,21
$T = 0,1 + \frac{22}{Q}$		$T = 0,08 + \frac{1,9}{Q}$		$T = 0,1 + \frac{3,5}{Q}$		$T = 0,07 + \frac{3,1}{Q}$		$T = 0,08 + \frac{5,4}{Q}$	

Т а б л и ц а 3.28

## Машины и механизмы и их характеристики

Машины и механизмы	Варианты	Балансовая стоимость, руб.	Установленная мощность, кВт	Расход топлива в смену, кг
Бензопила МП-5 «Урал»	I, II, V	168	3,7	10
Подборщик-погрузчик ЛП-23 (ТБ-1)	I	15 460	45,5	53
Автощеповоз ЛТ-57, ЗИЛ-130В1	I, II, III, IV, V	11 423	110	62—95
Погрузчик ПЛ-1	II	10 107	45,5	53
Комбайн «Дятел»	III	12 150	44	51
Комбайн «Дятел» с отделителем древесной зелени	IV	14 730	44	51
Колесный трактор Т-80А	III, IV	4 208	44	51
Колесный трактор Т-80А с гидрозавхватами	V	5 040	44	51
Передвижная рубильная машина ДВРА-100	V	6 910	29,4	47

Т а б л и ц а 3.29

## Рабочие, занятые пооперационно при заготовке древесного сырья (по вариантам)

Операции	Варианты	Количество занятых рабочих	Специальность	Разряд
Валка	V	1	Вальщик	VI
		1	Лесоруб	III
Трелевка	V	1	Тракторист	VI
		3	Обрубщик сучьев	III
		2	Обрубщик сучьев	III
		1	Раскряжевщик древесины	IV
Заготовка сырья	I, II, V, I, II	1	Оператор	VI
		1	Тракторист-станочник	V
		2	Обслуживающий работник	III



Операции	Варианты	Количество занятых рабочих	Специальность	Разряд
Сбор пачек сырья, подвозка, погрузка	I—IV	1	Тракторист	VI
Вывозка	I—V	1	Шофер	VI

Таблица 3.30

## Зависимость показателей от расстояния вывозки (L)

Показатели по операциям	Вариант	Расстояние вывозки км					60
		10	20	30	40	50	
Сменная производительность на вывозке лесосечных отходов, пл./м <sup>3</sup>	I	46,0	27,6	19,7	15,3	12,6	10,6
Себестоимость заготовки, транспортировки, руб./м <sup>3</sup> , в зависимости от количества порубочных остатков на 1 га, пл./м <sup>3</sup> :							
4	I	5,298	5,988	6,678	7,368	8,058	8,748
8	I	4,413	5,103	5,793	6,483	7,173	7,863
12	I	4,118	4,808	5,498	6,188	6,878	7,568
16	I	3,971	4,660	5,350	6,041	6,731	7,420
20	I	3,882	4,572	5,262	5,952	6,642	7,332
Трудоемкость в зависимости от количества отходов на 1 га, чел.-ч/м <sup>3</sup> :							
4	I	2,903	3,019	3,135	3,251	3,367	3,483
8	I	2,117	2,233	2,349	2,465	2,581	2,697
12	I	1,855	1,971	2,087	2,203	2,319	2,435
16	I	1,724	1,840	1,956	2,072	2,188	2,304
20	I	1,645	1,761	1,877	1,993	2,109	2,225
Фондоёмкость, руб./м <sup>3</sup>	I	4,378	5,128	5,878	6,628	7,378	8,128
Себестоимость вывозки, руб./м <sup>3</sup>	II	3,57	4,26	4,94	5,69	6,32	7,00
Себестоимость вывозки, руб./м <sup>3</sup>	III	5,578	6,268	6,958	7,648	8,338	9,028
Трудоемкость, чел.-ч/м <sup>3</sup>	III	0,811	0,927	1,043	1,159	1,275	1,391
Фондоёмкость по всему циклу, руб./м <sup>3</sup>	III	4,396	5,146	5,895	6,646	7,395	8,146
Себестоимость по всему циклу, руб./м <sup>3</sup>	IV	6,059	6,749	7,439	8,129	8,819	9,509
Фондоёмкость по всему циклу, руб./м <sup>3</sup>	IV	4,462	5,212	5,962	6,712	7,462	8,212

В ЦНИИМЭ разрабатываются четыре системы машин ЛЩ для производства технологической щепы из отходов лесозаготовок и маломерной древесины в условиях лесосеки, в том числе:

Эмпирические зависимости для определения показателей заготовки древесного сырья на лесосеке

Варианты	Операции	Затраты на переработку, руб./м <sup>3</sup>	Трудоёмкость, чел. ч/м <sup>3</sup>	Фондоёмкость, руб./м <sup>3</sup>
I	Сбор, заготовка	$q_n^I = 1,17 + \frac{7,1}{V_2}$	$T_1 = 0,84 + \frac{6,3}{V_2}$	$\{ f_1 + f_2 = 3,253$  $f_3 = 0,375 + 0,075L$  $f = 3,628 + 0,075L$  $f_1 = 0,28$ $f_2 = 0,46$ $f_3 = 0,375 + 0,075L$ $f = 1,116 + 0,075L$ $f_1 = 2,43$  $f_2 = 0,841$ $f_3 = 0,375 + 0,075L$ $f = 3,646 + 0,075L$ $f = 3,712 + 0,075L$  $f_0 = 0,04$ $f_1 = 0$ $f_2 = 1,362 + 0,00133L$  $f_3 = 0,792 + \frac{9,56}{V_1}$  $f_4 = 0,375 + 0,075L$ $f = (1,402 + 0,00133L)n + 1,1167 + \frac{9,56}{V_1} + 0,075L$
	Подвозка, погрузка	$q_n^{II} = 1,57$	$T_2 = 0,32$	
	Вывозка	$q_n^{III} = 0,098 + 0,069L$	$T_3 = 0,0552 + 0,0116L$	
	По всем операциям	$q_n = 2,838 + \frac{7,1}{V_2} + 0,069L$	$T = 1,215 + \frac{6,3}{V_2} + 0,0116L$	
II	Заготовка	$q_n^I = 2,429$	$T_1 = 1,78$	
	Погрузка	$q_n^{II} = 0,356$	$T_2 = 0,072$	
	Вывозка	$q_n^{III} = 0,098 + 0,069L$	$T_3 = 0,0552 + 0,0116L$	
	По всем операциям	$q_n = 2,883 + 0,069L$	$T_4 = 1,907 + 0,0116L$	
III	Выработка и по- грузка щепы	$q_n^I = 3,11$	$T_1 = 0,32$	
	Подвозка щепы	$q_n^{II} = 1,68$	$T_2 = 0,32$	
	Вывозка	$q_n^{III} = 0,098 + 0,069L$	$T_3 = 0,0552 + 0,0116L$	
	По всем операциям	$q_n = 4,88 + 0,069L$	$T = 0,695 + 0,0116L$	
IV	Аналогичен преды- дущему*	$q_n = 5,369 + 0,069L$	$T = 0,695 + 0,0116L$	
	Валка	$q_n^0 = 0,910$	$T_0 = 0,500$	
	Обрубка сучьев	$q_n^I = 0,960$	$T_1 = 0,860$	
	Трелевка	$q_n^{II} = 2,278 + 0,00226L$	$T_2 = 0,442 + 0,00041L$	
V	Выработка и по- грузка щепы	$q_n^{III} = 1,29 + \frac{15,8}{V_1}$	$T_3 = 0,55 + \frac{6,64}{V_1}$	
	Вывозка щепы	$q_n^{IV} = 0,098 + 0,069L$	$T_4 = 0,0552 + 0,0116L$	
	По всем операциям	$q_n = (4,149 + 0,00226L)n + \frac{15,8}{V_1} + 0,069L + 1,388$	$T = (1,806 + 0,00041L)n + 0,605 + 0,0116L + \frac{6,64}{V_1}$	

\* При использовании древесной щепы себестоимость щепы снижается за счет перенесения части затрат на заготовку.

система ЛЩ-1С — для переработки отходов лесозаготовок от рубок главного пользования при обрубке сучьев на лесосеке;

система ЛЩ-2С — для переработки отходов лесозаготовок, образующихся у передвижных сучкорезных машин, без их дополнительной подготовки;

системы ЛЩ-1Д и ЛЩ-3Д — для переработки маломерной древесины при сведении малоценных лиственных древостоев и недорубов от рубок главного пользования.

Системы ЛЩ-1 разработаны на базе существующего оборудования, а ЛЩ-2С и ЛЩ-3Д предусматривают создание новых машин.

Состав оборудования систем машин приведен в табл. 3.32.

Основные показатели систем машин приведены в табл. 3.33, данные о районных различиях в текущих и капитальных затратах на производство щепы — в табл. 3.34, 3.35.

### 3.3. ВИДЫ И СРЕДСТВА ТРАНСПОРТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЩЕПЫ

#### 3.3.1. Железнодорожный транспорт

Для перевозки щепы железнодорожным транспортом используются вагоны общего назначения с надстроеными по высоте бортами и специализированные вагоны-щеповозы Днепродзержинского вагоностроительного завода.

Техническая характеристика вагона-щеповоза	
Габарит . . . . .	1 Т (ГОСТ 9238—59)
Грузоподъемность, т . . . . .	58
Объем, м <sup>3</sup> . . . . .	135
Тара вагона, т. . . . .	26
Число разгрузочных люков с каждой стороны, шт. . . . .	10
Габариты вагона, мм:	
длина по осям сцепления автосцепок . . . . .	19 050
высота от уровня головки рельса . . . . .	4 034
Размеры (внутренние), мм	
длина . . . . .	17 248
ширина . . . . .	3 054
высота . . . . .	2 610

#### 3.3.2. Автомобильный транспорт

В настоящее время для перевозки щепы серийно выпускаются автощеповозы ЛТ-7А, ЛТ-57, ПС-22 и др. (табл. 3.36). Модернизированный автощеповоз ЛТ-7А создан на базе автомобиля МАЗ-504Г. Кузов автощеповоза унифицирован; без надставных бортов он используется с автомобилем ЗИЛ-130В1.

Полуприцеп-самосвал безрамной конструкции с тентом и открывающимися задними бортами оборудован подъемным устройством, системой обогрева и вибрации кузова.

В настоящее время разработан опытный образец автощеповоза с подвижным дном кузова вместимостью 70 м<sup>3</sup> на базе автомобиля КрАЗ-258.

Состав оборудования систем ЛЩ

Выполняемые операции	Наименование и количество оборудования для систем			
	ЛЩ-1С	ЛЩ-1Д	ЛЩ-2С	ЛЩ-3Д
1. Сбор отходов в валы на лесосеке	Тракторный подборщик грабельного типа ПГС-3—1 шт.	—	—	—
2. Валка деревьев	—	Бензиномоторная пила «Гайга-214» — 2 шт.	—	Валочно-транспортная машина — 7 шт
3. Погрузка сырья и подвозка к рубильной машине	Подборщик-погрузчик ПЛО-1А или ЛП-23 (ТБ-1) — 1 шт.	Подборщик-погрузчик ПЛО-1А или ЛП-23 (ТБ-1) — 1 шт.	Подборщик-погрузчик со специальным прицепом — 1 шт.	Валочно-транспортная машина — 7 шт
4. Переработка в щепу	Самоходная рубильная машина ЛО-63 — 1 шт.	Самоходная рубильная машина ЛО-63 — 1 шт.	Прицепная двухконическая рубильная машина — 1 шт.	Прицепная дисковая рубильная машина — 1 шт.
5. Вывозка щепы на нижний склад	Автопоезд ЛТ-7 (ЛТ-57) со сменным кузовом — 2 шт.	Автопоезд ЛТ-7 (ЛТ-57) со сменным кузовом — 2 шт	Автопоезд со сменным кузовом — 2 шт	Автопоезд со сменным кузовом — 6 шт
6. Сортировка щепы	СЩ-60М — 1 шт	СЩ-60М — 1 шт	Сортировочная установка — 1 шт.	Сортировочная установка — 1 шт
7. Транспорт щепы к месту отгрузки или хранению	Пневмотранспортная установка ПНТУ-2М — 1 шт.	Пневмотранспортная установка ПНТУ-2М — 1 шт	Пневмотранспортная установка — 1 шт	Пневмотранспортная установка — 1 шт

Технико-экономические показатели систем машин ЛЩ

Наименование показателей	Единица измерения	Системы машин			
		ЛЩ-1С	ЛЩ-1Д	ЛЩ-2С	ЛЩ-3Д
Сменная производительность	м <sup>3</sup> /смену	34	74	42	158
Годовая производительность	тыс.м <sup>3</sup>	7,2	15,0	8,9	33,0
Выход кондиционной щепы из сырья	%	70	75	65	75
Количество рабочих в смену	чел.	8	13	6	16
Сменная выработка на одного рабочего	м <sup>3</sup> /чел.-смену	4,0	5,7	7,0	9,8
Капитальные вложения	тыс. руб.	98,9	146,9	80,4	243,0
Удельные капитальные вложения	руб./м <sup>3</sup>	13,7	9,5	9,1	7,3
Эксплуатационные затраты в смену	руб.	344,0	529,9	276,2	946,5
Себестоимость 1 м <sup>3</sup> технологической щепы	руб./м <sup>3</sup>	10,0	7,2	6,5	6,0
Приведенные затраты на 1 м <sup>3</sup> технологической щепы	руб./м <sup>3</sup>	12,1	8,6	7,9	7,1

Таблица 3.34

Районные различия в затратах на переработку\*

Наименование областей	Виды технологических линий				
	УПЩ-3А	УПЩ-6А	УПЩ-3	УПЩ-6	УПЩ-12
Архангельская	1,19	1,19	1,21	1,20	1,19
	1,32	1,35	1,37	1,36	1,37
Вологодская	1,10	1,12	1,13	1,11	1,12
Горьковская	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Иркутская	1,11	1,16	1,13	1,15	1,16
	1,25	1,32	1,25	1,29	1,38
Карельская АССР	1,14	1,13	1,13	1,13	1,13
Коми АССР	1,19	1,18	1,21	1,20	1,19
	1,34	1,34	1,33	1,34	1,36
Красноярский край	1,05	1,07	1,04	1,06	1,08
	1,28	1,33	1,26	1,31	1,37
Кировская	1,09	1,10	1,11	1,10	1,10
Костромская	1,16	1,12	1,17	1,15	1,12
Ленинградская	1,05	1,04	1,06	1,04	1,04
Пермская	1,08	1,10	1,09	1,09	1,11
Свердловская	1,08	1,10	1,09	1,09	1,11
Тюменская	1,08	1,10	1,09	1,10	1,12
	1,21	1,23	1,19	1,22	1,25
Томская	1,17	1,16	1,15	1,15	1,18

Примечание. Числитель — все районы, кроме приравненных к Крайнему Северу; знаменатель — районы, приравненные к Крайнему Северу.

\* К формулам разделов 1.4: 3.2.7 и табл. 3.25, 3.30, 3.31.

Районные различия в капитальных вложениях \*

Области	УПЩ-3А	УПЩ-6А	УПЩ-3	УПЩ-6	УПЩ-12
Архангельская	1,25	1,29	1,30	1,30	1,30
	1,46	1,55	1,60	1,60	1,60
Вологодская	1,21	1,24	1,26	1,26	1,26
Горьковская	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Иркутская	1,36	1,40	1,45	1,44	1,44
	1,55	1,60	1,66	1,65	1,65
Карельская АССР	1,20	1,20	1,22	1,22	1,22
Комн АССР	1,26	1,30	1,32	1,32	1,32
	1,44	1,47	1,49	1,49	1,48
Кировская	1,23	1,27	1,31	1,30	1,30
Костромская	1,12	1,13	1,14	1,14	1,14
Ленинградская	1,06	1,06	1,07	1,07	1,07
Пермская	1,18	1,21	1,23	1,23	1,23
Свердловская	1,24	1,27	1,30	1,30	1,30
Тюменская	1,22	1,26	1,30	1,30	1,30
	1,43	1,44	1,45	1,45	1,45
Томская	1,23	1,25	1,27	1,27	1,27

\* К формулам разделов 1.4; 3.2.7 и табл. 3.26, 3.30, 3.31

Автощеповоз ПС-22, созданный ЦНИИМОДом на базе автомобиля КАЗ-608, состоит из седельного устройства, кузова с системой фиксации в транспортном положении и открывания бортов во время разгрузки, рамы полуприцепа, гидроцилиндров и электровибраторов.

### 3.3.3. Водный транспорт

Водные перевозки щепы являются наиболее дешевым из всех видов транспорта. Из-за отсутствия специализированных судов-щеповозов используются сухогрузные несамоходные лихтеры серий 8802 и 9006 грузоподъемностью 1000 т.

Могут быть рекомендованы следующие типы судов:

несамоходные суда грузоподъемностью 150 т с вместимостью трюмов и палубных устройств 430 м<sup>3</sup> для небольших перевозок в условиях транспортировки по малым рекам;

самоходные суда грузоподъемностью 5000 т с вместимостью трюмов и палубных устройств 14 000 м<sup>3</sup> для больших объемов перевозок в условиях крупных рек.

В настоящее время разработан проект плашкоута вместимостью 720 м<sup>3</sup>.

### 3.3.4. Хранение и погрузка щепы

При отгрузке щепы автомобильным и железнодорожным транспортом широко применяется *закрытое (бункерное) хранение*. Бункерные галереи (табл. 3.37) обеспечивают возможность непосредственной загрузки автощеповозов и вагонов.

*Пневмопогрузчики щепы* отличаются от обычных пневмотранспортных установок более высокой производительностью, обеспечивающей

Техническая характеристика автощеповозов

	2-ППС-16 (контейнер- ный)	ЛТ-7А	ЛТ-57 (ЛТ-57П)	ПС-22	ЛТ-70	ЛТ-111	ТМ-12 (контейнер- ный)
Базовый тягач	МАЗ-501Б	МАЗ-5430	ЗИЛ-130В1	КАЗ-608	КрАЗ-258	МАЗ-509	МАЗ-509А
Объем кузова, м <sup>3</sup>	45	37	24	22	70	74	37
Масса полуприцепа, т	8,1	5,2	4,1	4,5	10	11,4	7,8
Габариты полуприцепа, мм:							
длина	10 450	8 040	8 040	6 400	1 500	21 200	9 300
ширина	2 600	2 500	2 500	2 500	2 500	2 500	2 500
высота	3 600	3 750	2 900	2 950	3 780	3 750	3 600
Наибольшая скорость, км/ч	60	75	80	80	68	60	60
Наибольший подъем, прео- длеваемый автощепово- зом, °/∞	80	80	120 (180)	120	80	80	—
Угол подъема кузова, град.	55	50	50	40	—	50	60
Направление разгрузки	На сторону	Назад	Назад	На сторону	Назад	Назад	Назад

## Характеристика бункерных галерей

Тип бункерной галереи	Проектная организация	Емкость, м <sup>3</sup>		Загружаемая транспортная емкость	Механизм выгрузки щепы	Производительность погрузки, пл. м <sup>3</sup> /ч	Способ предотвращения комьеобразования щепы	Материал
		одного бункера	галерей					
Одно- и двухрядная бункерная галерея с боковой разгрузкой	Гипродрев	107	750 1500	Четырехосный полувагон	Откидные лючки	70	Ручной	Железобетон или дерево
Одно- и двухрядная бункерная галерея с боковой разгрузкой	Гипродрев	11	88	Автощеповоз	Откидные лючки	50	Ручной	Железобетон
Бункерная галерея	Гипродрев	46	—	Автощеповоз	Выносной скребковый конвейер	30	Электровибраторы (6 шт.)	Дерево
Бункерная галерея с нижней разгрузкой	Гипролеспром	150	900	Полувагон	Шибераная задвижка с ручной лебедкой	30	То же	Сборный железобетон
Бункер	Кировская лесоперевалочная база	—	650	Полувагон и автощеповоз	Шибераная задвижка с ручной лебедкой и скребковый конвейер	30	Электровибраторы (3 шт.)	Дерево
Бункерная галерея	ЦНИИЭ	37	110	Автощеповоз	Откидные лючки с ручной лебедкой и выносной конвейер	30	—	Дерево
Одно- и двухъярусный бункер	Кировская лесоперевалочная база	840	1680	Полувагон	Двухцепной конвейер	49 и 110 тыс. пл. м <sup>3</sup> в год	—	Дерево
Одно- и двухъярусный бункер	Кировская лесоперевалочная база	88	110	Автощеповоз	Двухцепной конвейер	49 и 110 тыс. пл. м <sup>3</sup> в год	—	Дерево



минимальный простой транспортных средств под погрузкой, и наличием в конце трубопровода особого направляющего устройства.

Пневмопогрузчики типа ПНТУ-2М, ВО-59 и ЛТ-67 предназначены для линии УПСЦ-3А и для цехов по производству технологической щепы (табл. 3.38). Они перемещают щепу из цеха к месту ее хранения или в пункт погрузки транспортных средств (вагонов, щеповозов, контейнеров).

Таблица 3.38

Техническая характеристика пневмопогрузчиков

Показатели	Пневмопогрузчики		
	ПНТУ-2М	ВО-59	ЛТ-67
Производительность, пл.м <sup>3</sup> /ч	7	35	15—30
Расстояние подачи щепы, м	70	70	75—140
Диаметр трубопровода (внутренний), мм	260	319	319
Число ответвлений переключателя	3	—	—
Установленная мощность, кВт	28,4	78,3	66,1
Общая масса, кг	6 250	10 050	36 500 (с понтоном), 19 200 (без понтона)

На ряде предприятий для промежуточного хранения, погрузки и перевозки технологической щепы могут использоваться специальные контейнеры объемом от 6 до 18 м<sup>3</sup> (табл. 3.39).

*Контейнерное хранение* при небольших объемах производства щепы дает возможность обходиться без специальных бункерных галерей и сократить время простоя вагонов под погрузкой. Загрузка контейнеров производится механическими транспортерами или пневмопогрузчиками. Перемещение контейнеров к месту погрузки в вагоны и обратно, а также выгрузка щепы из контейнеров в вагоны осуществляется с помощью консольно-козловых кранов или автопогрузчиков.

Успешно применяются для погрузки щепы автопогрузчики серий 4043, 4045 с ковшами увеличенной емкости. В зависимости от типа по-

Таблица 3.39

Техническая характеристика контейнеров для щепы

Показатели	Тип контейнеров				
	ЦНИИМЭ		КарНИИЛП		Бобруйского ЛПХ
	КЩ-2	КЩ-3	КЩ-2	КЩ-3	
Емкость, м <sup>3</sup>	6	6	17,5	12,5	13,75
Габаритные размеры, мм:					
длина	2140	2140	2850	2360	2850
ширина	1325	1325	2270	2360	2350
высота	2500	2500	3100	3100	2500
Число створок дна	1	1	2	2	2
Масса порожнего контейнера, кг	420	530	1100	940	
Масса контейнера со щепой, кг	3000	3000	6300	4700	

грузчика и необходимой высоты подъема ковша у фронта погрузки строят эстакаду-пандус. Заезжая на пандус, погрузчик пересыпает щепу из ковша в кузов железнодорожного вагона. Кроме автопогрузчиков, для этой цели используются универсальные фронтальные погрузчики Д-561Б и ТО-18 (табл. 3.40).

Таблица 3.40

**Техническая характеристика фронтальных погрузчиков**

Показатели	Д-561Б	ТО-18
Грузоподъемность, т	1,8	3,0
Емкость ковша с наращенными бортами, м <sup>3</sup>	2,0	3,5
Наибольшая высота погрузки, м	2,3	2,75
Мощность двигателя, кВт	55	96
Скорость передвижения, км/ч:		
вперед	4,25	7,42
назад	5,16	7,26
Угол съезда, град.	35	35
Масса, кг	7800	10 700

На практике успешно эксплуатируются краны с грейферными захватами (табл. 3.41).

Таблица 3.41

**Техническая характеристика грейферов**

Показатели	Общего назначения	ЛР-64	ГГ-5Щ
Емкость, м <sup>3</sup>	2,5	6	7
Габариты, мм:			
высота	—	4045	4520
ширина	—	1700	1815
размах челюстей	—	9450	4100
Масса, кг	4270	3200	2450
Объем зачерпываемой грейфером щепы, м <sup>3</sup>	2,0	4,2	3,2
Коэффициент заполнения грейфера	0,8	0,75	0,45
Производительность крана, м <sup>3</sup> /ч	50	100	70

При поставке щепы потребителям водным транспортом организуется ее *открытое хранение*. В этих условиях предприятия-поставщики вынуждены накапливать за зимний период большие объемы щепы. Время накопления щепы на складе в зависимости от климатических условий предприятия составляет 4—9 месяцев. При этом объем щепы может достигнуть 5—35 тыс. пл. м<sup>3</sup>. Основание насыпи щепы может иметь произвольную форму, площадь его 1500—7500 м<sup>2</sup>, а высота 5—15 м.

Экономические показатели применения различных погрузочных средств для технологической щепы приведены в табл. 3.42.

Аналогичные показатели при выгрузке щепы из полувагонов и контейнеров приведены в табл. 3.43.

Таблица 3.42

Себестоимость, удельные капиталовложения и приведенные затраты на погрузку щепы  
 Расстояние подачи — 40 м. Запас щепы — десятидневный

Показатели	Объем погрузки тыс м <sup>3</sup> в год	Ленточный конвейер	Автопогрузчик с ковшом	Пневмопогрузчик с ковшом	Бункерная галерея	Кран БКСМ	
						с грейфером	с контейнерами
1. Себестоимость, руб./м <sup>3</sup>	5	0,78	0,46	0,84	0,96	0,43	0,20
	10	0,40	0,32	0,41	0,49	0,28	0,41
	20	0,27	0,25	0,24	0,52	0,23	0,45
	30	0,20	0,23	0,18	0,52	0,21	0,46
	50	0,16	0,19	0,14	0,43	0,19	0,47
2. Удельные капиталовложения, руб./м <sup>3</sup>	100	0,13	0,19	0,08	0,39	0,16	0,42
	5	3,62	2,18	4,90	3,90	2,30	2,46
	10	2,54	1,83	3,19	1,95	2,20	2,30
	20	1,29	0,94	1,62	1,96	1,30	2,04
	30	0,87	0,65	1,09	1,93	1,01	1,96
3. Приведенные затраты, руб./м <sup>3</sup>	50	0,71	0,41	0,84	1,56	0,94	2,03
	100	0,59	0,29	0,66	1,56	0,90	1,96
	5	1,51	0,79	1,58	1,55	0,78	0,57
	10	0,88	0,60	0,89	0,78	0,61	0,76
	20	0,63	0,39	0,59	0,81	0,43	0,76
	30	0,33	0,33	0,34	0,81	0,36	0,75
	50	0,27	0,25	0,27	0,66	0,33	0,78
	100	0,21	0,23	0,18	0,62	0,30	0,71

Таблица 3.43

Капиталовложения, эксплуатационные и приведенные затраты на выгрузку щепы

Тип приемного устройства	Годовой объем приема щепы, тыс. м <sup>3</sup>	Капиталовложения, тыс. руб.	Годовые эксплуатационные расходы, тыс. руб.	Себестоимость разгрузки, руб./м <sup>3</sup>	Удельные приведенные затраты, руб./м <sup>3</sup>
А. Из полувагонов					
Гравитационный: на 1 вагон	50	111	21,6	0,43	0,88
	75		23,7	0,32	0,61
	150		28,3	0,19	0,35
на 2 вагона	225	159	34,9	0,16	0,27
	125		35,8	0,29	0,55
	250		45,9	0,18	0,33
на 4 вагона	375	296	57,5	0,15	0,26
	250		63,6	0,25	0,50
	500		64,3	0,17	0,30
на 6 вагонов	750	638	105,0	0,14	0,24
	450		157,1	0,35	0,65
	900		196,6	0,22	0,38
	1350		236,1	0,18	0,29
С разгрузчиком С-492: без бурорыхлительной машины	100	58,5	18,4	0,19	0,31
	200		26,5	0,13	0,21

Тип приемного устройства	Годовой объем приема щепы, тыс. м <sup>3</sup>	Капиталовложения, тыс. руб.	Годовые эксплуатационные расходы, тыс. руб.	Себестоимость разгрузки, руб./м <sup>3</sup>	Удельные приведенные затраты, руб./м <sup>3</sup>
с бурорыхлительной машиной	300	107	34,5	0,12	0,18
	100		30,0	0,30	0,54
	200		39,3	0,20	0,33
	300		48,6	0,16	0,26
С двумя разгрузчиками С-492 и бурорыхлительной машиной	200	164	48,4	0,24	0,43
	400		65,8	0,17	0,26
	600		83,2	0,14	0,21
С вагоноопрокидывателем	750	1174	125,7	0,17	0,45
	1500		138,3	0,09	0,24
	2250		151,0	0,07	0,16
С пневмопогрузчиком	40	39,5	15,2	0,38	0,63
	80	42,5	24,1	0,30	0,46
	120	45,0	33,0	0,28	0,40
Б. Из контейнеров					
Масса контейнера, т: 5	70	168	24,7	0,35	0,80
	130		34,6	0,26	0,53
	200		44,6	0,22	0,41
10	100	168	25,3	0,25	0,56
	200		36,0	0,18	0,35
	300		46,6	0,16	0,28
15	200	168	26,4	0,13	0,80
	400		38,1	0,10	0,53
	600		49,8	0,08	0,41

### 3.3.5. Способы повышения полндревесности щепы

Повышение полндревесности щепы характеризуется коэффициентом уплотнения  $E$ , определяемым отношением объема щепы в рыхлом состоянии  $V_1$  к объему той же щепы после уплотнения  $V_y$  или отношением плотности уплотненной щепы к плотности в рыхлом состоянии  $\rho_{щ}$ :

$$E = \frac{V_1}{V_y} = \frac{\rho_y}{\rho_{щ}}; \quad E \geq 1. \quad (3.5)$$

При уплотненной погрузке щепы в транспортные емкости заметно улучшается использование их грузоподъемности и вместимости, соответственно снижаются транспортные расходы и увеличиваются экономические доступные ресурсы. Для уплотнения щепы в транспортной емкости в настоящее время могут быть рекомендованы два способа — пневматический и вибрационный.

*Пневмоуплотнение.* При погрузке щепы в транспортные емкости с помощью пневмопогрузчиков коэффициент уплотнения определяется по формуле

$$E = \frac{f_y \varepsilon_y \rho_{щ} v_m}{\rho_{щ} v_m^2 + 10^4 D_g \varepsilon_g} + 1, \quad (3.6)$$

где  $f_y$  — отношение площади сечения струи щепы к площади поверхности щепы в загружаемой емкости (при равномерной загрузке по всей поверхности щепы в емкости  $f_y = 1$ );

$\epsilon_y$  — максимальная степень уплотнения, равная 0,55—0,60;

$\rho_{щ}$  — плотность щепы в рыхлом состоянии, кг/м<sup>3</sup>;

$v_m$  — скорость частиц в момент падения на поверхность, м/с;

$D$  — коэффициент использования кинетической энергии частиц щепы на уплотнение (для щепы из отходов лесозаготовок  $D = 2$ , для щепы из отходов лесопиления  $D = 3$ );

$g$  — ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>.

Для упрощения расчетов скорость древесных частиц в момент выхода из трубопровода условно принимается равной средней скорости воздушного потока, и приведенные выше значения  $D$  соответствуют этому допущению.

Скорость несжимаемой свободной струи, выходящей из прямого трубопровода в неограниченный объем, определяется по формуле

$$v_x = v_{ср} \frac{0,96r_0}{ax + 0,29r_0}, \quad (3.7)$$

где  $v_x$  — скорость воздушного потока на оси струи на расстоянии  $x$  от конца трубопровода, м/с;

$v_{ср}$  — средняя скорость воздушного потока по сечению трубопровода у выхода, м/с;

$a$  — коэффициент структуры струи, принимается в среднем для круглой струи 0,08, для плоскопараллельной 0,09—0,12;

$r_0$  — радиус трубопровода у выхода.

На участке от 0 до  $x_0$  скорость потока на оси струи остается постоянной, равной  $v_{ср}$ . Длина этого участка определяется по формуле

$$x_0 = r_0 \frac{0,67}{a}. \quad (3.8)$$

Скорость частиц  $v'_m$  и пройденный путь  $x'$  после выхода из трубопровода, направленного вертикально вниз, на участке  $x = 0 \div x_0$  определяется по формулам:

$$v'_m = v_s th \frac{gt}{v_s} + v_{ср}; \quad (3.9)$$

$$x' = \frac{v_s^2}{g} ln ch \frac{gt}{v_s} + v_{ср} t, \quad (3.10)$$

где  $v_s$  — скорость витания частиц (среднее значение для данной фракции).

На участке  $x > x_0$  скорость частиц щепы, которая изменяется от  $v'_m$  определяемой уравнением (3.9), до  $v_m$ , определяется приближенным решением дифференциального уравнения:

$$v_m \frac{dv_m}{dx} = g \left[ 1 - \frac{(v_m - v_x)^2}{v_s^2} sgn(v_m - v_x) \right]. \quad (3.11)$$

Если движение частиц щепы после выхода из трубопровода происходит в неподвижной воздушной среде, то скорость частиц в зависимости от пройденного пути определяется уравнением

$$v_m = v_s \sqrt{1 + \left( \frac{v_{ср}^2}{v_s^2} - 1 \right) e^{-\frac{2gx}{v_s^2}}}. \quad (3.12)$$

**Виброуплотнение.** При вибрации насыпной материал приходит в движение и мелкие частицы начинают укладываться между крупными, а крупные в свою очередь стремятся заполнить все пустоты. Происходит более плотная укладка частиц. Уменьшение объема будет происходить до тех пор, пока не достигнет минимального значения, а коэффициент уплотнения — максимума.

Коэффициент уплотнения щепы при вибрации определяется по эмпирической формуле:

$$E = \frac{E_y}{1 + (E_y - 1)e^{-0,36\sqrt{t_{cp}}}}, \quad (3.13)$$

где  $E_y$  — предельное значение коэффициента уплотнения ( $E_y \approx 1,60$ );  
 $t_{cp}$  — среднее значение действительности вибрации:

$$t_{cp} = 2\pi a^2 \omega^3 \frac{(1 - e^{-\lambda x})^2}{\lambda^2 x^2}.$$

Здесь  $a$  — амплитуда колебаний емкости, в которой находится щепы, м;

$\omega$  — частота вращения,  $c^{-1}$ ;

$e$  — основание натурального логарифма ( $e = 2,71828$ );

$x$  — толщина слоя щепы, м;

$\lambda$  — коэффициент затухания колебаний,  $m^{-1}$ :

$$\lambda = 0,39 \frac{2\pi}{L_n} \frac{1}{x} \ln \frac{\pi l_b}{L_b \sin \frac{2\pi}{L} x} \quad (3.14)$$

Здесь  $l_b$  — полуширина основания источника волн, м;

$L_b$  — длина волн, м:

$$L_b = \frac{2\pi v_n}{\omega}, \quad (3.15)$$

где  $v_n$  — скорость распространения сжимающих волн, при которой частицы колеблются в направлении распространения волн:

$$v_n = \sqrt{\frac{E_b g}{\rho}} \rightarrow k. \quad (3.16)$$

Здесь  $E_b$  — модуль упругости среды (300—400 МПа);

$\rho$  — плотность среды,  $kg/m^3$ ;

$g$  — ускорение свободного падения,  $m/c^2$

Действенность вибрации, которая определяет степень уплотнения щепы, пропорциональна произведению амплитуды скорости и ускорения колебаний. Однако скорость и ускорение колебаний щепы могут быть увеличены только до определенного предела, так как при больших значениях происходит отрыв частиц от площадки. Отрыв массы щепы выражается условием  $j > 3,5 g$ , т. е. ускорение колебаний щепы не может быть больше  $3,5 g$ , как бы велико ни было ускорение колебаний площадки (емкости). Скорость колебаний щепы увеличивается при увеличении ускорения колебаний площадки до  $11,5 g$ , а затем уменьшается.

Приведенные условия поведения щепы при вибрации определяют характер уплотнения щепы; при увеличении ускорения колебаний до  $3,5 g$  происходит наиболее интенсивное уплотнение щепы.

Во всех случаях уплотнение почти полностью завершается при вибрировании в течение 120—240 с. Коэффициент уплотнения при вибрировании щепы в полувагоне может достигнуть 1,20—1,30.

### 3.4. Переработка короткомерных пиломатериалов на клееную продукцию

При торцовке пиломатериалов на стандартные или специфицированные длины и удалении участков досок с недопустимыми пороками и дефектами образуются короткомерные пиломатериалы.

Отрезки длиной 150—200 мм и более, шириной 30 мм и более сращивают в длинные заготовки и доски на зубчатый шип, склеивают по кромке на гладкую фугу столярные щиты, щиты пола, паркетную доску и другие изделия.

Для склеивания короткомерных пиломатериалов требуется определенная их подготовка, заключающаяся в удалении недопустимых в конечной продукции пороков и дефектов, рассортировке отрезков по качеству и сечениям.

Заборка отрезков у торцовочных установок может производиться на стационарных столах, которыми обычно оборудованы эти установки, или на круглом сортировочном столе. Для этого требуется стол диаметром 3,5 м, совершающий 3 об/мин. При использовании таких столов два сортировщика за 7-часовую смену рассортировывают около 16 м<sup>3</sup> короткомерных отрезков досок.

Подсортированные пиломатериалы поступают на участок раскроя по трем каналам: 1) отрезки, не требующие раскроя по сечению, подаются к торцовочным станкам для удаления недопустимых пороков и дефектов или чистой оторцовки; 2) отрезки, имеющие недопустимый обзол или требующие прирезки по ширине по заданной спецификации, подаются на прирезный станок и далее на торцовочные станки; 3) отрезки, имеющие одностороннюю гниль, сильно выраженный односторонний обзол или требующие прирезки по толщине под заданную спецификацию, поступают на ленточнопильный станок и далее на торцовочный или прирезный станок.

Все операции раскроя целесообразно выполнять на специализированной поточной линии. Подготовленные к склеиванию пиломатериалы поступают к линии склеивания по длине. Линия, разработанная ЦНИИМОДом для условий лесозаводов, состоит из специального сдвоенного шипорезного агрегата с клеенаносителем, накопителя, питателя, торцового пресса, строгального станка, автоматической торцовки, приемного стола и пакетоукладчика.

На шипорезе без подсортировки по длинам обрабатываются отрезки длиной от 0,3 до 2,0 м в количестве до 40 шт. в минуту. После формирования на торцы горизонтальных зубчатых шипов наносится клей и через накопитель отрезки подаются в устройство для их соединения друг с другом в непрерывную ленту. Соединенные отрезки проходят через фрикционный торцовый пресс, обеспечивающий их плотное смыкание при расчетном давлении. Далее лента клееной доски проходит через строгальный станок С-16-4А для калибровки или профильного строгания, а затем через автоматический торцовочный станок, который отрезает заготовку любой длины в пределах от 1,5 до 6,0 м.

Для соединения отрезков пиломатериалов по длине используются зубчатые клеевые соединения по ГОСТ 19414—74 длиной от 20 до 32 мм в зависимости от конкретного назначения продукции. Склеивание производится только резорциновым клеем, например ФР-12 или ФР-100.

Зубчатые соединения не являются сортообразующим признаком и при соблюдении технических требований допускаются без ограничения количества и расположения.

Объемы склеивания определяются мощностью лесопильного предприятия и ориентировочно могут быть получены исходя из 7—10% выхода короткомерных пиломатериалов от объема вырабатываемых пиломатериалов.

Для использования деловых кусковых отходов деревообработки на изготовление клееной древесины по длине применяется линия сращивания брусков ЦК-25. Из клееной древесины изготавливают детали оконных и дверных блоков, обвязки дверных полотен и др. Наиболее эффективно применение клееной древесины для изготовления деталей с большими поперечными сечениями. При этом более эффективно сращивание на мини-шип, характеризующийся следующими данными: длина шипов — 5 мм, шаг шипов — 1,8 мм, затупление шипов — 0,2 мм.

Себестоимость выработки клееной продукции зависит от многих факторов, и прежде всего от качественного и размерного состава короткомерных пиломатериалов. В табл. 3.44 приведен примерный расчет себестоимости при переработке короткомерных пиломатериалов средним сечением  $38 \times 125$  мм в объеме 8 тыс. м<sup>3</sup> в год.

В табл. 3.45 дана расшифровка затрат. Ориентировочный расчет капитальных вложений на организацию производства клееной пиломатериалов приведен в табл. 3.46.

## 3.5. ВЫРАБОТКА ЦЕЛЛЮЛОЗЫ И ГИДРОЛИЗ. ДРЕВЕСНЫЕ ПЛИТЫ

### 3.5.1. Целлюлоза

Древесину, предназначенную для производства целлюлозы и полуцеллюлозы, перерабатывают на рубильных машинах в щепу. Древесная масса может изготавливаться как из балансов механическим способом, так и из измельченной древесины химическим или термомеханическим способом.

Во время варки щепы разного размера сначала превращается в целлюлозу мелкая щепка и при доварке крупной щепы происходит значительное разрушение целлюлозы из мелкой щепы. Поэтому для каждого сорта целлюлозы и полуцеллюлозы требуется щепка определенных однородных размеров. Торцовые срезы щепы должны быть гладкими и расположены под определенным углом для обеспечения равномерного и быстрого проникновения варочного раствора в щепу по всем направлениям.

В зависимости от применяемых реагентов промышленные способы получения небеленой технической целлюлозы разделяют на три группы: кислотные, щелочные и комбинированные.

К способам первой группы относят сульфитный, бисульфитный и азотнокислый.

При *сульфитном способе* химическая обработка растительной ткани производится при повышенной температуре с применением в качестве варочного раствора сернистой кислоты и ее солей. Сульфитную целлюлозу получают из малосмолистой хвойной (ель, пихта) и лиственной (береза, осина, бук и др.) древесины.

Различают четыре основных вида сульфитной целлюлозы: небеленую, беленую, беленую облагороженную и растворимую.

*Небеленая целлюлоза* выпускается трех марок и применяется для выработки бумаг высокой прочности, писчей, газетной, типографской, стойкой обложечной бумаги, разных картонов и др.

Выход небеленой целлюлозы из древесины составляет 44—56 %, а при ступенчатой варке доходит до 70 %.



Расчет себестоимости 1 м<sup>3</sup> клееной пилопродукции

Статьи расхода	Единица измерения	Пилокоротье	
		1—1,75 м	0,5—0,9 м
Производительность линии в смену	м <sup>3</sup>	16,5	16,5
I. Основные и вспомогательные материалы:			
а) древесина	руб.—коп.	31—89	23—18
б) клей	руб.—коп.	5—46	11—97
Итого	руб.—коп.	37—35	35—15
II Производственные расходы:			
а) основная и дополнительная заработная плата	руб.—коп.	3—97	4—59
б) начисления на заработную плату	руб.—коп.	0—19	0—22
в) электроэнергия	руб.—коп.	0—41	0—41
г) транспортные расходы	руб.—коп.	0—16	0—16
д) упаковка	руб.—коп.	0—15	0—15
е) содержание и эксплуатация оборудования	руб.—коп.	1—59	1—84
ж) цеховые расходы	руб.—коп.	0—99	1—15
з) общезаводские расходы	руб.—коп.	2—38	2—75
Итого	руб.—коп.	9—84	11—27
Полная себестоимость 1 м <sup>3</sup> клееной продукции	руб.—коп.	47—19	46—42

Таблица 3.45

Расчет расхода основных и вспомогательных материалов на 1 м<sup>3</sup> клееной продукции

Показатели	Единица измерения	Пилокоротье	
		1—1,75 м	0,5—0,9 м
Выход заготовок при склеивании пилокоротья	%	60	50
Средняя длина заготовок	м	1,3	0,6
Потери на зашивку	%	3,0	6,6
Потери на брак	%	3,0	3,0
Коэффициент расхода сырья		1,70	1,84
Стоимость сырья	руб.—коп.	31—89	23—18
Площадь склеивания на 1 м <sup>3</sup> клееной продукции	м <sup>2</sup>	6,54	14,2
Расход клея на 1 м <sup>3</sup> клееной продукции	кг	2,6	5,7
Стоимость 1 кг клея ФР-100	руб.—коп.	2—10	2—10
Стоимость клея на 1 м <sup>3</sup>	руб.—коп.	5—46	11—97

## Расчет капиталовложений, тыс. руб.

Статьи затрат	Сумма
Линии склеивания по длине (ЦНИИМОД)	50,00
Подъемно-транспортное оборудование	35,00
Ленточно-пильный станок ЛД-125	9,60
Прирезный станок ЦДК-5	2,98
Торцовочный станок (ЦНИИМОД) — 3 шт.	3,00
Дробилка для отходов	1,50
Здание размером 18 × 60 м	130,00
Итого	232,00

*Беленая целлюлоза* разделяется на девять марок и применяется в производстве высокопрочной типографской бумаги, тонкой, светочувствительной, чертежно-рисовальной, обложечной, картографической и других видов бумаги.

*Беленая облагороженная целлюлоза* подразделяется на две марки и применяется для выработки основ пергамента и фибры, фильтровальной, промокательной бумаги и в композиции санитарно-бытовых бумаг.

*Растворимая облагороженная целлюлоза* подразделяется на две марки и применяется для выработки вискозного шелка и штапельного волокна.

*Бисульфитную целлюлозу* получают при одноступенчатой сульфитной варке с применением раствора бисульфита магния или натрия. Выход бисульфитной целлюлозы и ее механические показатели более высокие, чем у сульфитной, такая целлюлоза применяется в беленом и небеленом виде.

*Азотнокислую целлюлозу* получают двухступенчатой варкой лиственной древесины и однолетних растений, путем обработки материала азотной кислотой на первой ступени и раствором едкого натра и гидроксида аммония на второй ступени.

Ко второй группе щелочных способов относят натронный и сульфатный. Этими способами в целлюлозу и полуцеллюлозу могут быть переработаны все виды растительного сырья.

При натронном способе целлюлозу получают варкой растительного сырья (главным образом, лиственной древесины) в растворе едкого натра. Такая целлюлоза имеет более низкие показатели механической прочности по сравнению с сульфатной, но легче отбеливается и размалывается. Бумага из этой целлюлозы отличается пухлостью, непрозрачностью и гигроскопичностью.

*Сульфатная варка целлюлозы* производится с применением раствора смеси едкого натра и сернистого натрия. По степени провара и выходу различают целлюлозу высокого выхода (50—60 %), крафт-целлюлозу, нормальную жесткую, белимую, среднемягкую, предгидролизную с выходом около 35 %. Целлюлоза отличается высокой механической прочностью и применяется в небеленом и беленом виде для производства различных культурно-бытовых и технических бумаг и картонов, в частности для мешочной и изоляционной бумаги, тарного картона и др. Предгидролизная сульфатная целлюлоза используется в химической переработке для получения корда, шелка, штапеля и т. п.

К комбинированным способам получения целлюлозы относят *сульфитно-щелочной* и *хлорно-щелочной*. По первому способу сырье обрабатывают раствором кислого сульфита, а затем содовым раствором. Хлорно-щелочной способ состоит из последовательной обработки сырья щелочным раствором и хлором в кислой среде.

*Полуцеллюлоза* представляет собой массу, полученную путем неглубокой химической обработки измельченного растительного сырья (щепа, сечка). При этом удаляется лишь часть неволоконистых веществ и требуется дополнительная механическая обработка — так называемый полумассный размол, для того чтобы завершить разделение на волокна. Получают ее главным образом из листовенной древесины и однолетних растений. Выход полуцеллюлозы из исходного сырья составляет 65—85 %. Применяются следующие способы варки: моносльфитный, бисульфитный, обычный сульфитный, сульфатный, холодно-щелочной. По свойствам полуцеллюлоза занимает промежуточное положение между химической древесной массой и целлюлозой высокого выхода.

*Небеленая полуцеллюлоза* используется для изготовления грубой обертки, внутренних слоев гофрированного картона, древесноволокнистых плит и др. Отбеленная полуцеллюлоза применяется для выработки наружных слоев картона, в композиции газетной бумаги, пергамента, туалетной бумаги и др.

### 3.5.2. Гидролиз древесины

Одревесневшие клеточные стенки однолетних и многолетних растений состоят из двух основных компонентов: полисахаридов и лигнина.

Количество полисахаридов при этом колеблется от 55 до 75 %.

*Гидролизом древесины называют процесс взаимодействия полисахаридов с водой в присутствии катализаторов, в результате которого полисахариды распадаются, образуя соответствующие моносахариды, т. е. гексозаны образуют гексозы, пентозаны — пентозы* [43, 44].

Получающиеся при гидролизе древесины сахара могут быть выделены в кристаллическом виде, но в большинстве случаев они подвергаются дальнейшей биохимической или химической переработке. Биохимические методы переработки моносахаридов основаны на использовании различных микроорганизмов (дрожжи, дрожжеподобные грибки), которые в результате своей жизнедеятельности превращают моносахариды в различные ценные продукты (например, этиловый спирт, получаемый из гексоз, белковые вещества, получаемые из гексоз и пентоз) [43].

При химической переработке получают фурфурол, используемый в качестве растворителя или сырья для выработки синтетических смол, пленкообразующих материалов, фармацевтических препаратов и др.

В зависимости от скорости гидролиза полисахариды растительной ткани условно подразделяются на легко- и трудногидролизуемые. К первым относится большая часть гемицеллюлоз, крахмал, камеди, ко вторым — клетчатка и часть мицеллюлоз.

Кроме химического состава, на выход сахаров большое влияние оказывает степень измельчения сырья. Чем меньше древесные частицы, тем лучше идет процесс гидролиза. В связи с этим древесные опилки являются наиболее пригодным сырьем для гидролиза, однако для улучшения технологического процесса в опилки добавляется щепа из отходов и технологических дров.

На гидролизно-спиртовых заводах получаемые в процессе гидролиза гексозы сбраживают на этиловый спирт, а пентозы используют для получения кормовых дрожжей и фурфурола.

В качестве основного сырья на фурфурольных заводах используется лиственная древесина (а также кукурузная кочерыжка, овсяная шелуха и др.), богатая пентозанами. Содержащиеся в этом сырье гексозаны после использования легкогидролизуемых пентозанов подвергаются гидролизу до моносахаридов и перерабатываются в кормовые дрожжи, кристаллическую глюкозу и др.

Значительный интерес представляют схемы комплексной химической переработки сырья, в которых совмещены реакции гидролиза гемицеллюлоз, растворения лигнина и получения целлюлозы. Наиболее распространенным вариантом такой схемы является производство сульфитной целлюлозы из еловой, буковой, осиновой или березовой древесины. Получающийся при этом сульфитный щелок после удаления или нейтрализации сернистой кислоты подвергают биохимической переработке, получая из гексоз этиловый спирт, а из пентоз — кормовые дрожжи.

Другим вариантом комбинирования гидролизного и целлюлозного производства является получение специальной, пригодной для последующей химической переработки целлюлозы. Исходное сырье сначала обрабатывают горячей разбавленной кислотой, под действием которой почти все гемицеллюлозы переходят в раствор. Оставшийся целлюлозно-лигнин варят со щелочью, растворяя лигнин; целлюлоза остается в виде гемицеллюлозного гидролизата, который используют для производства кормовых дрожжей, фурфурола и др.

На получение 1 дкл этилового спирта в гидролизном производстве расходуется: абсолютно сухой древесины — 55—66 кг, серной кислоты — 4,5 кг, извести негашеной 85%-ной — 4,3 кг, воды — 3,6 м<sup>3</sup>, электроэнергии — 4,2 кВт·ч, тепловой энергии пара — 0,17—0,26 МКал.

При комплексной переработке 1 т абсолютно сухой древесины можно получить: 150—180 л этилового спирта, 30—40 кг кормовых дрожжей, 300 кг технического лигнина, 25—30 кг жидкой углекислоты, 4—7 кг фурфурола и 5—8 кг других видов продукции.

При переработке на дрожжи всех сахаров гидролизата выход сухих дрожжей достигает 200—235 кг из 1 т абсолютно сухой древесины. На получение 1 т абсолютно сухих белковых дрожжей расходуется в среднем 5 т абсолютно сухой древесины, 456 кг сернокислого аммония, 266 кг суперфосфата и 51 кг хлористого калия. Сухое вещество кормовых дрожжей имеет следующий состав, %: белок — 45—55, гликоген — 27—32, жиры — 0,5—2,5, клетчатка — 5—7, зола — 6—9.

На получение 1 т углекислоты расходуется: воды — 170 м<sup>3</sup>, пара — 0,69 т, электроэнергии — 480 кВт·ч и марганцовокислого калия — 0,13 кг. При переработке 1 т жидкой углекислоты в твердую расходуется дополнительно 42 м<sup>3</sup> воды и 109 кВт·ч электроэнергии.

### 3.5.3. Древесностружечные плиты

Древесностружечные плиты изготавливаются на основе измельченных древесных частиц, смешанных со связующим веществом, путем горячего прессования. Плиты подразделяются на марки П-1, П-2, П-3. Плиты марки П-1 используются для изготовления мебели, строительных панелей, футляров, панелей и других деталей в радио- и приборостроении. Облицовываются пленками на основе термореактивных полимеров

пленками на основе термопластичных полимеров и отделяются лакокрасочными материалами. Плиты марки П-2 применяются для изготовления мебели, панелей, строительных конструкций, временных сооружений, корпусов приборов и машин, тары (кроме пищевой), контейнеров, стеллажей. Отделяются шпоном, лаками, декоративным бумажнослоистым пластиком. Плиты марки П-3 находят применение в элементах конструкции полов, кровли, стеновых панелей, антресолей, подоконников и других несущих элементах конструкций, деталях кузовов автофургонов, перегородках вагонов. Отделяются шпоном, декоративным бумажнослоистым пластиком, линолеумом и т. д.

Размеры и физико-механические свойства плит приведены в табл. 3.47 и 3.48 (по ГОСТ 10632—77).

### 3.5.4. Древесноволокнистые плиты

Древесноволокнистые плиты изготавливаются из древесины или других растительных волокон с добавлением специальных составов и используются в качестве конструктивного, облицовочного или изоляционного материала. Физико-механические свойства древесноволокнистых плит приведены в табл. 3.49.

Сырьем для изготовления древесноволокнистых плит являются отходы лесозаготовок, лесопиления, деревообработки или низкокачественная древесина (технологическое сырье), измельченные до заданных размеров на специальном оборудовании.

Мокрый способ производства древесноволокнистых плит заключается в сушке или горячем прессовании древесноволокнистых ковров, при котором для транспортировки древесного волокна и формирования ковров применяется вода.

Сухой способ предусматривает горячее прессование древесноволокнистых ковров влажностью 6—10%, при котором для транспортировки древесного волокна и формирования ковров применяется воздух.

Полусухой способ производства характеризуется горячим прессованием древесноволокнистых ковров влажностью 18—25%, при котором для транспортировки древесного волокна и формирования ковров применяется воздух.

При мокро-сухом способе производства плит горячему прессованию подвергаются подсушенные до воздушно-сухого состояния древесноволокнистые ковры, отформированные по мокрому способу.

Крупная фракция технологической щепы для производства плит состоит из частиц древесины длиной более 35 мм, средняя — длиной не более 35 мм и не менее 10 мм, мелкая — из частиц не более 10 мм и не менее 5 мм.

Сортированной считается технологическая щепа, содержащая в своем составе среднюю и мелкую фракции.

### 3.5.5. Волокнистостружечные плиты

В соответствии с Межреспубликанскими техническими условиями МРТУ 7-11—63 плиты подразделяются на *твердые* и *полутвердые* термообработанные (табл. 3.50), изготавливаемые без добавления связующих и предназначенные в качестве листового материала в конструкциях и изделиях, защищенных от увлажнения, и на *сверхтвердые*, пропитанные синтетическими водостойкими смолами или высыхающими маслами с последующей термической обработкой, применяемые для изделий с повышенными требованиями к прочности и водостойкости.

Таблица 3.47

## Размеры древесностружечных плит, мм

Марка плиты	Длина		Ширина		Толщина			
	номинальная	предельное отклонение	номинальная	предельное отклонение	шлифованных		нешлифованных	
					номинальная	предельное отклонение	номинальная	предельное отклонение
П-1	2440 2750	±5,0	1220	±3,0	От 10 до 25 включительно через 1	±0,2	От 10 до 18 включительно через 2	±0,5
П-2						±0,3		
П-3	3500 3660		1500 1750		От 16 до 22 включительно через 1	±0,3	От 16 до 24 включительно через 2	±0,5
	5500		1830 2440					

Таблица 3.48

## Физико-механические свойства древесностружечных плит

Наименование показателя	Норма для плит марок			
	П-1	П-2		П-3
		Группа плит		
	А	Б		
1	2	3	4	5
Влажность, %	8 ± 2			
Водопоглощение, %, не более	Не нормируется			15
Разбухание, %, не более: при обычной водостойкости при повышенной водостойкости	20	20	30	—
		15	25	
Предел прочности при растяжении перпендикулярно пласти плиты, МПа (кгс/см <sup>2</sup> ), не менее	0,343 (3,5)		0,295 (3,0)	0,392 (4,0)

Наименование показателя	Норма для плит марок			
	П-1	П-2		П-3
		Группа плит		
		А	Б	
1	2	3	4	5
Предел прочности при статическом изгибе, МПа (кгс/см <sup>2</sup> ), не менее, для толщин, мм	От 10 до 14 включительно	19,61 (200)	15,69 (160)	—
	От 15 до 19 включительно	17,65 (180)	14,71 (150)	24,51
	20 и более	16,67 (170)	13,37 (140)	(250)
Твердость, МПа (кгс/мм <sup>2</sup> ), не менее	Не нормируется			29,4 (3,0)
Плотность кг/м <sup>3</sup>	650—800**		550—750**	750—850**
Шероховатость поверхности пласти по ГОСТ 7016—75, мкм, не более, для плит: нешлифованных шлифованных шлифованных с государственным Знаком качества	—	320(5)*	500(4)*	320(5)*
	80(7)*	200(6)*	320(5)*	200(6)*
	60(8)*	60(8)*		

\* В скобках указан класс шероховатости поверхности по ГОСТ 7016—75.

Т а б л и ц а 3.49

## Физико-механические свойства древесноволокнистых плит [40]

Наименование показателя	Нормы для плит марок						
	М-4	М-12	М-20	ПТ-100	Т-350	Т-400	СТ-500
	2	3	4	5	6	7	8
1. Плотность, кг/м <sup>3</sup>	150	Не более 350	От 400 до 800	Не менее 850			Не менее 950

Наименование показателей	Нормы для плит марок						
	М-4	М-12	М-20	ПТ-100	Т-350	Т-400	СТ-500
1	2	3	4	5	6	7	8
2. Влажность, %	Не более 12				8 ± 2		
3. Водопоглощение, %, не более: за 2 ч	30				Не нормируется		
за 24 ч	Не нормируется				40	30	15
4. Набухание по толщине за 24 ч, %, не более	Не нормируется				20	20	12
5. Предел прочности при изгибе, кг/см <sup>2</sup> , не менее	4	12	20	100	350	400	500

Т а б л и ц а 3.50

## Физико-механические свойства волокнистостружечных плит

Показатели	Виды плит		
	сверттвердые	твердые	полутвердые
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	900	800	600
Влажность, %	6—10	6—10	6—10
Водопоглощение за 24 ч, %	20	30	40
Набухание по толщине после 24 ч пребывания в воде, %	15	20	25
Предел прочности при изгибе, МПа	40	20	10



Технологический процесс производства волокнистостружечных плит состоит из следующих операций: подготовка щепы, размол щепы и сортировка древесноволокнистой массы, подготовка стружки, приготовление смеси волокна и стружек, проклейка массы, формирование плит на отливочной машине, их прессование и сушка в прессе, термическая обработка, увлажнение и обрезка.

Щепа изготавливается из отходов и низкокачественной древесины переработкой на рубильных машинах с последующей сортировкой и доизмельчением крупной фракции на дезинтеграторе.

Размол щепы происходит на дефибраторах при давлении 1,0—1,2 МПа с последующим размельчением массы в рафинаторах. Степень размола массы после дефибраторов — не менее 10°ШР.

Волокно и стружка загружаются в бассейн и перемешиваются при окончательном их соотношении 1 : 1.

Твердые и полутвердые плиты без окраски пропитывают гидрофобными эмульсиями по непрерывной технологии, принятой для древесноволокнистых плит.

Для изготовления окрашенных и сверхтвердых плит массу окрашивают и пропитывают смоляными эмульсиями в массных бассейнах. Для гидрофобизации применяют парафин, а для увеличения механической прочности — фенолформальдегидные смолы.

### 3.5.6. Древесношерстные плиты

Для изготовления древесношерстных плит используются отходы лесопиления, деревообработки, лесозаготовок лиственных и хвойных пород, которые сначала измельчают на рубильной машине на щепу, а затем на дефибраторе перерабатывают в древесную шерсть.

Для пропаривания щепы в камеру дефибратора подаются пар с температурой 443К (170°С) и парафиновая эмульсия для придания материалу гидрофобных свойств. В результате дефибрирования при сильно разведенных размольных дисках щепа превращается в древесную массу, представляющую собой пучки волокон древесины. Эта масса сначала поступает в бункер запаса сырья, а затем в воронку ковровоукладчика.

Т а б л и ц а 3.51

Основные физико-механические свойства  
древесношерстных плит (ДШП)

Показатели	Марка плит		
	А	Б	В
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	250—500	500—700	700—1000
Влажность, %	6—10	6—10	6—10
Водопоглощение за 24 ч, %, не более	15	15	15
Набухание по толщине после 24 ч пребывания в воде, %, не более	6	6	6
Предел прочности при статическом изгибе, МПа	5	10	13
Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К)	0,163—0,174	0,163—0,174	0,163—0,174

Из ковроукладчика древесная масса влажностью 30—40 % попадает на металлический поддон с сеткой, перемещаемый по транспортеру. Ковер заданной толщины формируется валковым игольчатым разравнивателем. После подпрессовки с одновременным подогревом перегретым паром ковер на поддоне поступает в горячий пресс.

В соответствии с техническими условиями на древесношерстные плиты ТУ 15-01—69, утвержденными Минсельстроем БССР, они подразделяются на изоляционные и изоляционно-отделочные (марки А); конструктивно-изоляционные (марки Б) и конструкционные (марки В) (табл. 3.51).

### 3.5.7. Древесноопилочные плиты

Древесноопилочные плиты в зависимости от назначения изготавливаются двух видов: для полов и отделки.

Плиты для полов по строению подразделяются на три вида: *однослойные сплошные*, *двухслойные ячеистые* (нижний слой и середина из крупных, верхний из мелких опилок), *трехслойные* (середина из крупных древесных частиц, включая дробленку или стружку, наружные слои из мелких опилок с повышенным содержанием смолы).

По физико-механическим свойствам плиты должны иметь следующие показатели:

Плотность, кг/м <sup>3</sup> :	
трехслойные и однослойные ячеистые	800
ячеистые	500
Влажность, %	6—10
Водопоглощение за 24 ч, %, не более	10
Линейное разбухание за 24 ч, %:	
по толщине	12
по длине и ширине	12
Предел прочности при статическом изгибе, МПа	0,5
	19,6

Технологический процесс изготовления плит состоит из следующих операций: просеивание опилок хвойных пород через сито с отверстиями диаметром 10 мм для среднего слоя и 5 мм для наружных слоев; высушивание опилок до влажности 4—5% для наружных и 3—4% для внутренних слоев; смешивание с синтетической смолой в количестве 18% для наружных слоев и 10% для внутренних слоев (мочевинно-формальдегидной или мочевинофенолформальдегидной) в смесителе периодического или непрерывного действия (для повышения водостойкости и биостойкости в смесь добавляют петролатум или парафин в количестве 1—3% и антисептик в количестве 1—1,5% к массе опилок); прессование при температуре плит 160—170°C и давле-

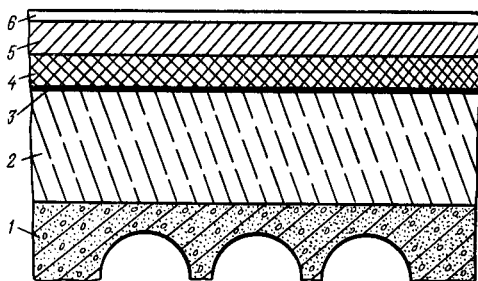


Рис. 3.1. Конструкция пола из древесноопилочных плит:

1 — плиты перекрытия; 2 — шлакобетон; 3 — гидроизоляция; 4 — древесноволокнистая плита; 5 — древесноопилочная плита; 6 — линолеум

нии 20—25 кгс/см<sup>2</sup> продолжительностью 0,5 мин на 1 мм толщины плиты; выгрузка из пресса и выдерживание в стопах под грузом в течение 5 суток для охлаждения и снятия внутренних напряжений.

Плиты для отделки изготавливаются с гладкой поверхностью с одной стороны и ячеистой — с другой. Ячеистая поверхность получается при прессовании на профильных матрицах с выступами различной формы.

Для изготовления плит опилки просеивают через сито с отверстиями диаметром 10 мм, высушивают до влажности 6—8%, затем смешивают с мочевиноформальдегидной смолой в количестве 8% веса сухих опилок и прессуют при температуре 40—45°C и удельным давлением 1,0—1,5 МПа.

Конструкция полов с применением древесноопилочных плит показана на рис. 3.1.

### 3.5.8. Тырсолит

Технологический процесс изготовления тырсолита состоит из следующих операций: сепарирования опилок, сушки, смешивания сырья со связующим, дозировки смеси, формирования ковра, прессования, выдержки и обрезки материала по формату.

Для изготовления тырсолита используют опилки, образующиеся на лесопильных и деревообрабатывающих предприятиях, и древесную пыль (до 1/3 веса опилок).

Для отделения крупных древесных частиц и других примесей опилки просеиваются через сито с отверстиями 2,5×2,5 мм, затем высушиваются до влажности 10—12% горячим воздухом. Высушенные опилки через бункер с ленточными весовыми дозаторами поступают в смесители, куда одновременно подается клеевой раствор, состоящий из карбамидной или фенолформальдегидной смолы с примесью отвердителя (контакта Петрова в количестве 10% веса смолы). Смолу 40—60%-ной концентрации, вязкостью от 15 до 30 с применяют в количестве 4—8% веса абсолютного сухих опилок.

Ковр формируется непрерывно на движущихся под формирующей машиной поддонах таким образом, что более мелкие древесные частицы укладываются сверху и снизу, а более крупные — в середине ковра. Высота ковра в зависимости от породы и влажности сырья в 6—8 раз превышает заданную толщину готовой плиты. Тырсолит может быть применен для изготовления мебели, дверей, перегородок, тары, а также в вагостроении. Пакеты с ковром прессуют (каждый в расчете на миллиметр толщины готового листа) при температуре 393—403К (120—130°C) и давлении 3—4 МПа в течение 1,0—1,5 мин.

Тырсолит имеет следующие физико-механические свойства:

Плотность, кг/м <sup>3</sup> . . . . .	950—1000
Толщина, мм . . . . .	1,5—8
Влажность, % . . . . .	7—8
Разбухание по толщине за 24 ч пребывания	
в воде, % . . . . .	15—45
Водопоглощение за 24 ч, % . . . . .	15—60
Предел прочности при статическом изгибе, МПа . . . . .	23

### 3.5.9. Ксилолит

Ксилолит применяется в виде раствора или плит при устройстве полов в сухих помещениях жилых и общественных зданий, изготавливается на основе опилок, каустического магнезита и хлористого магния (табл. 3.52—3.54). Для этого используются опилки хвойных пород, просеянные через сита с отверстиями 25×25 мм и 5×5 мм, в которые при

Т а б л и ц а 3.52

Основные составы ксилолитовых смесей

Вид покрытия и интенсивность эксплуатации	Состав ксилолитовой смеси по объему	
	пластичное покрытие (магнезит/опилки)	жесткое покрытие (магнезит/опилки/ песок)
Однослойное покрытие или верхний слой двойного покрытия в местах с незначительным движением	1/2	1/1,4/0,6
Однослойное покрытие или верхний слой двойного покрытия в местах с интенсивным движением	1/1,5	1/1/0,5
Однослойное покрытие или верхний слой двойного покрытия в особо изнашиваемых местах (лестничные площадки, коридоры и т. д.)	Не применяется	1/0,7/0,3
Нижний слой двойного покрытия	1/4	—

Т а б л и ц а 3.53

Номенклатура ксилолитовых плит и составы смеси

Тип и назначение плит	Состав смеси (магнезит/ опилки)	Отвердитель магнезита	Удельное давление прессования, МПа	Толщина плит, мм
Тип 1. Плиты для жилых зданий под покраску пола масляной краской	1/10	Хлористый магний 1,2	5,0—5,5	15
Тип 2А. Плиты с пигментами для жилых зданий пропитанные водоизолирующим составом	1,1/10	Хлористый магний 1,25	6,5—7,5	15
Тип 3. Плиты, укладываемые под наклейку линолеума	1/10	Вода	5,0—5,5	15
Тип 4А. Плиты, служащие основанием плит типов 1; 2А	1/10	Вода	1,5	25
Тип 5. Плиты для промышленных зданий, пропитанные водоизолирующим составом	1/10	Хлористый магний 1,25	5,0—7,5	20—25

непрерывном перемешивании сначала подается каустический магнезит  $MgO$ , затем водный раствор хлористого магния  $MgCl_2$ . Размеры ксилолитовых плит —  $250 \times 250$ ,  $300 \times 300$  мм; толщина 15—25 мм.

### 3.5.10. Пьезотермопластики

В зависимости от применяемого сырья пьезотермопластики подразделяются на марки: ПТП-ИЛД — пьезотермопластики из измельченной лиственной древесины; ПТП-ИХД — пьезотермопластики из измель-

Т а б л и ц а 3.54

Расход материалов на  $1 \text{ м}^2$  плит

Материалы	Тип плит				
	1	2А	3	4А	5
Магнезит, кг	6,5	6,8	6,5	7,5	7,5—12,0
Опилки насыпные, $\text{м}^3$	0,065	0,068	0,065	0,065	0,072— 0,085
Отвердитель (раствор хлористого магния), л	4,2	4,35	—	—	5,4—6,0
Вода, л	—	—	4,2	4,8	—

Т а б л и ц а 3.55

Режимы прессования пьезотермопластиков

Наименование показателей	Режимы прессования по видам плит			
	изоляционные	полутвердые отделимые	твердые	сверхтвердые
Влажность опилок перед прессованием, %:				
в пресс-формах	8—12	8—12	8—12	8—12
без пресс-форм	5—20	5—20	5—20	5—20
Температура плит пресса (пресс-формы) при производстве, °С:				
водостойкого пластика	200—225	200—225	200—225	200—225
плит средней водостойкости:				
при прессовании в пресс-формах	179—195	175—195	175—195	175—195
при прессовании без пресс-форм	165—195	165—195	165—195	165—195
неводостойкого пластика:				
при прессовании в пресс-формах	140—170	140—170	140—170	140—170
при прессовании без пресс-форм	140—160	140—160	140—160	140—160
Время выдержки под давлением, мин/мм:				
при прессовании в пресс-формах с температурой, °С:				
200—225	1,5	1,0	0,75	0,5
175—195	2,5	2,0	1,5	1,0
140—170	6,0	5,5	5,0	4,0

Наименование показателей	Режимы прессования по видам плит			
	изоляционные	полутвердые отделочные	твердые	сверхтвердые
При прессовании без пресс-форм и температуре плит пресса, °С:				
200—225	2,5	2,0	1,5	1,0
165—195	3,0	2,5	2,0	1,5
140—160	4,0	3,5	3,0	2,5
Продолжительность снятия давления, мин	3	3	3	3

Т а б л и ц а 3.56

## Физико-механические свойства пьезотермопластиков

Показатели	Виды пьезотермопластиков из березовых опилок		
	без пресс-форм	в герметических пресс-формах	гидролизовавшиеся без пресс-форм
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	720—1080	1300—1350	1350—1380
Водопоглощение за 24 ч, %	40—98	2,5—6,2	2—2,5
Разбухание по толщине за 24 ч, %	41—92	2,5—3,6	2—3
Предел прочности, МПа:			
при статическом изгибе	80—110	304—650	554—555
при сжатии	800—1250	800—1200	674—761
при растяжении	230—295	230—320	284—319

Т а б л и ц а 3.57

## Физико-механические свойства плит из лигнина

Показатели	Способ получения плит	
	в герметических пресс-формах	без пресс-форм
Объемная масса, кг/м <sup>3</sup>	1200—1300	1100—1130
Водопоглощение за 24 ч, %	2,5—5,2	12—14
Разбухание по толщине за 24 ч, %	2,0—2,2	5,1—5,2
Предел прочности при статическом изгибе, МПа	6—8	6—8

ченной древесины хвойных пород; ПТП-ЦХД — пьезотермопластики из цельной древесины хвойных пород; ПТП-ЦЛД — пьезотермопластики из цельной древесины лиственных пород; ПТП-ГЛ — пьезотермопластики из гидролизного лигнина.

В зависимости от степени измельчения и режимов обработки пластики подразделяются на *изоляционные, полутвердые, твердые и сверхтвердые*.

Разработаны два способа получения пьезотермопластиков: прессование необработанных естественных древесных отходов и прессование предварительно обработанных для частичного гидролиза и пиролиза древесных отходов. Второй способ в зависимости от особенностей предварительной обработки подразделяется на три варианта:

1. Предварительная обработка горячей водой или паром при высокой температуре и давлении, т. е. гидролиз древесины.

2. Желатинирование пресс-материала хлором, аммиаком, разбавленной серной кислотой и др. для частичного гидролиза и обогащения исходным связующим веществом.

3. Химическая поликонденсация пресс-материала с различными химическими реагентами: фурфуролом, фенолом, щелочным и гидролизным лигнином и др.

Технологические режимы изготовления пьезотермопластиков из опилок без пресс-форм и при герметизации процесса и их свойства приведены в табл. 3.55, 3.56, 3.57.

Технологические режимы изготовления пьезотермопластиков разработаны Белорусским лесотехническим институтом.

### 3.5.11. Вибролит

Сырьем для изготовления вибролита являются опилки и станочная стружка без добавления связующих.

Технологический процесс изготовления плит включает следующие операции: измельчение, сортировка на вибромельнице, смешивание

Таблица 3.58

Физико-механические свойства вибролита

Показатели	Величины показателей при плотности, кг/м <sup>3</sup>		
	400	600	800
Влажность, %	7,0	5,1	
Предел прочности при статическом изгибе, МПа	3,1	7,8	12,8
Водопоглощение за 24 ч, %	139	104	69
Разбухание по толщине за 24 ч, %	9	19	28
Коэффициент теплопроводности, Вт (м·К)	0,08	0,09	

тонкоразмолотой массы и частиц фракции 2—0,5 мм в соотношении 1:1, формирование ковра, обезвоживание, прессование в горячем прессе (180—200°С) при давлении 15—20 МПа/см<sup>2</sup> в расчете 2,5—3 мин на 1 мм толщины плиты; закаливание при температуре 160°С в течение 3—4 ч (табл. 3.58).

### 3.5.12. Паркелит

Паркелит изготовляют в виде двухслойных плит толщиной 18 мм п размерами 300×300 мм (или 333×333 и 400×400 мм) методом пульсирующего прессования.

Сырьем для паркелита являются опилки и стружка размером до 7 мм, которые после отсева крупных фракций высушиваются до влажности 4—5% и смешиваются со связующим. В качестве связующего применяют синтетические клеи на основе карбамидных смол марок МФСМ, КС-68 и других с добавлением в качестве отвердителя хлористого аммония в количестве 0,5—0,6% веса смолы. Для удлинения времени пригодности клеевого раствора в него вводят аммиак в количестве 3% веса смолы.

Полученную массу прессуют на прессах усилием свыше 50 т или на машинах пульсирующего формования при давлении 8 МПа и температуре пресс-формы 419—439 К (140—160°C) в течение 7 мин в расчете на каждый миллиметр. Готовые плитки укладывают в стопы и выдерживают в течение четырех суток. Затем лицевую поверхность шлифуют, а кромки обрабатывают на фрезерном станке, выбирая пазы шириной 4 мм, глубиной 5 мм. Плиты облицовываются строганым шпоном из древесины твердолиственных пород толщиной 4—5 мм или лущеным шпоном из древесины мягколиственных пород. Для снижения коробления в основание плиток закладывают армирующие рейки в направлении волокон древесины облицовочного слоя. При настиле полов их укладывают по бетонному или деревянному основанию на битумную или синтетическую мастику, соединяя рейкой.

### 3.5.13. Термопорит

Термопорит представляет собой плиты плотностью от 700 до 1300 кг/м<sup>3</sup> с пределом прочности при сжатии до 1,5 МПа. Применяют его к качестве конструктивно-теплоизоляционного материала в сельскохозяйственном строительстве.

Термопоритная масса изготавливается из смеси опилок, цемента, гашеной и хлорной извести, жидкого стекла и воды. В бетономешалку заливают воду, затем жидкое стекло; в полученный раствор добавляют известковое тесто, хлорную известь и цемент. После перемешивания массы в течение 1—2 мин вводят опилки и перемешивают вновь в течение 5—6 мин. Готовую смесь загружают в металлические или металлодеревянные формы (табл. 3.59).

Т а б л и ц а 3.59

Расход материалов на 1 м<sup>3</sup> термопорита

Наименование материалов	Марка термопорита				
	5	10	15	30	50
Портландцемент М300, кг	160	185	210	250	290
Известь, кг	70	80	90	110	130
Хлорная известь, кг	18	18	18	18	18
Жидкое стекло (плотность 1,5), кг	11	12	13	14	15
Древесные опилки, м <sup>3</sup>	1,6	1,6	1,5	1,5	1,3



## 3.6 ПРОИЗВОДСТВО СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

### 3.6.1. Щитовой паркет

Паркет, изготавливаемый из кусковых отходов лесопиления, состоит из нижнего щита — основания и верхнего покрытия, наклеенного на основа-

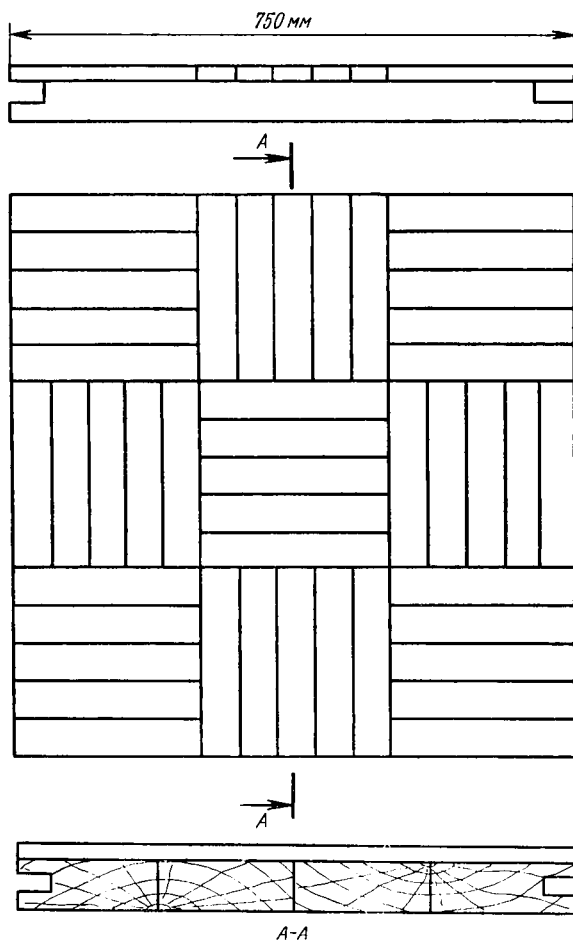


Рис. 3.2. Щитовой паркет

ние (рис. 3.2). Щит изготавливают из древесины хвойных пород, покрытие — из твердолиственной древесины.

Сырье для изготовления паркета сначала высушивают до влажности 8%, затем заготовки раскраивают по длине на торцовочном станке ЦПА и по ширине на прирезном станке ЦДК-1 (табл. 3.60).

Технологические операции по обработке заготовок и сборке щитов, разделка заготовок для фриз на рейки длиной 250, 500 или 1000 мм,

шириной 50 мм и толщиной 8 мм на станке Ф-4; строжка заготовок для реечного щита на рейсмусовом станке СР-6 до толщины 24 мм; обработка заготовок на шипорезном станке; сборка щита из обработанных заготовок основания в ручных ваймах и склеивание их карбамидной

Т а б л и ц а 3.60

Размеры заготовок для паркета

Вид заготовки	Длина, мм	Ширина, мм
Для фриз	800	56
Для заполнения основания щита	665	90
Для основания рамки	775	60

смолой МФ-17 (М-60) с добавлением шавелевой кислоты в качестве отвердителя; строжка щитов с обеих сторон после полного затвердевания смолы до толщины 20 мм; нанесение слоя смолы на верхнюю пластъ щита; укладка предварительно подобранных фриз по всему основанию; склейка прессованием в гидравлическом прессе П-713А при температуре плит пресса 110—130°C и удельном давлении 4,5 кгс/см<sup>2</sup>; строжка на рейсмусовом станке по толщине и обрезка по периметру на обрезном станке; шпаклевка и шлифовка лицевого покрытия на станке ШЛПС; выборка паза глубиной 14 мм по кромке щита на фрезерном станке.

### 3.6.2. Штукатурная дрань

Штукатурная дрань может быть *пиленой, шпоновой и щипаной* в зависимости от способа изготовления. Все виды драни изготавливают длиной от 1000 до 2500 мм. Ширина пиленой драни — 25—40 мм, шпоновой — 14—30 мм, щипаной — 12—30 мм, толщина — 5—7 и 2—5 мм. Для изготовления драни используют мелкотоварную древесину и крупномерные отходы ели, сосны, осины, кедра и лиственницы влажностью не менее 30%. Для нарезки драни применяется станок ДСК-2 с технической характеристикой:

Тип ножа — гильотинный		Производительность в смену, шт.	25000
Длина ножа, мм	1000	Мощность электродвигателя, кВт	1,7
Размеры заготовок, мм:		Габаритные размеры, мм:	
длина	1000	длина	1520
ширина	180	ширина	1200
толщина	19	высота	1200
Размеры драни, мм:			
длина	1000		
ширина	19		
толщина	2—4		

### 3.6.3. Кровельная плитка и гонт

Эти изделия клиновидной формы, причем у плиток клиновидная форма направлена вдоль волокон, а у гонта, имеющего паз,— поперек (рис. 3.3).

Кровельные плитки изготавливают из короткомерных брусьев, четвертин чурака или отходов в виде откомлевки. Для изготовления плиток применяется круглопильный станок с кареткой, имеющий диаметр

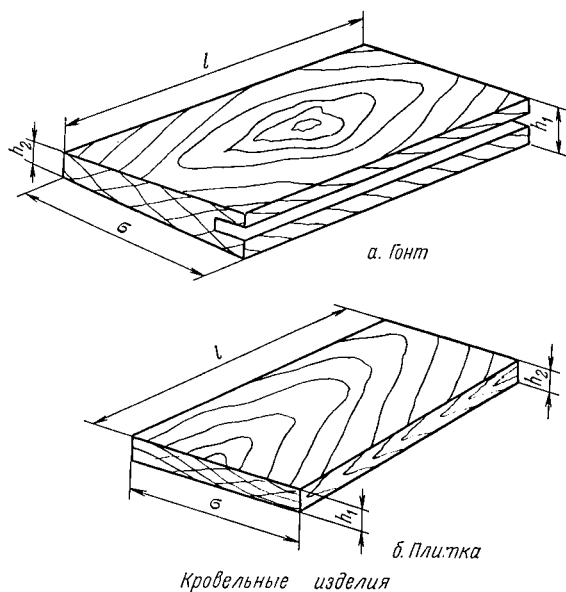


Рис. 3.3. Кровельные изделия

пилы 550—600 мм и мощность электродвигателя 6—7 кВт. Производительность станка — 2500—3000 плиток в смену.

Технологический процесс включает следующие операции: поперечная распиловка коротышей на чураки длиной, соответствующей длине плитки; продольная распиловка коротышей на круглопильном станке; распиловка плашек на плитки или гонт на круглопильном станке; обрезка плитки по ширине для удаления дефектов; сушка готовых изделий в камерах или в естественных условиях; пропитка и окраска, паковка.

#### 3.6.4. Коврово-реечные щиты

Щиты выпускаются длиной 600—1000 мм, шириной 300 мм и толщиной 25 мм. Технология изготовления, разработанная предприятиями ВПО «Кареллесозэкспорт» заключается в следующем.

Высушенные короткомерные отходы лесопиления на многопильном станке ЦМР-1 распиливают на рейки, которые калибруют по толщине на рейсмусовом станке. Затем рейки подаются к коврово-реечному станку для соединения в щиты. При выходе ленты щита из станка ее разрезают на отдельные коврики, которые укладывают в стопы и увязывают проволокой. Рейки щита скрепляют между собой бумажным шпагатом с клеем на основе смолы М-60. Шпагат запрессовывается в пропилы на нижней планке щита.

На 1 м<sup>2</sup> щита расходуется 0,04 м<sup>3</sup> древесного сырья, 0,025 кг клея, 0,01 кг бумажного шпагата и 0,0016 кг молочной кислоты. Пол из коврово-реечного щита настилают на битумную мастику.

#### Технико-экономические показатели производства коврово-реечных щитов

Годовая производительность цеха, тыс. м <sup>2</sup> . . . . .	50
Количество работающих в смену, чел. . . . .	11
Выработка на 1 работающего, м <sup>2</sup> /ч . . . . .	2,27
Себестоимость, руб./м <sup>2</sup> . . . . .	1,32

### 3.6.5. Торцовые щиты

Щиты могут быть изготовлены из кусковых отходов лесопиления и деревообработки в виде срезков и брусков длиной 200—600 мм и толщиной не менее 40 мм.

Отходы сушат и сортируют по толщине. Шашки заготавливают на круглопильном станке и после отбраковки шашек неправильной формы или с пороками их направляют на сборку щитов. Щиты изготовляют размером 500×500 мм или 1000×1000 мм.

Собирать щиты можно на станке, представляющем собой стол размером 1,2×1,2 м и высотой 0,8 м, накрытый стальным листом толщиной 3—5 мм. По верху листа уложена рамка из откидных уголков 50×50 мм и двух отрезков швеллера № 5, составляющих две стороны рамки. Отрезки швеллера с помощью винта могут свободно передвигаться в прорезях листа.

Перед укладкой шашки в станок поверхность листа припудривают известью пушонкой, а уголки смазывают тавотом. Шашки через боковые грани нанизывают на вилку, изготовленную из проволоки диаметром 4—5 мм и длиной 350—400 мм, и смачивают на <sup>2</sup>/<sub>3</sub> высоты горячим битумом марки IV в специальной ванне размером 1,1×1,1 м. Затем шашки укладывают сухой гранью рядами на поверхность стола. После снятия щита и остывания битума швеллеры возвращаются в исходное положение, защелки уголков сжимаются и уголки откидываются за скобы. Готовые щиты поступают на склад, где их укладывают в штабель высотой не более 1,5 м.

Торцовые щиты применяют для устройства полов в сельскохозяйственных и производственных зданиях, складах, мастерских и других объектах. Укладывают щиты на слой песка толщиной 20—25 см, насыпанный на рейки-маяки толщиной 20—25 мм и шириной 100—120 мм, которые в свою очередь укладываются на бетонное основание.

### 3.6.6. Реечные щиты

Щиты набирают из березовых реек толщиной 29 мм, шириной 51 мм (без учета гребня) путем соединения между собой в паз и гребень шириной 600 мм, длиной 1170 мм. По торцам рейки соединяются шпонками на клею.

Технологический процесс изготовления щитов заключается в следующем. Высушенный до влажности 8% материал подается к торцовочным станкам ЦПА-40 и ЦКБ-40. Отторцованные отходы направляются в прирезной станок ЦДК-5. Рейки подаются в четырехсторонний строгальный станок С16-4А, на котором выбираются паз и гребень. Далее они посту-

пают в шипорезный станок ШД10-3 и торцуются с выборкой в торцах проушин глубиной 25 мм и шириной 9 мм под шпонку. Готовые рейки подаются на гидравлическую вайму ВГО-2, где их собирают в щиты. В пазы на кромках щита в клеевых вальцах КВ-20 впрессовывают шпонки, смазанные клеем.

Готовые щиты поступают на сучкозаделывательный полуавтомат СВСА и шлифовальный станок ШЛЗЦ 12-2. Шлифованные с одной стороны щиты подаются на шипорезный станок, где по периметру щита выбираются паз и гребень. Готовые щиты в вальцах покрывают олифой и направляют в сушильное отделение.

По упрощенной технологии строительных организаций Казахской ССР реечные щиты изготавливают из отходов длиной 600—1000 мм, шириной 40—140 мм и толщиной не менее 45 мм. Просушенные и отфугованные с боковых сторон обрезки в количестве, соответствующем ширине щита 250—270 мм, зажимают в специальные струбцины, установленные на токарном станке. На этом же станке устанавливают сверло диаметром 12 мм и просверливают в брусках два сквозных отверстия, в которые забивают нагели размером в торце 14×14 мм.

Собранный таким образом щит поступает на рейсмусовый станок для строжки, по толщине. Затем маятниковой пилой с двух торцов щита выбираются четверти для лучшей стыковки щитов между собой с применением фризовой рейки. Готовые щиты настилают по лагам и крепят к ним фризowymi рейками и гвоздями.

### 3.6.7 Арболит

Арболит относится к группе легких бетонов и изготавливается на основе органического заполнителя (дробленка, одубина, костра, стебли хлопчатника), связующих и минерализатора (за рубежом аналогичные материалы называются велокс и дюризол). Изделия из арболита, выпускаемые в виде панелей, блоков или плит, подразделяются:

по назначению — на теплоизоляционные (марки 5 и 10) и конструктивно-изоляционные (марки 15, 25 и 35);

по конструкции — на армированные и неармированные;

по наружному профилю — на плоские и сложного профиля;

по отделке поверхности — на офактуренные и неофактуренные.

Марка арболита принимается в зависимости от предела прочности при сжатии контрольных кубов размером 150×150×150 мм, твердеющих

Т а б л и ц а 3.61

Плотность арболита по маркам

Вид заполнителя	Плотность, кг/м <sup>3</sup>				
	5	10	15	25	35
Дробленка из отходов: лесопиления и деревообра- ботки	400	500	600	650	700
лесозаготовок	500	550	650	700	750
Одубина	550	600	700	750	800
Костра льна или дробленые стебли хлопчатника	500	600	650	700	—
Костра конопли	500	550	600	—	—

при температуре 18—25°C, относительной влажности воздуха 60—80%, испытанных через 8 суток. Марки арболита и объемные массы при использовании различных видов заполнителей приведены в табл. 3.61.

Арболит с объемной массой свыше 400 кг/м<sup>3</sup> относится к трудносгораемым, менее 400 кг/м<sup>3</sup> — к сгораемым материалам; арболит, защищенный от увлажнения, относится к биостойким материалам.

Технологический процесс изготовления арболита состоит из следующих операций: сбор, транспортировка и измельчение отходов в рубильной машине; измельчение полученной щепы в молотковой дробилке; отсеивание мелкой и крупной фракций на сортировке; замачивание дробленки в ванне для удаления водорастворимых веществ; смешивание в бетономешалке с водой, вяжущим и химическими добавками; укладка арболитовой смеси в металлические или деревянные сборно-разборные формы и уплотнение трамбованием, прессованием, силовым вибропрокатом или виброштампованием; выдержка в формах до достижения 50% прочности в зависимости от марки изделия (5 суток при 15°C и относительной влажности воздуха 60—70% или 20—24 ч при 40°C и такой же влажности воздуха с последующим выдерживанием в течение 1—2 суток при 15°C и выше).

Вместо дробленки из кусковых отходов в качестве заполнителя может быть использована одубина. Данные о расходе материалов для изготовления арболита приведены в табл. 3.62.

Т а б л и ц а 3.62

Расход материалов на изготовление 1 м<sup>3</sup> арболита по маркам

Материалы	Расход материала по маркам			
	10	15	25	35
Дробленка, кг	180—190	200—210	220—230	240—250
Цемент М400, кг	280—300	300—330	330—360	360—400
Хлористый кальций, кг	8	8	8	8
Вода, л	330—360	360—390	390—430	430—480

П р и м е ч а н и е. Верхний предел расхода материалов относится к арболиту с использованием отходов лесозаготовок.

Вместо портландцемента при изготовлении арболита может быть использован высококачественный гипс, который обеспечивает более быстрое твердение и получение материала с меньшим объемным весом и большей прочностью при одинаковом расходе вяжущего.

Арболитовые изделия изготавливаются в соответствии с ГОСТ 19222—73.

### 3.6.8. Опилкобетон

*Опилкобетон представляет собой конструкционно-теплоизоляционный бетон, в котором опилки и песок используются в качестве заполнителя, цемент и известь — в качестве вяжущего.*

Для изготовления опилкобетона используются опилки хвойных пород, просеянные через сита с отверстиями 10—20 и 5 мм. Остаток на сите (5 мм) — кондиционный, для увеличения прочности к нему можно

добавлять до 30% древесной стружки — остаток на сите с отверстиями 10 мм. При необходимости снижения влагопоглощения заполнитель обрабатывается минерализатором. Одним из способов минерализации является насыщение опилок известковым молоком с последующим высушиванием и вымачиванием в растворе жидкого стекла (1:7 — жидкое стекло : вода)

Опилкобетон изготавливается в следующем порядке: сначала тщательно перемешиваются песок и вяжущее, к сухой массе добавляются опилки и масса вновь перемешивается с последующим постепенным

Т а б л и ц а 3.63

**Рекомендуемые составы опилкобетона**

Марка опилкобетона и область применения	Состав 1 м <sup>3</sup> бетона по весу, кг						Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Коэффициент теплопроводности Вт/(м·К)
	портландцемент			известь гашеная	песок	опилки		
	M300	M400	M500					
M10 (наружные стены одноэтажных жилых домов)	105	—	—	150	530	210	950—	0,24—
	—	90	—	165	530	210	1050	0,28
M15 (наружные стены жилых зданий с мансардой; капитальные стены зданий, пояса и т. д.)	210	—	75	—	630	210	1050— 1150	0,28— 0,31
	—	135	—	105	610	200		
M25 (животноводческие постройки, гаражи, сарай, мастерские)	300	—	105	120	620	210	1150— 1250	0,31— 0,43
			200	100	670	190		

введением воды. Для приготовления массы используются обычные растворомешалки. Полученная масса укладывается в опалубки слоями 100—150 мм при тщательной трамбовке каждого слоя.

Состав опилкобетона подбирают в соответствии с данными табл. 3.63, приведенными исходя из следующих значений плотности, кг/м<sup>3</sup>: портландцемент — 1200; известь гашеная — 600; песок — 1550; опилки — 220.

Толщина стен зависит от климатических условий эксплуатации зданий и с учетом двухсторонней штукатурки составляет, см:

- при температуре минус 20—25°C — 30;
- при температуре минус 30°C — 35;
- при температуре минус 35°C — 40;
- при температуре минус 40°C — 45.

При строительстве животноводческих зданий толщина стен должна быть не менее 35—40 см, а при строительстве гаражей и мастерских допускается 20—25 см.

### 3.6.9. Деревобетон

Деревобетон является разновидностью опилкобетона с использованием в качестве заполнителя древесных опилок и мелкозернистого гравия.

Для приготовления смеси деревобетона цемент сначала тщательно перемешивают с гравием и гашеной известью, затем добавляют опилки и воду.

Стены зданий из деревобетона возводят способом скользящей опалубки. Высота опалубки составляет 1000—1200 мм (для охвата высоты этажа тремя подъемами). Деревобетон в опалубке трамбуют слоями 150—200 мм. Подъем опалубки производят на третий день после укладки и утрамбовки предыдущего яруса стены с захватом 150—200 мм последнего.

Данные о количестве материалов, расходуемых на 1 м<sup>3</sup> изделия в зависимости от его прочностных показателей, приведены в табл. 3.64.

Т а б л и ц а 3.64

**Расход материалов на 1 м<sup>3</sup> деревобетона**

Наименование материалов	Расход для деревобетона с пределом прочности на сжатие, МПа			
	0,6—0,8	1,0—1,2	1,8	2,5—2,9
Цемент, кг:				
М200	80	130	—	—
М300	—	—	—	290
М400	—	—	125	—
Известь гашеная, кг	190	170	110	—
Гравий мелкозернистый (диаметром 5—10 мм), кг	240	320	380	410
Песок, кг	160	220	250	280
Опилки, кг	240	200	210	195
Вода, л	300	250	250	250

**3.6.10. Гипсоопилочный бетон**

Для изготовления гипсоопилочного бетона используются смесь строительного гипса и опилок хвойных или смешанных пород, а также стружка из здоровой древесины.

Технологический процесс производства гипсоопилочного бетона состоит из следующих операций: просеивание опилок через сито 10×10 мм, дозировка гипса и опилок, их смешивание с последующей подачей воды разбрызгиванием в последний сектор смесителя, укладка готовой смеси в металлические формы.

Т а б л и ц а 3.65

**Физико-механические свойства гипсоопилочных блоков**

Показатели	Величина показателей при плотности, кг/м <sup>3</sup>		
	650	700	850
Предел прочности при сжатии, МПа	2,0	2,5	3,4
Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К)	0,23	0,26	0,28
Морозостойкость циклов		Не менее 15	
Влажность, %		Не более 25	



Основные физико-механические свойства гипсоопилочных блоков приведены в табл. 3.65.

Блоки из гипсоопилочного бетона применяются для устройства стен в жилых, общественных (одно- и двухэтажных) и производственных зданиях (одноэтажные здания III и IV степеней долговечности).

### 3.6.11. Термиз

*Термизом называется теплоизоляционный материал, получаемый на основе гашеной извести, опилок, цемента, суглинка.* Термиз применяется в строительстве в виде плит или монолита для утепления стен и кровли.

Технология изготовления термиза: в гашеную известь в виде теста добавляется цемент и предварительно измельченный суглинок влажностью 3—4 % и тщательно перемешивается в течение 3—4 мин в растворомешалке; затем в смесь добавляются увлажненные до 120—150 % опилки и тщательно перемешиваются. Полученный термиз должен быть жесткой концентрации и не крошиться. Данные о расходе материалов на изготовление 1 м<sup>3</sup> термиза приведены в табл. 3.66.

Т а б л и ц а 3.66

Расход материала на 1 м<sup>3</sup> термиза

Плотность в сухом состоянии, кг/м <sup>3</sup>	Расход материалов, кг			
	цемент М300	известь гашеная	суглинок	опилки
550	150	85	—	238
620	304	—	243	488
650	304	—	183	500

При укладке термиза монолитным способом применяются вибраторы. Поверхность уплотненного термиза выравнивают, заглаживают и грунтуют малярным составом. Срок твердения термиза 10—14 дней. Предел прочности на сжатие составляет 0,4—1 МПа, коэффициент теплопроводности — 0,17 Вт/(м·К).

Термиз является био- и огнестойким легкообрабатываемым материалом.

## 3.7. ПРОИЗВОДСТВО ТОВАРОВ НАРОДНОГО ПОТРЕБЛЕНИЯ

### 3.7.1. Общие положения

Для изготовления многих товаров народного потребления преимущественно используются низкосортная древесина и отходы, образующиеся на разных стадиях лесопромышленного производства.

В целях стимулирования производства товаров народного потребления предприятиям предоставлено право образовывать так называемый фонд ширпотреба (инструкция Министерства финансов СССР от 23.12.64 № 410 «О порядке образования и использования фонда ширпотреба»). Начиная с 1973 г. Совет Министров СССР постановлением от 22 марта 1973 г. № 172 установил порядок, согласно которому в фонд ширпотреба

направляется прибыль, фактически полученная от реализации товаров народного потребления и изделий производственного назначения, изготовленных из отходов производства, в пределах рентабельности в размере 25 %. Остальная часть прибыли, полученная от реализации этих товаров и изделий, распределяется в порядке, установленном для распределения прибыли основного производства.

Прибыль от реализации товаров народного потребления и изделий производственного назначения, изготовленных из отходов своего производства или из отходов, полученных от других предприятий, направляется в фонд ширпотреба также и в тех случаях, когда на изготовление этих товаров и изделий используются полноценные, бракованные и некондиционные сырье и материалы в размерах, не превышающих 25 % стоимости всего сырья и материалов, израсходованных на изготовление данных товаров или изделий, не считая вспомогательных материалов (краска, лак, фурнитура, отделочные материалы и т. п.).

Средства фонда ширпотреба используются следующим образом:

60 % расходуется на расширение производства и улучшение качества товаров народного потребления, изготовление оснастки для их выпуска и на подготовку новых образцов этих товаров, а также на строительство и ремонт жилых домов сверх плана капитальных вложений;

35 % расходуется на премирование инженерно-технических работников, рабочих и служащих предприятий, принимающих непосредственное участие в организации и расширении производства товаров народного потребления и изделий производственного назначения из промышленных отходов и в обеспечении выполнения и перевыполнения установленного плана выпуска этих товаров, а также на культурно-бытовые нужды рабочих, ИТР и служащих предприятий.

Выплата премий из средств фонда ширпотреба производится независимо от выполнения плана по другим показателям деятельности предприятий и сверх установленных постановлением ЦК КПСС и Совета Министров СССР от 2 июля 1959 г. предельных размеров премий, выплачиваемых одному работнику. Общая сумма премий из средств фонда ширпотреба, выплачиваемых одному работнику, не должна превышать трех должностных окладов (тарифных ставок) в год;

5% направляется в централизованный фонд министерства.

### **3.7.2. Классификация товаров народного потребления, изготавливаемых из низкокачественной древесины и отходов (табл. 3.67)**

### **3.7.3. Нормы расхода материалов**

Приведенные нормы основаны на Типовых нормах расхода сырья на изготовление изделий, вырабатываемых из древесины, подготовленных Минлесхозом РСФСР, а также разработках ряда проектных организаций Гослесхоза СССР и Минлесбумпрома СССР.

В основу разработки норм положены результаты технико-экономических расчетов, фотохронометражные наблюдения и пробные распиловки сырья, технические характеристики лесопильного и деревообрабатывающего оборудования, справочная и техническая литература (табл. 3.68—3.77); типоразмеры товаров из древесины приведены в табл. 3.78—3.85.

## Основные виды товаров народного потребления из древесины

Класс	Группа	Подгруппа	Наименование товаров народного потребления
Предметы домашней обстановки	Мебель	Мебель для комнат	Столы (тумбочки) для телевизоров, радиоприемников, столы журнальные, для игр, тумбочки для белья, одежды
		Кухонная мебель	Полки, стулья, табуреты, шкафы навесные
		Детская мебель	Емкости для игрушек, книг, белья, одежды, манежи детские, столы, стулья
	Домашняя утварь	Мебель для прихожей	Емкости для одежды, обуви, головных уборов
		Прочая мебель	Изделия мебели для балконов, дач и т. п.
		Принадлежности для комнат	Аптечки домашние, подрозетки, скамейки, шторы оконные из шпона
		Принадлежности для ванной и кухни	Вешалки для полотенец, решетки для ванны, раковин, шкафчики туалетные
Предметы культурного обихода	Школьно-письменные и канцелярские товары	Чертежные принадлежности	Доски чертежные, линейки, рейшины, угольники
		Рисовальные принадлежности	Кисти, мольберты, подрамники
		Школьные товары	Пеналы, счеты, указки, футляры
		Сенсорно-моторные	Каталки, ходилочки
	Игрушки	Сюжетно-образные	Кукольная мебель, наборы отдельных сооружений
		Дидактические	Игрушки арифметические, кубики, лото детское, палочки счетные, счеты игрушечные
		Политехнические	Конструкторы
		Трудовые	Инвентарь садово-огородный
		Транспортные	Автомобили, вагончики, лодки
		Спортивные (игрушечный спортинвентарь)	Кегли, клюшки хоккейные, бильярд
Товары спортивного назначения	Гимнастические товары	Снаряды для лазания	Шесты, лестницы
		Снаряды для коррегирующей гимнастики	Скамейки, стенки
		Снаряды для вольных упражнений	Палки гимнастические, булавы, обручи
	Предметы домашнего обихода	Принадлежности кухни и столовой	Доски кухонные, веселки, корытца для рубки овощей, ложки деревянные, молотки для отбивки

Предметы украшения, санитарии, гигиены рукоделия и т. д.	Строительные изделия	Прочие предметы домашнего обихода	мяса, наборы для специй, решета, сита, скалки, толкушки, шинковки и т. п.
Предметы украшения, санитарии, гигиены рукоделия и т. д.	Предметы украшения	Сувениры Изделия художественных промыслов	Вешалки для одежды, вешалки-плечики, карнизы деревянные, крестовины для елок, мышеловки, подставки, подцветочницы, ручки для предметов домашнего обихода, стружка упаковочная, ширмы, ящики балконные, ящики посылочные
Предметы украшения, санитарии, гигиены рукоделия и т. д.	Предметы санитарии и гигиены	Предметы санитарии и гигиены домашнего обихода	Блоки дверные, оконные, галтели, гонт кровельный, доски подоконные, драпéжка штукатурная, жерди, наличники, обшивка дачных домиков и др.
Предметы украшения, санитарии, гигиены рукоделия и т. д.	Предметы рукоделия	Для игр на спортплощадке	Вантузы для ванн и раковин, трыпкодержатели, щетки иловые
Предметы украшения, санитарии, гигиены рукоделия и т. д.	Принадлежности для спортивных игр	Для игры в хоккей Для игры в теннис и бадминтон	Грибки для штопки, палыцы Городки, кегли, крокет
Предметы украшения, санитарии, гигиены рукоделия и т. д.	Принадлежности для лыжного и водного спорта	Для клубных игр Принадлежности для лыжного спорта	Клюшки Ракетки, столы теннисные
Предметы украшения, санитарии, гигиены рукоделия и т. д.	Принадлежности для водного спорта	Для клубных игр Принадлежности для водного спорта	Биллиард, лото, шахматы, шашки Лыжи, палки лыжные
Предметы хозяйственного и бытового назначения	Хозяйственные инструменты и инвентарь	Садово-огородные принадлежности	Весла, лодки, лыжи водные
Предметы хозяйственного и бытового назначения	Хозяйственные инструменты и инвентарь	Принадлежности для стирки и глаженья Емкости для хранения продуктов	Веники березовые, грабли деревянные, черенки для лопат, вил, граблей, метел, мотыг и т. п., клетки для птиц, кроликов, колья садово-огородные, лопаты деревянные, мотыги, рамки для ульев, рамы парниковые, ручки для инструментов, скамейки садовые, скворечники, топорница, ульи
Предметы хозяйственного и бытового назначения	Хозяйственные инструменты и инвентарь	Обозные изделия	Доски гладильные, приспособления для сушки белья, прищепки бельевые, шапцы для белья Бочонки, бочки, кадки, лохани, ушаты
Предметы хозяйственного и бытового назначения	Хозяйственные инструменты и инвентарь	Обозные изделия	Дровни, колеса к телегам, сани, телеги, хода повозки

**Нормы расхода сырья на изготовление штакетника  
по ОСТ 13-1—78, м<sup>3</sup>**

Размеры, мм (А — длина, Б — толщина)	Пиловочник		Пиломатериалы необрезные		Технологи- ческое сырье	Отходы лесо- пиления
	хвойный	лиственный	хвойные	лиственные		

А. На 1 тыс. шт. штакетника сечением 50×25 мм

800	1,899	2,288	1,272	1,488	2,350	2,600
1000	2,374	2,860	1,590	1,860	2,938	3,250
1100	2,611	3,146	1,749	2,046	3,231	3,575
1200	2,848	3,432	1,908	2,232	3,525	3,900
1300	3,085	3,718	2,075	2,418	3,819	4,225
1400	3,323	4,004	2,226	2,604	4,112	4,550
1500	3,561	4,290	2,385	2,790	4,406	4,875

Б. На 1 м<sup>3</sup> штакетника

16	2,042	2,460	1,368	1,600	2,527	2,796
19	1,983	2,390	1,328	1,554	2,454	2,714
22	1,942	2,340	1,301	1,522	2,403	2,659
25	1,899	2,288	1,272	1,488	2,350	2,600
32	1,844	2,222	1,235	1,445	2,282	2,525

**Нормы расхода древесины на изготовление  
дощечки кровельной, м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>**

Толщина дощечки, мм	Пиловочник		Пиломатериалы необрезные		Технологи- ческое сырье	Отходы лесо- пиления
	хвойный	лиственный	хвойные	лиственные		
5	2,879	3,470	1,928	2,256	3,562	3,941
10	2,278	2,745	1,526	1,785	2,819	3,119

Т а б л и ц а 3.70

**Нормы расхода сырья на изготовление прищепок для белья  
(РСТ РСФСР 207—71), ручек к молоткам (ОСТ 13-16—78)**

Размеры изделий, мм			Нормы расхода сырья, м <sup>3</sup> /тыс. шт.					
длина	ширина *	толщина *	пиловочник		пиломатериалы		технологическое сырье	отходы лесопиления
			хвойный	лиственный	хвойные	лиственные		
Прищепки для белья								
62	22	11	0,050	0,062	0,034	0,040	0,064	0,060
Ручки точеные к молоткам								
300	30 36	18 25	—	0,778	—	0,506	0,799	0,884
340	32 38	18 25	—	0,972	—	0,632	0,998	1,104
400	34 40	20 25	—	1,253	—	0,815	1,287	1,424
450	40 46	22 26	—	1,827	—	1,188	1,876	2,075
600	40 50	24 28	—	2,907	—	1,980	2,984	3,302
700	45 55	28 32	—	4,068	—	2,645	4,176	4,621
800	45 55	28 32	—	4,649	—	3,023	4,773	5,281

\* Числитель у бойка, знаменатель у конца ручки.

Т а б л и ц а 3.71

**Нормы расхода сырья на изготовление молотков для отбивки мяса  
(РСТ РСФСР 172—71)**

Размеры изделий, мм			Норма расхода сырья, м <sup>3</sup> /тыс. шт			
длина молотка	диаметр ударника	длина ударника	пиловочник твердолиственных пород	пиломатериалы необрезные твердолиственных пород	технологическое сырье и дрова	отходы лесопиления
Молотки с рифленным ударником						
300	60	85	1,447	0,941	1,486	1,644
300	66	90	1,615	1,050	1,658	1,834
350	66	90	1,735	1,128	1,781	1,971
Молотки с обычным ударником						
300	55	85	1,333	0,867	1,369	1,515
300	60	90	1,477	0,960	1,516	1,677
350	60	90	1,596	1,038	1,639	1,813

Т а б л и ц а 3.72

## Нормы расхода сырья на изготовление подрозетников

Диаметр изделия, мм	Норма расхода древесины, м <sup>3</sup> , на изготовление 1000 шт. подрозетников толщиной, мм	
	10	15
Необрезные пиломатериалы лиственных пород при использовании круглопильных и круглопалочных станков		
55	0,058	0,078
65	0,079	0,107
70	0,090	0,122
Пиловочник IV сорта лиственных пород при использовании тарных рам, круглопильных и круглопалочных станков		
55	0,089	0,120
65	0,122	0,164
70	0,142	0,188
Дровяная древесина лиственных пород при использовании тарных рам, круглопильных и круглопалочных станков		
55	0,110	0,148
65	0,151	0,202
70	0,176	0,232
Отходы лесопиления при использовании круглопильных и круглопалочных станков		
55	0,122	0,164
65	0,167	0,224
70	0,194	0,257
Мелкотоварная древесина (жерди) при использовании круглопильных и круглопалочных станков		
55	0,065	0,089
65	0,089	0,120
70	0,102	0,139

Т а б л и ц а 3.73

Нормы расхода сырья (твердолиственные породы и береза)  
на изготовление черенков точеных для лопат (ОСТ 13-16—78)

Размер изделия, мм		Норма расхода сырья на изготовление 1000 шт. черенков точеных для лопат, м <sup>3</sup>			
длина	диаметр	пиловочник лиственных пород	пило- материалы необрезные лиственных пород	технологиче- ское сырье и дрова	отходы лесо- пиления
750	40	3,558	2,313	3,653	3,592
850	40	4,021	2,615	4,129	4,060
950	40	4,482	2,914	4,602	4,540
1000	40	4,734	3,078	4,860	4,780

Размер изделия, мм		Норма расхода сырья на изготовление 1000 шт. черенков точеных для лопат, м <sup>3</sup>			
длина	диаметр	пиловочник лиственных пород	пило- материалы необрезные лиственных пород	технологиче- ское сырье и дрова	отходы лесо- пиления
1100	40	5,195	3,378	5,333	5,245
1200	40	5,656	3,677	5,807	5,710
1300	40	6,155	4,002	6,320	6,215
1400	40	6,616	4,302	6,793	6,680
1500	40	6,804	4,424	6,985	6,869
1600	40	7,520	4,900	7,738	7,610

Таблица 3.74

**Нормы расхода сырья (твердолиственные породы и береза)  
на изготовление инструментальных ручек (ОСТ 13-16—78)**

Размеры изделия, мм		Норма расхода сырья, м <sup>3</sup> /тыс. шт.			
длина	диаметр	пиловочное сырье	пило- материалы необрезные	технологиче- ское сырье и дрова	отходы лесо- пиления
90	14	0,042	0,027	0,043	0,047
100	30	0,188	0,122	0,193	0,213

Таблица 3.75

**Нормы расхода сырья на изготовление скалок  
(лиственная древесина)**

Размеры изделия, мм		Норма расхода сырья, м <sup>3</sup> /тыс. шт.			
длина	диаметр *	пиловочник	пило- материалы необрезные	технологиче- ское сырье и дрова	отходы лесо- пиления
		— Без ручек			
350	40	—	—	—	—
400	40	1,580	1,027	1,622	1,794
450	40	1,175	1,154	1,822	2,016
500	45	2,416	1,571	2,481	2,744
550	45	2,653	1,725	2,724	3,014
600	45	2,894	1,822	2,972	3,288



Размеры изделия, мм		Норма расхода сырья, м <sup>3</sup> /тыс. шт			
длина	диаметр *	пиловочник	пило-материалы необрезные	технологическое сырье и дрова	отходы лесопиления
С одной ручкой					
350	40	1,383	0,899	1,420	1,570
400	40	1,580	1,027	1,622	1,794
450	40	1,775	1,154	1,822	2,016
500	45	2,416	1,571	2,481	2,744
550	45	2,653	1,725	2,724	3,014
600	45	2,894	1,882	2,972	3,288
С двумя ручками					
450	50	2,593	1,686	2,662	2,945
500	50	2,882	1,874	2,959	3,274
550	60	4,491	2,920	4,610	5,101
600	60	4,900	3,186	5,031	5,566
Бочкообразные					
400	30	1,273	0,828	1,307	1,466
	35				
400	40	3,264	2,122	3,351	3,707
	60				
450	40	2,172	1,412	2,230	2,467
	45				
500	35	1,973	1,283	2,026	2,241
	40				
550	40	2,653	1,725	2,724	3,014
	45				
600	45	3,451	2,244	3,543	3,920
	50				

\* Числитель — по концам, знаменатель — по середине.

Т а б л и ц а 3.76

## Нормы расхода сырья на изготовление толкушек

Размеры изделия, мм		Норма расхода сырья, м <sup>3</sup> /тыс. шт.			
длина	диаметр	пиловочник лиственных пород	пило-материалы необрезные лиственных пород	технологическое сырье и дрова	отходы лесопиления
300	60	2,455	1,596	2,520	2,788
280	60	2,292	1,490	2,353	2,603
260	55	1,798	1,169	1,846	2,042
240	50	1,413	0,919	1,451	1,605
220	45	1,070	0,696	1,099	1,216
200	40	0,795	0,517	0,700	0,900

Таблица 3.77

**Средневзвешенные нормы расхода сырья и материалов на производство  
товаров народного потребления по Минлеспрому СССР  
(по данным ВПКТИМ и СПКБ «Севзапмбель»)  
на 1 млн. руб. изделий**

Наименование сырья и материалов *	Единица измерения	Выпускаемая продукция						
		товары народного потребления, исключающая мебель	товары народного потребления, не планируемые по номенклатуре	сувениры	предметы домашнего обихода	садово-огородные принадлежности	бондарные изделия	строительные детали
Пиломатериалы хвойных пород	м <sup>3</sup>	1 108	836	137	665	2 239	2 214	7 914
Пиломатериалы лиственных пород	м <sup>3</sup>	611	370	407	703	927	3 862	—
Плиты древесностружечные	м <sup>3</sup>	27	15	15	1	—	—	—
Плиты древесноволокнистые	м <sup>2</sup>	9 213	740	27	7 757	—	—	—
Шпон лущеный	м <sup>3</sup>	43	33	7	141	—	—	—
Шпон строгаемый	м <sup>2</sup>	11 571	6 575	10 292	2 617	—	—	—
Фанера	м <sup>3</sup>	73	43	38	112	78	—	—
Смола	т	12	9	6	12	0,4	0,2	0,3*
Нитропродукция	т	31	20	17	41	0,2	0,5	—
Полиэфирная продукция	т	1,4	0,8	3,7	0,2	—	863	—
Шкурка шлифовальная	м <sup>2</sup>	6 666	4 561	5 266	12 076	379	—	—
Стекло полированное	м <sup>2</sup>	2 453	1 002	86	8	—	—	—
Стекло неполированное	м <sup>2</sup>	437	171	75	7	—	—	—
Металл	т	127	47	6	62	2	288	7
Азотнокислое серебро	т	0,004	—	—	—	—	—	—
Ткань мебельная	м <sup>2</sup>	633	514	—	—	—	—	—
Тик	м <sup>2</sup>	11 159	9 065	—	—	—	—	—
Поролон	т	0,045	37	—	—	—	—	—
Вата	т	9	7	—	—	—	—	—
Нитки	катушки	30	24	—	—	—	—	—
Бумага для упаковки	т.	12	5	—	12	—	—	—
Бумага писчая	т	25	—	5	—	—	—	—

\* При наличии сырья необходимых размеров используются отходы соответствующих материалов

## Типоразмеры основных деталей товаров народного потребления

Наименование деталей	Количество, шт	Размеры, мм			Применяемые сырье и материалы
		длина	ширина	толщина	
Подставка для обуви (РСТ РСФСР 467—74)					
Ножка	4	435	170	30	Бракованные детали стула Отходы ДСП Древесина березы Древесина березы Твердолиственные породы
Крышка	1	660	400	20	
Проножка нижняя	2	370	30	20	
Проножка верхняя	2	340	30	20	
Штанга	13	696	—	15	
Рейка вклеенная	2	40	30	8	
Шкант	8	40	—	10	
Полка под зеркало					
Стенка	1	340	79	19	Отходы ДСП Отходы ДСП Бракованные детали стула
Полка	1	340	220	17	
Кронштейн	2	270	200	30	
Настенная вешалка					
Стенка	1	660	120	20	Отходы ДСП Бракованные детали стула Твердолиственные породы
Кронштейн	2	279	200	30	
Штанга	5	210	—	14	
Шкант	4	30	—	8	
Банкетка с подставкой под телефон					
Щит:					Отходы ДСП Отходы ДСП Отходы ДСП Отходы ДСП Бракованные детали стула Кусковые березовые отходы Отходы хвойных пород
верхний	1	380	380	20	
средний	1	336	330	20	
нижний	1	880	380	20	
боковой	2	376	180	20	
Ножка	4	390	175	30	
Проножка	1	845	50	20	
Ящик	1	350	335	85	
Шкант	20	30	—	8	
Шкант	4	60	—	10	
Ящики посылочные (ГОСТ 20814—75) *					
Сторона: боковая	2	260	192	4	

Наименование деталей	Количество, шт	Размеры, мм			Применяемые сырье и материалы
		длина	ширина	толщина	
торцовая	2	380	192	4	
		450			
		162			
Крышка, дно	2	252	200	4	
		260			
		380			
Рейка стенки: боковой	4	450	15	12	
		260			
		380			
торцовой	4	450	15	12	
		162			
вертикальная	4	162	15	12	
горизонталь- ная	4	162	15	12	
		252			

## Доски гладильные сборные \*\*

Доски.				
верхняя	1	800	200	20
вертикальная	1	200	200	25
Основание	1	650	200	25
Стойка	1	190	60	60

## Табуреты кухонные

Ножка	4	430	40	40
Царга	4	300	40	20
Проножка	4	300	25	20
Сиденье-крыш- ка	1	360	360	13—20
Сухарь	3	70	40	15

## Табуреты детские

Ножка	4	304	30	30
Царга	4	250	30	18
Проножка	4	250	20	18
Сиденье-крыш- ка	1	290	290	13
Сухарь	3	50	40	15

\* Кусковые отходы лесопиления, древесноволокнистых плит и фанеры.

\*\* Кусковые отходы лесопиления и деревообработки любых пород.

Таблица 3.79

## Совки для сыпучих продуктов, мм

Наименование показателей	Вместимость совков, кг					
	1	2	3	4	5	8
Длина без ручки	220	250	300	320	350	420
Ширина внутренней части совка	110	130	140	180	200	220
Длина ручки	90	100	100	110	110	110
Толщина дна и стенок совка	7	7	7	9	10	10
Глубина совка	60	75	80	95	100	115

Таблица 3.80

## Топорища для строительных топоров (ГОСТ 1400—73), мм

Наименование показателей	Типоразмеры топорниц			
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4
Общая длина	370	400	500	550
Длина головной части	105	135	175	175
Высота:				
головной части	47	47	55	64
рукоятки	40	40	45—48	46—48
Ширина торца всадной части	23	23	27	29
Масса, кг	0,24	0,25	0,5	0,16

Таблица 3.81

## Корыта кухонные (ОСТ 13-39—80), мм

Типоразмеры	Длина	Ширина	Высота	Глубина	Длина ручек	Толщина ручек	Ширина постели	Толщина	
								стенок	дна
№ 1	400	200	110	90	50	30	50	8	20
№ 2	500	230	120	100	50	50	50	8	20

Таблица 3.82

## Пуговицы деревянные (ТУ 56 РСФСР 6—76), мм

Диаметр	Толщина	Диаметр отверстий
10—15	2—3	1,8
16—21	3—5	2,0
22—31	5—8	2,5
32—36	5—9	2,5

## Городки, мм

Наименование показателей	Городки	Биты	
		для взрослых	для детей
Длина	200	900—1000	600; 750
Диаметр	50	31; 35; 42	30; 35; 40

Таблица 3.84

## Палки гимнастические, мм

Наименование показателей	Мужские	Женские	Детские
Длина	1100	1000	900
Диаметр	30	27	24

Таблица 3.85

## Прочие изделия

Параметры	Номинальные размеры, мм	Предельные отклонения от номинальных размеров, мм	
Длина Ширина Толщина	Дрель штукатурная (ОСТ 13-2—78) 500—1500 с градацией 100 19, 22, 25, 32	$\pm 10$ $\pm 3$ $\pm 1$	
	4		
	Дошечка кровельная (ТУ 56 РСФСР 13—71) 500, 600, 700, 1000	$\pm 5$	
Длина Ширина Толщина	60—100 с градацией 10	$\pm 1$	
	5—10	$\pm 1$	
Длина черенка Диаметр черенка:	Грабли деревянные (ТУ 56 РСФСР 24—76) 1600—2000	$\pm 10$	
	нижний	25—40	$\pm 2$
	верхний	15—30	$\pm 2$
Длина колодки	500—900	$\pm 5$	
Ширина и толщина колодки	25—50	$\pm 2$	
Длина зуба	100—110	$\pm 4$	
Диаметр зуба	10—15	—	
Расстояние между зубьями	50—70	$\pm 3$	
Диаметр отверстия для зуба	9—11	—	
Количество зубьев	9—11 шт.	—	

Существующие цехи по производству товаров народного потребления на лесохозяйственных и лесозаготовительных предприятиях свидетельствуют о целесообразности всемерного повышения уровня концентрации их производства (табл. 3.86).

Т а б л и ц а 3.86

**Изменение экономических показателей действующих цехов  
под влиянием концентрации производства**

Наименование показателей	Объемы производства товаров народного потребления, тыс. руб./цех						
	25	50	100	200	300	400	500
Годовая выработка на одного рабочего, тыс. руб.	5,0	5,7	6,5	7,5	8,2	8,7	9,1
Фондоотдача, руб./руб.	1,3	2,0	2,6	3,2	3,6	3,9	4,1
Ассортимент изделий, шт./цех	2,0	3,5	4,5	6,5	7,2	7,4	7,6
Выработка товарной продукции из 1 м <sup>3</sup> перерабатываемой древесины, руб./м <sup>3</sup>	27,0	29,5	33,0	36,4	37,0	37,5	38,0

### 3.8. ПРОИЗВОДСТВО ДРЕВЕСНОЙ МУКИ

#### 3.8.1. Требования к качеству муки

Древесная мука представляет собой продукт сухого механического измельчения древесины. Она используется как наполнитель, фильтрующий материал и поглотитель в различных отраслях промышленности (табл. 3.87).

Т а б л и ц а 3.87

**Применение древесной муки**

Область применения	Марка	Порода древесины	Сорт
Фенопласты	140, 180, Ф	Хвойная	Высший, I
Алкидный линолеум	140, 180	Хвойная, смешанная, лиственная	Высший, I, II
Промышленные взрывчатые вещества	140, 180, 250, 400	Хвойная, смешанная, лиственная	Высший, I, II
Пигментная двуокись титана	T	Хвойная	Высший, I
Фильтрующие элементы	560, 1250	Хвойная, смешанная, лиственная	Высший, I, II

Производство древесной муки регламентируется ГОСТ 16361—79 «Мука древесная. Технические условия»

Древесная мука может изготавливаться из древесины хвойных пород (сосна, ель, пихта, кедр, лиственница или их смесь), лиственных пород (береза, бук, липа, осина, ясень, тополь, клен, граб или их смесь) и смеси указанных хвойных и лиственных пород.

В зависимости от гранулометрического состава древесная мука подразделяется на 8 марок: 140, 180, Ф, Т, 250, 400, 560 и 1250.

По физико-химическим свойствам древесную муку подразделяют на три сорта: высший, I и II, показатели которых приведены в табл. 3.88.

Технологическое сырье для выработки древесной муки (опилки, стружка и измельченные кусковые отходы по ТУ 13-411—78) не должно содержать более 5% коры, 3% гнили и грибных поражений, зольность не должна превышать 1%.

### 3.8.2. Оборудование

Технологический процесс производства древесной муки включает следующие операции: подготовка сырья, заключающаяся в предварительном измельчении и сушке, измельчение сухого продукта, сортировка продукта измельчения, извлечение древесной муки требуемых марок, упаковка древесной муки.

Предварительное измельчение производится на молотковых мельницах ДМ-1М, ДМ-1А Новозыбковского станкостроительного завода.

Сушка продукта производится в паровых сушильных аппаратах В77-1, РБ1,8-12НУ-01 Старорусского завода химического машиностроения.

Измельчение продукта — основная операция в производстве древесной муки. Измельчение может быть организовано по открытому и замкнутому циклам. При открытом цикле продукт пропускается через размалывающее оборудование один раз. При замкнутом цикле сходы с сепарирующих машин снова подаются на измельчение. В зависимости от организации измельчения технологический процесс осуществляется по одно-, двух- и многоступенчатой схемам.

Таблица 3.88

Качество древесной муки

Наименование показателя	Норма для сорта		
	высшего	I	II
Влажность, %	От 3 до 8		
Зольность, %, не более	0,6	0,8	1,0
Массовая доля окрашенных примесей, %, не более, в муке марок:			
140, 180, Т, Ф	0,1	0,2	4,0
250, 400, 560, 1250	0,2	0,6	4,0
Содержание металломагнитных примесей, мг/кг, не более	5,0	10,0	16,0
Насыпная плотность, кг/м <sup>3</sup> , муки марок:			
140, 180, Ф	От 100 до 140		
Т, 250, 400	Не нормируется		
560, 1250	От 100 до 200		



Наименование показателя	Норма для сорта		
	высшего	I	II
<b>Гранулометрический состав</b>			
Мука марки 140			
Остаток на сетке 02К, %, не более	0,0	0,0	0,5
Остаток на сетке 014К, %, не более	2,0	5,0	10,0
Остаток на сетке 01К, %, не более	18,0	25,0	40,0
Мука марки 180			
Остаток на сетке 0,25К, %, не более	0,0	0,0	0,5
Остаток на сетке 018К, %, не более	2,0	5,0	10,0
Остаток на сетке 0125К, %, не более	18,0	25,0	40,0
Мука марки Ф			
Остаток на сетке 025К, %, не более	0,0	0,2	—
Остаток на сетке 018К, %, не более	5,0	5,0	—
Остаток на сетке 0125К, %, не менее	50,0	40,0	—
Мука марки Т			
Остаток на сетке 025К, %, не более	5,0	5,0	—
Остаток на сетке 018К, %	От 12,0 до 25,0	От 8,0 до 25,0	—
Остаток на дне, прошедший через сетку 0063К, %, не более	16,0	20,0	—
Мука марки 250			
Остаток на сетке 0355К, %, не более	0,1	0,2	0,5
Остаток на сетке 025К, %, не более	5,0	5,0	10,0
Мука марки 400			
Остаток на сетке 056К, %, не более	0,1	0,2	0,5
Остаток на сетке 04К, %, не более	5,0	5,0	10,0
Мука марки 560			
Остаток на сетке 056К, %, не более	3,0	5,0	5,0
Остаток на дне, прошедший через сетку 025К, %, не более	35,0	40,0	40,0
Мука марки 1250			
Остаток на сетке 0125К, %, не более	3,0	5,0	5,0
Остаток на дне, прошедший через сетку 063К, %, не более	35,0	40,0	40,0
Массовая доля кислот, %, не более, в муке марок:			
140, 180, Ф, Т	0,07	0,08	0,12
250, 400	0,07	0,07	0,08
560, 1250	Не нормируется		
Массовая доля смол и масел, %, не более, в муке:			
хвойной и смешанной	4,0	4,0	4,0
лиственной	2,0	2,0	2,0

Примечание. Посторонние примеси, кроме указанных в табл. 3.88, не допускаются

Для измельчения сухого продукта применяются в основном молотковые мельницы В77-2М, В77-2А Новозыбковского станкостроительного завода.

### Техническая характеристика мельниц

	В77-2М	В77-2А
Диаметр ротора с молотками, мм	632	632
Частота вращения ротора, мин <sup>-1</sup>	2960	2960
Количество молотков, шт.	32	32
Количество ситовых вкладышей, шт	8	8
Размер отверстий ситовых вкладышей, мм	0,4 × 20	0,4 × 20
Мощность электродвигателя, кВт	55,0	75,27
Габаритные размеры, мм:		
длина	2250	2360
ширина	1375	1560
высота	2125	2125
Масса, кг	2040	2400
Расход воздуха, м <sup>3</sup> /ч	2000	2000
Производительность по пропуску, кг/ч	300—500	до 600
Производительность по намолу муки марки 180, кг/ч	160—180	190—220

Сепарация продукта размола может производиться двумя способами: 1 — просев на ситовых машинах (центробежные бураты и рассевы), 2 — воздушная сепарация (сепаратор ролико-маятниковой мельницы и воздушные сепараторы).

В отсевах ЗРМ, ЗРШ-1-4 и ЗРШ-6 Горьковского машиностроительного завода имени Воробьева просев продукта происходит на горизонтально расположенных ситах (рамках с натянутыми сетками), которые приводятся в круговое возвратно-поступательное движение (табл. 3.89).

Т а б л и ц а 3.89

Показатели	ЗРМ (ЗРМ-2М)	ЗРШ-4М	ЗРШ-6М
Количество секций, шт.	2	4	6
Количество ситовых рам в секции, шт	15	16	16
Размер ситовых рам, мм	930 × 1600	400 × 800	400 × 800
Общая полезная площадь сит, м <sup>2</sup>	24,9 (28,8)	17,0	25,5
Частота колебаний, мин <sup>-1</sup>	210	200, 220, 240	200, 220, 240
Радиус круговых колебаний, мм	45	50, 45, 40	50, 45, 40
Мощность электродвигателя, кВт	2,8 (1,7)	3,0	4,5
Габаритные размеры, мм:			
длина	2830	2410	3090
ширина	1840	1420	2100
высота до приемной доски	2100	2370	2370
Масса, кг	2100	1900	3000
Расход воздуха на аспирацию, м <sup>3</sup> /ч	540		1080

Разделение частиц в воздушном сепараторе СПДМ-1 (конструкции ЦНИИМОДа) происходит в зависимости от величины центробежных и радиальных сил увлечения потоком, которые действуют в противополож-

ных направлениях и находятся в различной функциональной зависимости от размера частиц. Мелкие частицы выносятся через улитку и выходной патрубок под действием силы увлечения потоком, а крупные смещаются центробежной силой к стенке корпуса и выводятся из сепаратора через нижний патрубок.

#### Техническая характеристика сепаратора СПДМ-1

Диаметр корпуса, мм	5150
Диаметр ротора, мм	880
Частота вращения ротора, мин <sup>-1</sup>	200—800
Мощность электродвигателя, кВт	2,2
Габаритные размеры, мм	1600 × 1270 × 2285
Масса, кг	680
Расход воздуха, м <sup>3</sup> /ч	2000
Производительность по исходному продукту, кг/ч	До 600

### 3.8.3. Техничко-экономические показатели

В 1965 г. институтом Гипролеспром был разработан типовой проект № 411-2-3 цеха древесной муки. В основу проекта положены одноступенчатая схема размола на молотковых мельницах и двойная сепарация на ситовых машинах

#### Технические показатели цеха древесной муки типового проекта

Производственная мощность цеха по выпуску древесной муки, т	3000
В том числе:	
муки марки 180	1800
муки марки 140	1200
Расход сырья на производственную мощность (опилки, стружка), м <sup>3</sup>	7500
Мощность установленного технологического оборудования, кВт	712
Расход пара на технологические нужды, т	
при сушке отходов от цехов деревообработки	861
при сушке отходов от лесопильных цехов	3470

Расход сырья на производство 1 т древесной муки составляет 3,3 пл. м<sup>3</sup> (при использовании опилок от лесопиления) и 2,5 пл. м<sup>3</sup> (при использовании опилок и стружки от деревообработки). Расход электроэнергии на 1 т муки — 700 кВт·ч; пара — 3,5 т.

Гипролеспромом разработан типовой проект цеха древесной муки мощностью 10 тыс. т. Основные технико-экономические показатели проектов при выпуске муки из отходов лесопиления влажностью до 80% приведены в табл. 3.90.

Т а б л и ц а 3.90

#### Техничко-экономические показатели проектов цехов древесной муки

Показатели	Проект 1965 г	Проект 1979 г
Выпуск муки в год, тыс. т	3,0	10,0
Товарная продукция, тыс. руб.	393,0	1190

Показатели	Проект 1965 г	Проект 1979 г
Полная себестоимость муки, руб./т	95—58	77—42
Затраты на 1 руб. товарной продукции, руб.	0—73	0—62
Прибыль, тыс. руб.	107	334
Рентабельность, %	37,3	43,2
Численность работающих, чел.	49	75
В том числе рабочих	38	62
Капитальные вложения, тыс. руб.	486	1082,0
Срок окупаемости капитальных вложений, лет	4,5	2,57
Фондоотдача, руб./руб.	0,84	0,91

### 3.9. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ ОКОРКИ

#### 3.9.1. Подготовка отходов окорки к использованию

В настоящее время разработан рациональный технологический процесс подготовки отходов окорки, включающий следующие операции: измельчение, просеивание, сушку, транспортировку и хранение.

Кора (отходы окорки) с окорочной станции через дозирующие устройства подается в измельчающую машину или ряд машин в зависимости от объемов переработки отходов и производительности измельчающего оборудования. Измельченный материал подается на сепарацию (виброгрохоты типа ГВР, ВГД с двумя рядами сит) Сход с верхнего сита (диаметр отверстий 7—10 мм) направляется на доизмельчение, мелкий отсев в топку паросиловых установок

Кондиционный материал направляется на промежуточный склад (бункерные галереи модели МБА), а затем подается в сушильную установку через дозаторы. Глубокая сушка отходов окорки производится в комбинированных (циклонной и барабанной) сушилках.

Сухой материал (влажность 3—5 %) направляется в бункерные галереи или бункера типа ДБО-60.

Для измельчения коры до настоящего времени применялись в основном ножевые роторные коробки, которые конструктивно выполнены по двум схемам: одно- и двухвальными с встречным направлением вращения (табл. 3.91).

Таблица 3.91

Техническая характеристика корорубок [13], [47]

Показатели	СССР					Финляндия	
	КР-4	КР-5	КРН-1/25	КРН-2/25		КР-1203, фирма «Вярг- сила»	фирма «Раума- Репола»
				ротор 1-й сту пени	ротор 2-й сту пени		
Производительность, т/ч	25	50	25	25	25	25	12
Число дисков			33	33	49	33	

Показатели	СССР					Финляндия	
	КР-4	КР-5	КРН-1/25	КРН-2/25		КР-1203, фирма «Вярт- силя»	фирма «Раума- Репола»
				ротор 1-й сту- пенн	ротор 2-й сту- пенн		
Диаметр окру- жности резания, мм:							
большой	—	—	—	600	600	600	800
малый	—	—	570	570	570	570	—
Размеры ножа, мм							
ширина			30	30	30	35	—
выступ	—	—	36	36	24	35	—
Число ножей на диске			3	3	4	3	
Угол ножа, град.							
передний	—	—	10	10	10	10	3
задний	—	—	—	6	6	—	5
Число оборотов в минуту	960	830	1010	980	980	1020	—
Мощность приво- да, кВт	110	200	75	75	75	75	85
Диаметр ротора, мм	1300	1500	—	—	—	—	—
Габаритные раз- меры, мм:							
длина	2796	3000	2980	—	—	—	—
ширина	2040	2300	2260	—	—	—	—
высота	1585	1100	1950	—	—	—	—
Масса, кг	5000	9070	5870	8300	8300	—	—

Наиболее перспективными машинами, обеспечивающими тонкое измельчение коры, являются вертикальные молотковые мельницы типа МК 10.

Мельница МК 10 (табл. 3.92) имеет широкий диапазон регулирования производительности в зависимости от требуемого гранулометрического

Таблица 3.92

## Техническая характеристика мельницы МК10 [13], [47]

Наименование показателей	Значение показателей
Производительность в зависимости от числа бил, м <sup>3</sup> /ч	8—25
Диаметр ротора, мм	1000
Количество бил, шт.	8—32
Количество ножей, шт.	4
Количество контрножей, шт.	32
Установленная мощность, кВт	75
Скорость вращения ротора, мин <sup>-1</sup>	735
Габаритные размеры, мм:	
длина	2325
ширина	1240
высота	1550
Масса мельницы, кг	3660

состава измельченного материала. Машины такого типа допускают попадание в продукте размола мелких недробных предметов и отщепов без поломок механизмов.

### 3.9.2. Древеснокорьевые плиты [47]

Древеснокорьевые плиты (ДКП) могут быть однослойными (100 % отходов окорки) и трехслойными с наружными слоями из спецстружки и внутренним слоем из отходов окорки.

Оптимальным размером частиц отходов окорки является фракция 2—7 мм.

Древесная стружка для наружных слоев изготавливается на стружечных станках типа ДС-5. Средние размеры стружки для наружных слоев составляют 20×3×0,2 мм.

В качестве связующего в ДКП добавляются мочевино-формальдегидные смолы КС-68М, УКС, КФ МТ и т. п.

ДКП могут быть шлифованными и нешлифованными. По требованию заказчика допускается изготовление плит с гидрофобными и антисептическими добавками. Влажность готовых плит не должна превышать 8%.

ДКП могут быть изготовлены способом плоского прессования в многоэтажных гидравлических прессах периодического действия, применяемых при производстве ДСП, с предварительной подпрессовкой. Технология изготовления ДКП почти не отличается от общеизвестной технологии производства ДСП. Изменение технологии касается измельчения и сушки отходов окорки.

Для ДКП предпочтительны отходы окорки сплавной еловой древесины, влажность которых после окорочных станков составляет около 194%. Измельчение влажной коры должно осуществляться на вертикальных молотковых мельницах типа МК. Перед смешиванием со связующим влажность наполнителя должна быть 4—5%. Для сушки измельченной коры в производстве корьевых плит рекомендуется следующее сушильное оборудование: для первой фазы сушки от начальной влажности до 60—80% — циклонно-спиральная сушилка, состоящая из центральной круглой трубы диаметром 1,5—2 м и наружной круглой трубы диаметром 2,5—3,2 м. Между центральной и наружными трубами располагается спираль с шагом по высоте 0,5—0,6 м, образующая витую сушилку сечением 0,5×0,5 или 0,6×0,6 м с расчетной длиной 50—70 м; для второй фазы используется сушильный барабан типа «Прогресс», установленный с отрицательным углом наклона 3°.

Рекомендуемые режимы прессования приведены в табл. 3.93; 3.94.

Таблица 3.93

Режимы прессования ДКП

Температура плит пресса, °С	Время прессования толщины готовой плиты, мин/мм
150	0,7
160	0,5
170	0,3

В табл. 3.94 приведены значения необходимых удельных давлений в зависимости от требуемой плотности.

Т а б л и ц а 3.94

Удельное давление прессования ДКП

Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Удельное давление прессования, МПа
700	0,7—0,8
800	1,4—1,5
900	1,9—2,2

Оптимальной для ДКП является плотность 800 кг/м<sup>3</sup>. Характеристика ДКП, запрессованных при оптимальных режимах с добавлением мочевино-фенолформальдегидного связующего КФ МТ (12% абсолютно сухого вещества к весу абсолютно сухого наполнителя), приведена в табл. 3.95.

Т а б л и ц а 3.95

Характеристика ДКП

Показатели	Конструкция плиты	
	однослойная	трехслойная
Расход сырья на 1 м <sup>3</sup> плит, м <sup>3</sup> : отходов окорки, древесной спецстружки	2,6 —	1,74 0,54
Расход связующего, кг	90	90
Расход отвердителя, кг	0,9	0,9
Плотность плит, кг/м <sup>3</sup>	800—900	800—900
Предел прочности при статическом изгибе, МПа	14—15	20—21
Предел прочности при растяжении перпендикулярно пласти плиты, МПа	0,4—0,5	0,3—0,4
Удельное сопротивление выдергиванию шурупов из пласти, кг/мм	7,0—8,0	7,0—8,0
Разбухание по толщине за 24 ч, %	20,0—22,0	20,0—22,0

Качество ДКП соответствует техническим требованиям, предъявляемым к ДСП марки П-2 групп А и Б.

*Однослойные* ДКП отличаются от ДСП внешним видом и более низкой прочностью при статическом изгибе. *Трехслойные* ДКП с наружными слоями из древесной спецстружки имеют достаточно высокие физико-механические показатели, по внешнему виду не отличаются от ДСП, по теплопроводности, био- и огнестойкости превосходят их.

ДКП могут использоваться в строительстве для устройства перегородок, облицовки стен, обшивки потолков, настила черных и чистых полов под линолеумные покрытия, для изготовления встроенной мебели.

### 3.9.3. Королит [47], [48]

Королит представляет собой строительный материал (разновидность арболита), полученный из смеси отходов окорки, обработанных специальными веществами, цемента и воды.

Прочность королита при сжатии соответствует его марке и составляет 0,5—3,5 МПа при плотности в сухом состоянии от 550 до 800 кг/м<sup>3</sup>. Предел прочности королита на растяжение при изгибе материала марки 2,0 составляет 0,5—0,7 МПа.

Физико-механические свойства и теплотехнические характеристики королита в зависимости от плотности приведены в табл. 3.96.

Т а б л и ц а 3.96

Свойства королита					
Показатели	Марка королита и величины показателей				
	теплоизоляционного			конструкционного	
	0,5	1,0	1,5	2,5	3,5
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	550	600	700	750	800
Коэффициент теплопроводности, Вт(м·К)	—	—	0,12	—	0,15
Удельная теплоемкость в сухом состоянии, Вт(м·К)	—	—	0,39	—	0,39

При строительстве зданий с применением королита необходимо защищать конструкции от увлажнения, применяя защитные фактурные растворы или водоотталкивающие покрытия.

### 3.9.4. Отходы окорки как топливо [12], [42]

Химический состав органической горючей массы отходов окорки в среднем совпадает с составом древесины:  $C=51,0\%$ ,  $H=6,1\%$ ,  $O=42,3\%$ ,  $N=0,6\%$ .

Высшая теплота сгорания абсолютно сухой коры составляет, МДж/кг: сосны и ели — 20, березы — 23. Высшая теплота сгорания коры сплавной древесины вследствие выщелачивания из нее смоляных веществ ниже теплоты сгорания коры свежесрубленной древесины и составляет в среднем 19 МДж/кг.

Абсолютную (относительную) влажность отходов окорки сплавной древесины в практических расчетах принимают соответственно, %: для ели — 185 (68), для сосны — 232 (72).

Низшую рабочую теплоту сгорания можно определить по формуле.

$$Q_{II}^p = 19000 - 230W_{отн.}, \text{ кДж/кг}, \quad (3.17)$$

где  $W_{отн.}$  — относительная влажность коры, %.

Зольность коры значительно больше, чем у древесины, и составляет 4—5%. Плавокость коры может быть оценена следующими данными: температура начала деформации — 1195°C; температура размягчения — 1215°C; температура жидкоплавкого состояния — 1280°C.



Теоретическая температура горения коры при относительной влажности 50% колеблется в пределах 1200—1400°C в зависимости от избытка воздуха в топке.

Отходы окорки — топливо с высоким содержанием золы, влаги и с ухудшенными сыпучими свойствами. Сжигание коры требует специальной подготовки с целью улучшения ее топливной характеристики, включающей измельчение и обезвоживание.

Механическое обезвоживание коры производится в короотжимных прессах, которые по конструкции подразделяются на валковые, винтовые, цепные и поршневые.

Механическое обезвоживание имеет существенные недостатки: удаление воды происходит только из лубяной части коры. Промерзшая кора обезвоживанию механическим путем не поддается. Практически прессы не в состоянии обезвоживать кору до относительной влажности ниже 55—60 %;

сточные воды после прессов не отвечают требованиям правил охраны водоемов от загрязнения. Сброс таких стоков в водоемы может допускаться только после очистки.

Подготовка отходов окорки к сжиганию с использованием установки ССГ-1, разработанной в ЦНИИМОДе, производится в следующем порядке: кора от окорочной станции, пройдя сепаратор, поступает в мельницу, от которой подается к котельной в загрузочно-дозировующее устройство, затем винтовым конвейером кора подается к шлюзовому питателю, через который она поступает в смесительную камеру, где подхватывается потоком теплоносителя и попадает в спиральную сушилку. Подсушенная кора после отделения в циклоне подается пневмотранспортом в топку котлов или в бункер для хранения и дальнейшего технологического использования.

В качестве теплоносителя используются отходящие от котлоагрегата газы или газы от собственной топки, где сжигается часть подсушенной коры. Расход коры на собственные нужды зависит от ее начальных и конечных параметров (в большей степени от влажности) и колеблется от 20 до 50%.

#### Техническая характеристика установки подготовки топлива ССГ-1

Производительность установки	
по сушке, м <sup>3</sup> /ч . . . . .	5—7
по абсолютно сухому продукту, кг/ч . . . . .	1 500—2 000
по испаренной влаге, кг/ч . . . . .	2 000—3 000
Влажность коры (абсолютная), %:	
начальная . . . . .	200—240
конечная . . . . .	50—70
Размеры частиц коры, мм, не более . . . . .	25
Температура теплоносителя, °С:	
на входе в смесительную камеру . . . . .	300—500
на выходе из сушилки . . . . .	120—150
Расход теплоносителя, кг/ч . . . . .	31 400
Длина спирального канала, м . . . . .	75
Габаритные размеры, мм:	
длина . . . . .	17 600
ширина . . . . .	5 700
высота . . . . .	8 515
Установленная мощность, кВт . . . . .	120
Масса, кг . . . . .	20 500

Подсушка коры перед сжиганием может осуществляться в сушилках других типов: барабанных, ленточных, с псевдосжиженным слоем, каскадно-лотковых и пр.

### 3.9.5. Дубильные вещества [15]

Наибольшее распространение и применение для дубления кож имеют растительные дубильные вещества, носящие общее название *таннидов*. В экстракте, извлекаемом из дубильного сырья, кроме таннидов, способных необратимо поглощаться и давать износоустойчивую, водонепроницаемую кожу, содержатся *нетанниды*, состоящие из сахаров, красящих веществ, кислот и т. д. Содержание таннидов в экстракте характеризуется доброкачественностью (Д), представляющей отношение количества таннидов (Т) к сумме таннидов и нетаннидов (НТ)

$$Д = \frac{100Т}{Т + НТ}, \%. \quad (3.18)$$

Краткая характеристика некоторых древесных пород, используемых в качестве дубильного сырья, приведена в табл. 3.97.

Т а б л и ц а 3.97

Характеристика дубильного сырья

Растение	Часть растения	Таннины, %	Нетаннины, %	Доброкачественность, %
Дуб	Древесина	3,5—5,5	2,05—3,0	60—65
	Кора старая	2—2,45	—	35
	Кора молодая	8—12	—	35—60
	Корка	6,9	—	64—66
Ель	Кора	7—12	8—9,5	38—56
Пихта	Кора	7—15	—	50—60
Лиственница	Кора	10—15	—	60—70
Сосна	Кора	2,2—4,3	—	23—38
Ива	Кора	8—12	6—10	52—58
Береза	Зазелень	6—10	8—12	45—50

Запасы дуба и ивы, широко используемые в производстве дубильных экстрактов, весьма ограничены, поэтому более перспективным для этих целей является использование коры ели и лиственницы.

Еловая кора применяется как сырье для производства дубильных экстрактов при доброкачественности не ниже 46% и содержании таннидов не менее 8%. Влажность коры при поставках не должна превышать 19% (16% отн.). В период с 1 октября по 1 мая допускается поставка коры влажностью до 28,2 %, но масса коры пересчитывается на массу при 19 % влажности.

В разных слоях коры содержится различное количество таннидов и в среднем оно составляет: в камбиальном слое — 7,4%, в лубяном — 12 и в корковом слое — 7,4%. Наличие древесины в коре I сорта не допускается, а в коре II сорта допускается не более 10% общего веса.

По данным разных исследователей, содержание таннидов при нахождении древесины в воде снижается в среднем на 1% в месяц. Доброкачественность при этом почти не изменяется

При ручной заготовке высушенная еловая кора доставляется потребителям в виде тюков

Кора, полученная при механизированной окорке, не пакетируется, и поэтому она отгружается насыпью в контейнерах, крытых вагонах, автомобилях-щеповозах, полувагонах, покрываемых сверху брезентом.

Предварительно измельченная кора сушится в сушилках различных типов при температуре до 300°C. Из сырья дубильные вещества получают путем экстрагирования водой в специальных аппаратах — диффузорах. Диффузоры загружают измельченным до 2—3 мм материалом и заполняют водой, которая является хорошим растворителем для таннидов. Извлеченные дубильные вещества очищают от посторонних примесей и в специальных аппаратах упаривают до необходимой крепости. Иногда жидкие экстракты путем дальнейшего упаривания перерабатывают в тестообразные или твердые.

Себестоимость 1 т сухого елового корья составляет 25—35 руб. Отпускная цена 1 т корья: ивового 245 руб., лиственничного 55 руб. елового I сорта 68 руб., II сорта 62 руб.

### 3.9.6. Дегтекурение [15]

Сырьем для получения дегтя служит береста — наружный слой коры березы. Бересту снимают с растущих или срубленных деревьев, а также с валежника и дров. Заготовка бересты производится в период сокодвижения, когда она легко отделяется от лубяного слоя (зазелени). Наиболее доброкачественной является береста, снятая с сырорастающего дерева.

Учитывают бересту по весу: 1 м<sup>3</sup> спрессованной бересты весит около 150 кг. Выход бересты из 1 пл. м<sup>3</sup> древесины составляет 8—12 кг.

Выход от веса перерабатываемой соковой бересты составляет 27—30 % чистого дегтя I сорта плотностью 0,925—0,95 г/см<sup>3</sup> при 20°C. Береста, снятая с валежника, дает 15—20 % дегтя II сорта плотностью 0,95—0,97 г/см<sup>3</sup>, а береста, снятая с березовых дров и кряжей, дает около 13 % дегтя плотностью 0,98—0,99 г/см<sup>3</sup>. На 1 т перерабатываемой бересты расходуется 5—6 складочных м<sup>3</sup> дров.

Деготь употребляется для изготовления дезинфицирующих средств, жировки кож, смазки сбрун и телег, смазочных масел и топлива для двигателей. Отпускная цена 1 т березового дегтя I сорта составляет 380 руб., II сорта 360 руб.

### 3.9.7. Углежжение

В настоящее время почти повсеместно применяется печное углежжение как более экономичное и производительное в сравнении с кучным. Однако при отсутствии печей вблизи лесосек кучное углежжение еще находит применение. Выход угля по объему при этом составляет 60—65 % из полусухих хвойных дров, 45—50 % из полусухих березовых, 55 % из сырых хвойных дров, 40—45 % из сырых березовых дров.

Углевыжигательные печи бывают *переносные (передвижные)* и *стационарные*.

Переносные (передвижные) применяются для выжигания небольших количеств угля, однако ввиду их малой емкости и пониженного выхода угля они не получили распространения.

Из стационарных углевыжигательных печей и установок находят применение уральские камерные печи, установки «Свердлеспром-4», печь системы Грум-Гржимайло, печь системы В. Н. Козлова и др.

В качестве сырья для углежжения применяются дрова и отходы древесины.

Основные показатели работ печей и установок приведены в табл. 3.98

Таблица 3.98

**Показатели работ углевыжигательных установок на березовой древесине [8]**

Показатели	Вагонная реторта		Печи системы		Вертикальная непрерывно действующая
	стальная	кирпичная	Грум-Гржи-майло	Козлова	
Количество перерабатываемой древесины, складочные м <sup>3</sup> /сутки	35—54	19—38	76 100	105—126	256
Выход, кг/м <sup>3</sup>					
угля	103—108	120—129	110	132	93
смолы	19,0—26,4	15,0—21,0	22,0	23,5	37,0—43,0
кислоты	17,0—28,8	15,5—19,0	15,0—19,3	20,0—26,0	16,3—18,0
Содержание нелетучего углерода в угле, %	80—84	74—78	74	73—78	90—95
Расход дров, % от объема перерабатываемых	30—40	10 17	14	15—16	Не требуется

Годовая производительность установки «Свердлеспром-4» при среднем обороте каждой камеры 5 суток составляет по переработке 17 тыс складочных м<sup>3</sup> березовых дров с выходом 10,7 тыс. м<sup>3</sup> или 1980 т угля. Себестоимость угля составляет 60 руб./т, сметная стоимость установки — 80 тыс. руб.

### 3.10. БРИКЕТИРОВАНИЕ ИЗМЕЛЬЧЕННОЙ ДРЕВСИНЫ

Брикетирование улучшает транспортабельность и придает мелким отходам удобный вид для использования в качестве топлива в квартирных печах и промышленных топках.

Применяемые в настоящее время в разных странах брикеты по форме можно подразделить на три группы: *брусковые шашечные* и *цилиндрические*. В Западной Европе и США отдается предпочтение шашечным и цилиндрическим брикетам больших размеров, что объясняется стремлением к удешевлению брикетных установок.

Одним из важных показателей брикетов является объемная масса, с повышением которой улучшаются все остальные показатели их свойств. Брикеты должны обладать достаточной механической прочностью, водостойкостью и калорийностью, если они предназначены для использования в качестве топлива (калорийность брикетов составляет около 16 700 кДж/кг) [15].

Водостойкость, определяемая промежутком времени полного разрушения погруженных в воду брикетов, обычно составляет 60—260 с. Качество брикетов в значительной мере зависит от влажности исходного материала. При этом различают оптимальную и критическую влажности.

*Под оптимальной понимается влажность, при которой достигаются наилучшие механические показатели брикетов (для опилок 8—15%). Критической называется влажность исходного материала, при которой*

еще возможно образование брикетов, но при большей влажности брикеты рассыпаются сразу же после выхода из пресса. Критическая влажность колеблется в пределах 18—25 %.

Брикетирование измельченных древесных отходов практически возможно при любой начальной температуре исходного материала, но при прочих равных условиях прочность брикетов увеличивается с повышением начальной температуры прессуемого материала, а необходимое для брикетирования удельное давление уменьшается с повышением начальной температуры прессуемого материала.

Технологический процесс брикетирования древесных отходов состоит из следующих последовательных стадий: измельчения, сортировки, сушки, прессования, транспортирования готовых брикетов на склад, хранения и отгрузки. В табл. 3.99 приведены оптимальные технологические режимы брикетирования.

Таблица 3.99

Оптимальные режимы брикетирования [15]

Назначение брикетов	Исходный материал	Влажность исходного материала, %	Температура подогрева материала, °С	Давление, МПа	Примечание
Топливные	Опилки	8—12	200—225	29,4—73,5	Продолжительность выдержки в магнитном канале 20—30 с
Сырьевые	Опилки	10—15	100—125	49,0—98,0	
Сырьевые	Опилки	До 18	20—100	49,0—98,0	
Сырьевые	Опилки	3—7	0—100	49,0—98,0	
Сырьевые	Смесь опилки — стружка	10—18	80	69,0—78,4	
Сырьевые	Щепа из лесосечных отходов	10—18	80	88,0—98,0	
Топливные	Измельченная кора	10—18	80	69,0—78,4	

Для брикетирования древесных отходов специальные прессы не выпускаются, а используются прессы для брикетирования торфа. Технические характеристики торфобрикетных прессов, которые могут быть использованы для брикетирования измельченной древесины, приведены в табл. 3.100.

Таблица 3.100

Технические характеристики прессов

Наименование показателей	Величины показателей прессов				
	Б-8230	Б-814	ПТБ-2М	БПС-2	ОБЦ-30
Номинальное усилие штемпеля, т (мН)	100 (1,0)	80 (0,8)	36 (0,35)	100 (1,0)	30 (0,3)
Наибольшее удельное давление, МПа	98	78—98	146	98,0—146	78—98
Ход штемпеля, мм	260	260	120	280	180
Число ходов штемпеля в минуту	60; 75	60	230	69—84	75

Наименование показателей	Величины показателей прессов				
	Б-8230	Б-814	ПТБ-2М	БПС-2	ОБЦ-30
Количество штемпелей, шт.	1	1	2	1	1
Размеры брикета, мм:					
длина	160	160	90	160	60
ширина	68	70	45	70	20
высота	30	25—30	5—10	20	25
Производительность пресса, кг/с	0,28—0,39	0,28	0,28	0,22—0,28	0,08
Мощность электродвигателя главного привода, кВт	55	55	28	50	14
Масса пресса, кг	18 000	13 000	3 800	20 000	4 000
Влажность пресс-массы, %	8—12	8—12	8—12	8—15	12—15

С учетом имеющихся расчетов себестоимости брикетов, полученных из различных видов древесных отходов, их отпускная цена франко-склад поставщика будет составлять 10 руб./т.

При совершенствовании технологии брикетирования себестоимость и отпускная цена брикетов могут быть значительно снижены. В табл. 3.101 приведена ориентировочная сравнительная стоимость 1 т условного топлива.

Таблица 3.101

## Стоимость 1 т условного топлива [15], [25]

Виды топлива	Стоимость 1 т топлива, руб., коп.	% к стоимости брикета из древесных отходов
Мазут, доставленный по железной дороге на расстояние 1000 км	21—70	118
Уголь донецкий, доставленный на расстояние 1000 км	27—30	148
Торф фрезерный	20—50	111
Торфяные брикеты	26—40	144
Дрова (средние показатели):		
твердолиственные	17—90	97,5
хвойные	22—80	124
Брикеты из измельченной древесины при перевозке по железной дороге на 200 км	18—40	100

Кировским научно-исследовательским институтом лесной промышленности (КирНИИЛП) разработана линия производства топливных брикетов из отходов окорки и мелких отходов древесины. Брикеты могут быть использованы для сжигания в смеси с другими видами топлива или в чистом виде; они имеют следующие физико-механические свойства:

Плотность . . . . .	800—1100 кг/м <sup>3</sup> ;
Предел прочности при статическом изгибе . . . . .	1,5 МПа;
Влажность . . . . .	не более 18%;
Теплотворная способность . . . . .	19 600 кДж/кг

На рис. 3.4. приведена технологическая схема производства брикетов. Кора от окорочной станции транспортером 1 подается в промежуточный бункер с дозатором 2 и далее поступает на измельчение в машину марки «Волгарь-5». Измельченная кора транспортером 4 подается в топочно-сушильный агрегат 5, откуда промежуточным транспортером 6 поступает в бункер сухой коры 7, из бункера через питатель — в пресс (Б-9230). Готовые брикеты транспортером направляются на склад.

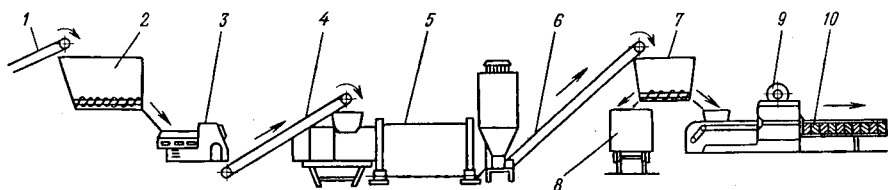


Рис. 3.4. Технологическая схема производства брикетов:  
1,4,6,10 — транспортеры; 2 — бункер с дозатором; 3 — машина «Волгарь-5»;  
5 — топочно-сушильный агрегат; 7 — бункер сухой коры; 8 — приемник топливной коры для топочно-сушильного агрегата; 9 — пресс (Б-9230)

### 3.11. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДРЕВЕСНОЙ ЗЕЛЕНИ

#### 3.11.1. Лечебные препараты [45]

*Хвойно-соляной лечебный экстракт* выпускается в виде брикетов из водного конденсата отгонки хвойно-эфирного масла из древесной зелени. Для получения экстракта конденсат упаривают в выпарном аппарате до пастообразного состояния с добавлением 1% хвойного эфирного масла, затем смешивают с двойным количеством поваренной соли и формируют в брикеты.

Выход упаренного экстракта составляет около 10% веса древесной зелени. Он применяется как лечебное средство в виде соляно-хвойных ванн.

*Натуральный хвойный экстракт* вырабатывается из древесной зелени хвойных и лиственных пород. Его получают путем водной экстракции и частичного отжима древесной зелени на установках непрерывного или периодического действия. Экстракт применяется как лечебное средство при заболевании центральной и периферической нервной системы и ревматических болезнях.

*Хвойные эфирные масла* — слегка желтоватые или бесцветные маслянистые жидкости с характерным запахом. Пихтовое масло применяется в парфюмерии или в качестве сырья для синтеза медицинской камфары.

Из эфирного масла сосны и ели получают тяжелую (ТЭМ) и среднюю (СЭМ) фракцию эфирного масла.

Эфирные масла обладают бактерицидными свойствами, они применяются для изготовления дезодорантов, в пищевой и ликеро-водочной промышленности.

*Хлорофиллин натрия* — красящее вещество растений, по химическому составу представляет сложное магнийорганическое соединение, близкое к красящему веществу гемоглобина крови. Препарат хлорофиллина, выделенный ЛТА имени С. М. Кирова химическим путем из хвойной хлоро-

филло-каротиновой пасты, полученной из сосны и ели, представляет собой водный раствор омыленного хлорофиллина зеленого цвета со слабым запахом и горьким вкусом. С водой смешивается в любых соотношениях. Примерный выход хлорофиллина составляет 40 г на 1 т древесной зелени.

Препарат используют в качестве кроветворного, тонизирующего, заживляющего средства и дезодоранта.

*Паста бальзамическая* получается при выработке хлорофиллина натрия омылением жирных и смоляных кислот 40%-ной водной натриевой щелочью. Содержит 500—1000 мг хлорофиллина, 50—60% смоляных кислот, 30—40% жирных кислот, около 7% неомыляемых веществ.

*Концентрат провитаминный* — неомыляемые вещества хвои, он содержит 20—22% фитола, 0,5—0,6% токоферола, 2—3% стериннов, 0,5—0,6% каротина, применяется как биоактивная добавка в косметические изделия и как витаминная подкормка в животноводстве.

### 3.11.2. Витаминная мука

*Витаминная мука из древесной зелени* наряду с травяной витаминной мукой является ценной витаминной добавкой к комбикормам для животных и птиц и отличается высоким содержанием каротина (провитамина А), микроэлементов и других биологически активных веществ.

Простота технологического процесса и неограниченный сбыт продукции способствовали быстрому развитию производства витаминной муки. Основными заготовителями витаминной муки в настоящее время являются предприятия Гослесхоза СССР, начато ее производство на предприятиях Минлесбумпрома СССР и Минсельхоза СССР. Динамика производства витаминной муки предприятиями Гослесхоза СССР показана в табл. 3.102 [16].

Т а б л и ц а 3.102

Производство витаминной муки

	1966 г.	1968 г.	1970 г.	1973 г.	1975 г.	1980 г.
Гослесхоз СССР	32,3	36,7	41,8	89,1	139,1	169,3
В том числе:						
Минлесхоз РСФСР	12,2	13,1	14,6	27,8	55,7	61,0
Минлесхоз УССР	7,1	10,8	13,5	31,0	46,5	58,0
Минлесхоз БССР	8,9	9,4	10,5	24,8	29,2	42,0
Гослесхоз Казахской ССР	1,9	2,7	3,0	4,4	6,4	7,0
Минлесбумпром СССР	6,0	6,7	7,6	13,1	16,6	17,3

Витаминная мука производится из древесной зелени (листьев, хвои, молодых, недревесневших побегов и отходов эфиромасличного производства) основных хвойных и лиственных деревьев, произрастающих на территории Советского Союза (сосна, кедр, пихта сибирская, береза, осина, ольха серая, ива), и получается путем быстрого (за несколько минут) высушивания измельченной древесной зелени в потоке горячего теплоносителя и последующего ее размола до частиц размером 1,5—2 мм.

Витаминная мука должна соответствовать требованиям ГОСТ 13797—78 «Мука витаминная из древесной зелени».

Главный качественный показатель витаминной муки — содержание каротина. Основное количество каротина содержится в листьях (хвое),



незначительное — в коре молодых побегов, совсем отсутствует каротин в древесине побегов. Поэтому для производства витаминной муки должна употребляться только древесная зелень с диаметром побегов в месте среза до 6 мм.

Свежесть древесной зелени — важный фактор, связанный с невысокой стойкостью каротина и быстрым его разрушением при хранении [15].

Допустимые сроки хранения сырья при производстве витаминной муки приведены в табл. 3.103.

Т а б л и ц а 3.103

**Сроки хранения древесной зелени**

Виды древесной зелени	Сроки хранения при температуре, сутки		
	хвойных пород		лиственных пород
	плюсовой	минусовой	плюсовой
Зелень на ветках, уложенных в кучи	7; 5 *	30; 20 *	3
Зелень, отделенная от веток	3; 2 *	15; 10 *	1
Зелень сосны и пихты, обработанная водяным паром эфиромасличного производства	1	2; 1 *	—

\* Для выработки хвойно-витаминной муки, которой присвоен государственный Знак качества.

В зависимости от качества витаминную муку из древесной зелени хвойных пород подразделяют на муку, которой присвоен государственный Знак качества, высший, первый и второй сорта, муку из лиственных пород — на высший, первый и второй сорта.

Заготовка и транспортировка древесной зелени производятся следующими способами [7]:

отделение древесной зелени при обрубке сучьев на лесосеке или погрузочной площадке и транспортировка к месту переработки;

сбор сучьев на лесосеке или погрузочной площадке, транспортировка к цеху и отделение древесной зелени (табл. 3.104);

заготовка древесной зелени с растущих деревьев и доставка хвойной лапки к цеху;

Т а б л и ц а 3.104

**Характеристика цехов витаминной муки из древесной зелени**

Наименование показателей	Показатели цехов			
	Типа СХБП-0,1	ГСКБ фирмы «Нерис» и ЛатНИИЛХП	Ивано-Франковского ПКТИ	Рижского филиала «Союзгипролесхоз»
Тип цеха	Передвижной	Стационарный	Передвижной	Стационарный
Место расположения	На автоприцепе	В здании	В вагонах у железной дороги	В здании
Тип сушилки	Барабанная СЗПБ-2,0	Барабанная АВМ-0,4	Калориферная	Агрегат АВМ-0,65
Агент сушки (теплоноситель)	Газовоздушная смесь	Газовоздушная смесь	Подогретый воздух	Газовоздушная смесь

Наименование показателей	Показатели цехов			
	Типа СХБП-0,1	ГСКБ фирмы «Нерис» и ЛатНИИЛХП	Ивано-Франковского ПКТИ	Рижского филиала «Союзгипролесхоз»
Техническая производительность: муки, кг/ч	140	1400	100	350
технологической щепы, м <sup>3</sup> /г:				
вариант А	—	—	—	2490
вариант Б	—	—	—	600

Отделение древесной зелени после механической обрезки сучьев на нижнем складе при вывозке деревьев.

Для транспортирования древесной зелени используют обычный автотранспорт повышенной проходимости, автомашину «Зайчик-М» или автомобиль ЗИЛ-131 с приспособлением САС-34А (самопогружающий агрегат для веток).

Проект цеха рижского филиала «Союзгипролесхоз» разработан для цехов в составе леспромхозов, лесхоззагов и лесхозов при объеме заготовки хвойной древесины не менее 50 тыс. м<sup>3</sup> в год.

В зависимости от технологии заготовки и доставки сырья проектом предусматриваются варианты А и Б [16].

Вариант А — вывозка сучьев совместно с зеленью из лесосеки и отделение древесной зелени в цехе.

Вариант Б — поставка в цех древесной зелени.

По варианту А вывозка ветвей к цеху производится автомобилем ЗИЛ-131 с приспособлением САС-34А или самопогружающей машиной «Зайчик-М». По варианту Б древесная зелень от сучьев отделяется на лесосеке или погрузочной площадке отделителем ОЗП-1,0. Древесная зелень отгружается автомашинами «Зайчик-М».

Годовой расход сырья составляет, т:

вариант А (в виде ветвей): ели — 3575, сосны — 4030;

вариант Б (в виде зелени) — 1860.

Годовой расход: электроэнергии — 173,2 тыс. кВт·ч, дизельного топлива — 130 т, бумажных мешков — 43,34 тыс. шт., расход воды — 1,9 м<sup>3</sup>/сут.

В настоящее время разработано оборудование для рециркуляции отработанного теплоносителя к сушилке АВМ-65. Дополнительное оборудование предназначено для снижения расхода топлива, повышения качества витаминной муки и снижения пожарной опасности.

Расход топлива при этом в расчете на единицу абсолютно сухой витаминной муки снижается на 14,8 %, потери каротина — на 8,2 % против 10,32 % без дополнительного оборудования, содержание кислорода — с 19—20 до 15—16 %, что снижает опасность загорания материала.

Для отделения древесной зелени созданы различные конструкции отделителей (табл. 3.105, 3.106), в том числе:

стационарные — ОДЗ-12А; ИПС-1,0; ОДЗ-3,0; ОИЗ-1,0; ОЗУ; передвижные — ОЗП-1,0; ОЗП-44 ВО «Кареллеспром».

Установка ВО «Кареллеспром» состоит из хвоеотделителя, накопителя с отражателем лапки на подающий транспортер, дробилки кормов ДКУ-М с циклоном, тракторного двигателя Д-48Т с коробкой передач, генератора для освещения, съемной крыши, смонтированных на сварной раме одноосного прицепа. Расчетная производительность установки составляет 1000 кг измельченной древесной зелени в смену при работе на лесосеке и обслуживании двумя рабочими.

Ветки или древесная зелень с транспортных средств (обычно с автомобиля) сгружаются на площадку хранения сырья, затем направляются в измельчитель.

В настоящее время широкое применение находит измельчитель-пневмосортировщик ИПС-1,0, предназначенный для переработки сучьев и маломерной древесины диаметром до 5 см. Установка состоит из двух машин — КИК-1,4 и пневмосортировщика.

Измельченная до размеров 10—20 мм по длине масса поступает в сушилки, затем — в мельницу. Готовая мука через дозирующее устройство подается в бумажные мешки, которые зашиваются мешкозашивочной машиной.

Таблица 3.105

**Технические характеристики стационарных отделителей древесной зелени [14]**

Наименование показателей	Показатели для отделителя		
	ОДЗ-12А	ОДЗ-3,0	ОИЗ-1,0
Тип	Однорабанный с механической подачей	Трехрабанный с механической подачей	Двухрабанный с механической подачей
Габаритные размеры, мм:			
длина	1916	3300	3050
ширина	840	1500	4200
высота	1050	2100	4620
Масса, кг	706	1000	1900
Частота вращения барабана, об/мин	550—650	700—1000	800—1200
Установленная мощность, кВт	3,0	7,5	10,7
Производительность, кг/ч	1500 (сырья)	600—900	1000
Число обслуживающих рабочих, чел.	2	2	2

Для производства витаминной муки из древесной зелени в основном применяются агрегаты АВМ-04, АВМ-04А, АВМ-065 (табл. 3.107). Агрегат АВМ-065 является модификацией агрегатов АВМ-04 и АВМ-04А, который в отличие от предыдущих моделей оборудован питателем исходного сырья, более мощной мельницей и дополнительным циклоном для охлаждения муки [16].

**Технические характеристики автомобилей для вывозки веток [16]**

	САС-34А	«Зайчик-М»
Базовый автомобиль	ЗИЛ-131	Зил-157-К, Зил-131
Прицеп	—	Одноосный полуприцеп группы Б, ОДАЗ-885 или прицеп-ропуск 2-Р-8

## САС-34А

## «Зайчик-М»

Погрузочно-разгрузочное устройство	Лебедка однобарабанная с тяговым усилием 25 кН	Гидравлический неполноповоротный погрузчик ПГ-05Д (ПЭ-0,8) с перемонтированной стрелой
Максимальная рейсовая нагрузка, кг	2 700	7 500
Грузоподъемность погрузчика, кг	—	500—800
Вылет стрелы, м		1,2—3,7
Захват		Грейферный поворотный гидравлический
Тросоемкость барабана, м	70	—
Скорость троса при наматывании, м/с	0,30—0,55	
Обслуживающий персонал, чел.	2	1

**Техническая характеристика стационарного измельчителя пневмосортировщика ИПС-1,0**

Производительность по кондиционной древесной зелени в зависимости от породы, кг/ч . . . . .	600—1000
Габаритные размеры, мм:	
длина . . . . .	7 200
ширина . . . . .	3 200
высота . . . . .	7 910
Общая установленная мощность, кВт . . . . .	17,2
Обслуживающий персонал, чел . . . . .	2

## Измельчитель КИК-1,4

Тип . . . . .	Дисковый
Количество ножей на диске, шт.	3
Частота вращения диска, с <sup>-1</sup> . . . . .	13
Установленная мощность, кВт . . . . .	7,5
Длина частиц древесной зелени, мм . . . . .	13—60
Масса, кг . . . . .	800
Максимальный диаметр измельчаемых ветвей, мм . . . . .	50

## Пневмосортировщик

Установленная мощность, кВт . . . . .	9,7
Вентилятор . . . . .	Ц4-70 № 6
Диаметр сортирующей колонны, мм . . . . .	300
Диаметр транспортных трубопроводов, мм . . . . .	280
Оптимальная концентрация аэросмеси, кг/кг . . . . .	0,5—2,0

Т а б л и ц а 3.106

**Технические характеристики передвижных отделителей древесной зелени [14]**

Наименование показателей	Показатели для отделителя	
	ОЗП-1,0	ОЗП-44
Тип	Двухбарабанный	Однобарабанный
Максимальный диаметр среза обрабатываемых веток, мм	80	50
Производительность, кг/с	17 (сырья)	4,5—7,5 (ДЗ)
Габаритные размеры, мм:		
длина	3480	6200

Наименование показателей	Показатели для отделителя	
	ОЗП-1,0	ОЗП-44
ширина	2250	1200
высота	1550	1670
Масса, кг	1320	850
Обслуживающий персонал, чел.	4	2

## Техническая характеристика агрегата:

Привод	Электрический
Привод рабочих органов	Индивидуально-групповой
Производительность, кг/ч, при выработке травяной муки влажностью 10—12% при влажности исходного материала, %	
70	845
75	650
80	480
85	340
Применяемое топливо	Печное бытовое (ТПБ) по ТУ 38.00150—72 или другое жидкое топливо с кинетической вязкостью в пределах 1,8—10 сСт при $T = +20^{\circ}\text{C}$
Испарительная способность, кг воды/ч	1 690
Расход топлива, кг/ч	До 160
Установленная мощность, кВт	101,5
Габаритные размеры, мм:	
длина	20 936
ширина	8 224
высота	8 690
Масса, кг	16 237
Обслуживающий персонал, чел.:	
машинист	1
рабочих	1—2

Т а б л и ц а 3.107

## Зависимость себестоимости и рентабельности цехов витаминной муки от их производительности [16]

Производительность цехов, т/год	Количество цехов, шт.	Себестоимость муки, руб./т	Рентабельность, %
0—100	66	190,3	18,2
101—200	38	172,0	28,2
201—300	17	161,3	34,2
301—600	6	100,0	41,0
Более 600	2	156,0	27,7

Весовой расход древесной зелени зависит в основном от влажности древесной зелени и витаминной муки. В среднем относительная влажность свежезаготовленной древесной зелени колеблется в пределах 40—60%.

Теоретический удельный расход можно определить по формуле [14]

$$q = \frac{100 - W_2}{100 - W_1}, \quad (3.19)$$

где  $W_1$  — относительная влажность сырья, %;

$W_2$  — относительная влажность муки, %.

В производственных условиях из высушенной массы отбирается часть древесины и имеются потери в виде распыла продукции. Поэтому в формулу следует ввести коэффициент, равный 1,02—1,04.

Теоретические значения удельного расхода сырья приведены в табл. 3.108.

Таблица 3.108

Расчетный удельный расход сырья на выработку витаминной муки, кг/кг

Влаж- ность муки, %	Влажность сырья, %								
	30	35	40	45	50	55	60	65	70
8	1,31	1,42	1,53	1,67	1,84	2,05	2,30	2,63	3,07
9	1,30	1,40	1,52	1,66	1,82	2,02	2,27	2,60	3,03
10	1,29	1,38	1,50	1,64	1,80	2,00	2,25	2,57	3,00
11	1,28	1,37	1,48	1,62	1,78	1,98	2,23	2,54	2,97
12	1,26	1,35	1,46	1,60	1,76	1,96	2,20	2,51	2,93
13	1,24	1,34	1,45	1,58	1,74	1,94	2,17	2,49	2,90
14	1,23	1,32	1,43	1,56	1,72	1,91	2,15	2,46	2,87

### 3.11.3. Хвойная хлорофилло-каротиновая паста

*Хвойная хлорофилло-каротиновая паста* представляет собой лечебный препарат, основными активными началами которого являются жирорастворимые витамины и антимикробные вещества хвои.

Способ получения хлорофилло-каротиновой пасты заключается в экстракции смолистых веществ хвои и обработке их водным раствором щелочи. Заготовленную сосновую, еловую древесную зелень или их смесь разминают на вальцах. Размятая масса подается в цех, где загружается в экстрактор. Экстрактор представляет собой цилиндрический аппарат с крышкой, внутренним холодильником и ложным дном, под которое подведены барботер острого пара и змеевик глухого пара. Древесная зелень загружается на ложное дно аппарата. На ее поверхность кладется охлаждающий элемент — внутренний холодильник, представляющий собой полую чечевицу, через которую пропускают холодную воду. Чечевица соединена со штуцерами крышки брезентовыми шлангами, на которых она свободно висит. При экстракции чечевица лежит на поверхности экстрагируемой древесной зелени и опускается вместе с ней при ее усадке.

После загрузки экстрактора в него подается бензин из бензобака при помощи насоса. Бензина заливают столько, чтобы он занимал объем под ложным дном, не соприкасаясь с древесной зеленью. Древесную зелень и бензин вначале подогревают острым паром. Когда бензин закипает (примерно через 5 мин), подачу острого пара в экстрактор прекращают и бензин, находящийся в кипяильнике, греют глухим паром. Растворитель (бензин) во время экстракции кипит, пары его поднимаются сквозь слой древесной зелени, конденсируются при соприкосновении с охлаждающим элементом и верхним слоем обрабатываемого материала.

Стекающая флегма извлекает из древесной зелени растворимые вещества. Процесс экстракции длится 3,5 ч, после чего прекращают нагрев

аппарата и подачу воды в охлаждающий элемент. Через отвод в нижнем днище экстракт смолистых веществ стекает в бак-фильтр. После этого экстракт перекачивают в отстойник. Через 45 мин вновь откачивают экстракт, скопившийся в нижней части экстрактора.

Для осаждения механических примесей, хвойного воска и воды хвойно-бензиновый экстракт отстаивается 24 ч в отстойнике. После осаждения экстракт перекачивают в перегонный куб (300—350 л), где отделяются бензин и эфирные масла. Сначала кипячение экстракта до температуры 110°C производят при помощи глухого пара, а когда бензин испарится и начнут испаряться эфирные масла, экстракт кипятят острым паром при температуре до 120°C.

Кипячение острым паром продолжают до тех пор, пока все эфирные масла не испарятся. В результате дистилляции получается конденсат смолистых веществ (паста-сырец). В экстрактор после спуска экстракта подают острый пар для отдувки растворителя от проэкстрагированной зеленой массы. Пары бензина вместе с парами воды проходят через холодильник, конденсат стекает во флорентину, откуда бензин направляется в бензобак.

Ответственными операциями являются обработка смолистых веществ, определение их влажности, количества потребной воды и щелочи. Щелочь добавляется сразу в виде крепкого, 20—40 %-ного раствора. После тщательного размешивания пасты в течение 10—15 мин при температуре 60—80°C проверяют ее консистенцию и щелочность. Консистенцию определяют каплями пасты на стеклянной пластинке. Капли пасты должны быть в горячем состоянии прозрачными и не растекаться при застывании. При размазывании по стеклу паста должна приставать к нему, имея плотность вазелина.

Доводка щелочности контролируется пробами на полосках фильтровальной бумаги, смоченной спиртовым раствором фенолфталеина и водой. Постепенным добавлением в пасту щелочи при размешивании и постоянных пробах доводят реакцию пасты до слегка щелочной устойчивости (розовая окраска при нескольких повторных пробах), а затем прибавлением небольшого количества смолистых веществ (0,1—0,2 % загрузки) нейтрализуют свободную щелочь.

После этого добавлением расчетного количества воды доводят влажность пасты до 50 %, окончательно проверяют на щелочность и консистенцию, отбирают контрольные пробы и в горячем состоянии направляют на расфасовку.

Выход пасты из сосновой древесной зелени составляет 3,6 %, из еловой — 2,5 %. На производство 1 т готовой пасты расходуется 25—30 т хвойной древесной зелени, 1,6 т бензина, 32 кг щелочи (натриевой).

При производстве пасты получают побочные продукты: *хвойный воск* и эфирные масла. Воск осаждается на стенках отстойника для отделения бензина и воды. Собранный воск кипятят при температуре 70—80°C, а затем сливают в формы и охлаждают; воск используется в косметике и литейном производстве для добавки к формовочной земле при отливке деталей.

Собранное эфирное масло используется в парфюмерии. Тяжелые фракции масла могут быть использованы для приготовления лечебного препарата «Pinabin».

Рижским филиалом «Союзгипролесхоз» разработан типовой проект лесобиохимического цеха для выработки хлорофилло-каротиновой пасты, хлорофиллина натрия, эфирных масел, провитаминового концентрата и хвойного воска со следующими технико-экономическими показателями [7]

Масса перерабатываемой древесной зелени, т/год . . . . .	900
количество обслуживающего персонала, чел. . . . .	24
В том числе рабочих . . . . .	19
Капитальные вложения, тыс. руб. . . . .	247,2
Стоимость товарной продукции, тыс. руб./г . . . . .	336,5
Прибыль, тыс. руб./г . . . . .	181,0

### 3.11.4. Хвойные эфирные масла

*Эфирные масла* представляют собой сложные смеси душистых веществ и являются продуктами жизнедеятельности различных органов растений. Наибольшее значение имеют хвойные эфирные масла, так как хвойные деревья содержат масел во много раз больше, чем лиственные.

Эфирные масла — прозрачные жидкости светло-желтого цвета, иногда бесцветные, с приятным специфическим запахом и острожгучим вкусом. С водой не смешиваются, растворяются в спирте, эфире и т. д. Их плотность меньше единицы и для различных древесных пород колеблется от 0,86 до 0,92 г/см<sup>3</sup>.

Эфирные масла получают из древесной зелени хвойных пород (пихты, сосны, ели) в основном путем перегонки с водяным паром, а также путем экстракции. Масла, получаемые первым способом, не обладают высокими ароматическими качествами и используются в мыловарении, медицине и санитарии. Масла, получаемые вторым способом, находят широкое применение в парфюмерии и косметике.

Химический состав хвойных эфирных масел на протяжении года меняется мало. При соблюдении правил хранения древесной зелени масло в хвое сохраняется полностью и качество его почти не меняется.

*Пихтовое эфирное масло* из древесной зелени пихты является ценным сырьем для производства искусственной медицинской камфоры, а также отдушек в мыловарении и парфюмерии. Производится из нескольких видов пихты, произрастающих в СССР (в первую очередь, пихты сибирской, сахалинской, белокорой и др.). Ценится содержанием борнилацетата, камфена, борнеола.

В соответствии с требованиями ГОСТ 11699—66 пихтовое масло должно соответствовать следующим требованиям и нормам:

Внешний вид . . . . .	Прозрачная жидкость без примеси воды и осадка, от бесцветного до светло-желтого цвета, обладающая характерным запахом
Плотность при 20°С, г/см <sup>3</sup> . . . . .	0,895—0,915
Показатели преломления при 20°С . . . . .	1,469—1,427
Кислотное число эдкого кали на 1 г пихтового масла, мг . . . . .	Не более 1
Угол вращения плоскости поляризации, град. . . . .	37—46
Содержание борнилацетата, % . . . . .	Не менее 32
Сумма содержания борнилацетата и борнеола в пересчете на борнилацетат, % . . . . .	Не менее 35

Наиболее ценная часть пихтового масла — *борнилацетат* (укусно-кислый эфир борнеола). Из всех составных частей эфирного масла борнилацетат имеет наибольшую плотность и от его количества в основном зависит плотность масла. Более постоянная зависимость существует между плотностью масла и суммарным содержанием в нем борнилацетата и борнеола в пересчете на борнилацетат. Эта зависимость, составлен-



ная Новосибирской областной химической лабораторией, показана в табл. 3.109.

Таблица 3.109

**Характеристика пихтового масла [15]**

Плотность пихтового масла при 20 °С, г/см <sup>3</sup>	Содержание в масле борнилацетата и борнеола, %	Плотность пихтового масла при 20 °С, г/см <sup>3</sup>	Содержание в масле борнилацетата и борнеола, %
0,8900	25,0—26,4	0,9050	38,0—40,2
0,8925	27,0—28,8	0,9075	40,2—42,4
0,8950	29,2—31,0	0,9100	42,4—44,8
0,8975	31,4—33,3	0,9125	44,8—47,0
0,9000	33,6—35,6	0,9150	47,0—49,2
0,9025	35,8—38,0		

Сырье для производства пихтового масла заготавливается путем сбора лесосечных остатков при разработке насаждений с преобладанием пихты или путем срезания веток с нижней части крон растущих деревьев пихты.

Пихтовое масло содержится только в хвое (2—2,5 % веса свежей хвои) и в коре (1,3 % веса свежей коры побегов). В древесине побегов масла нет, поэтому для производства пихтового масла, как и витаминной муки, должна употребляться кондиционная древесная зелень, или лапка, к которой ГОСТ относит молодые побеги с диаметром среза до 8 мм.

Зависимость содержания пихтового масла в древесной зелени от возраста насаждений следующая:

Возраст насаждения, лет	20—30	30—50	50—100
Содержание масла от веса свежей древесной зелени, %	3,5	2,0	1,7—1,8

Наилучшим сырьем для производства пихтового масла является древесная зелень спелых пихтовых насаждений с небольшой полнотой, произрастающих на богатых почвах, на южных склонах холмов, хорошо освещаемых солнцем, с развитой кроной и мягкой сочной хвоей. Древесная зелень, пораженная вредителями (хвоинки имеют на нижней стороне желтые точки), а также короткая и жесткая хвоя содержит масла меньше 1 %.

Пихтовая лапка стандартных размеров (длиной 26—30 см) содержит 70 % хвои, 18 % коры и 12 % древесины по весу. Такая лапка дает наибольший выход пихтового масла. Средний выход пихтовой лапки из 1 м<sup>3</sup> стволовой древесины пихты сибирской приведен в табл. 3.110 [7].

Таблица 3.110

**Выход пихтовой лапки в зависимости от диаметра ствола и бонитета насаждений**

Диаметр ствола, см	Выход лапки по бонитетам, кг			Диаметр ствола, см	Выход лапки по бонитетам, кг		
	II	III	IV		II	III	IV
16	187	219	244	36	80	75	73
20	154	164	166	40	71	66	59
24	129	126	126	44	66	58	51
28	107	103	98	48	61	51	46
32	92	87	81				

Хранить отделенную от веток пихтовую древесную зелень лучше всего в валах шириной и высотой 1—1,2 м и длиной 2—3 м. Древесную зелень укладывают в валы без уплотнения, через каждый метр по длине делают каналы для проветривания. Валы располагают в тени и прикрывают ветками деревьев или кустарника лиственных пород. Если вал нагревается, его нужно немедленно разворошить.

При соблюдении всех этих условий древесная зелень даже при плюсовых температурах может храниться без потерь масла более недели. Древесную зелень, заготовленную при минусовых температурах, можно хранить в валах произвольной формы, следя за тем, чтобы они не были покрыты толстым слоем снега.

Способ производства пихтового масла заключается в пропуске через древесную зелень (преимущественно измельченную) водяного пара, который увлекает с собой выделяющееся эфирное масло. Пары масла и воды направляются в холодильный и, сконденсировавшись, поступают во флорентину, где образуют два слоя жидкости. Масло, имеющее удельный вес меньше единицы, всплывает наверх, а вода остается в нижнем слое. Из флорентины масло поступает в приемник. Обычно выход пихтового масла составляет 1,5—2 % веса свежей древесной зелени.

Все существующие типы установок периодического действия по выработке пихтового масла («пихтоварки») принципиального различия в технологии и конструкции не имеют. Различаются они лишь расположением котла и перегонного чана. Наиболее распространены установки сибирского типа, вятского типа (стационарные) и ППУ-1 (передвижные). По выходу и качеству получаемого масла установки сибирского и вятского типа равноценны. Установка сибирского типа позволяет монтировать в помещении два перегонных чана, она более производительна. Установка вятского типа более компактна, проста по конструкции. Передвижная установка ППУ-1 монтируется на тракторных санях и может перевозиться по лесовозным дорогам круглогодочного действия; используется она только в местах, имеющих естественный водоем или проточную воду.

Отгонка масла производится при равномерной и интенсивной подаче пара в среднем 60 кг/ч. За последнее время все больше применяется ускоренная гонка масла, при которой подача пара увеличивается на 25 %, а выход масла возрастает на 3,7 %.

В табл. 3.111 приведены данные о выходе пихтового масла в зависимости от интенсивности подачи пара.

Таблица 3.111

Влияние скорости подачи пара на выход пихтового масла [7]

Показатели	Скорость подачи пара		
	средняя	интенсивная	слабая
Загрузка лапки, т	2,43	2,45	2,46
Продолжительность отгонки, ч	22,25	17,25	32,17
Расход дров, м <sup>3</sup>	2,0	2,3	3,1
Получено масла, кг	33,0	34,5	32,1
Выход масла из 1 т лапки, %	1,35	1,40	1,30
Содержание борнилацетата, %	33,1	33,4	32,3

Выход масла также повышается при загрузке в чан более измельченной древесной зелени. При переработке древесной зелени, измельченной на молотковой дробилке ДКУ-М, выход масла возрастает на 8,3 %. Прогрев древесной зелени в чане продолжается 20—30 мин, после чего

начинается интенсивное выделение масла. В первые 3—4 ч отгоняется до 60% всего масла. Во избежание потерь масла во время его отгонки необходимо следить, чтобы вода в холодильнике не перегревалась; температура вытекающего конденсата не должна превышать 35°C. Подогретая вода из холодильника используется для заправки парового котла. Сравнительные данные о работе установок западно-сибирского типа и ППУ-1 приведены в табл. 3:112.

Таблица 3.112

Показатели технологического процесса получения пихтового масла [7]

Технологические показатели	Тип установки	
	западно-сибирский	ППУ-1
Емкость чана, м <sup>3</sup>	7,5	7,5
Продолжительность загрузки чана, ч	3—4	7—8
Продолжительность процесса отгонки масла, ч:		
в летнее время	14—15	14—16
в зимнее время	16—17	18—20
Выход пихтового масла из 1 т переработанной лапки, кг:		
в летнее время	17	17—19
в зимнее время	15	15—16
Общая продолжительность операции, ч	19—22	24—27
Расход дров на 1 т переработанной лапки, м <sup>3</sup> :		
в летнее время	0,80	0,85
в зимнее время	1,30	1,25

Полноту отгонки масла проверяют путем отбора пробы в стеклянный цилиндр или бутылку. Если слой масла на поверхности воды будет не более 1 мм, отгонку можно считать законченной. Масло из холодильника собирается в отстойник и в теплом помещении отстаивается в течение 3—4 дней. ГОСТ 13797—68 предусматривает переработку отработанной зелени на витаминную муку. Готовое пихтовое масло упаковывают в осиновые бочки, покрытые с внутренней стороны клеем, или оцинкованные бочки вместимостью до 200 л. Отпускная цена 1 т пихтового масла 5100 руб.

Установка непрерывного действия является совершенно иным типом установки для получения пихтового масла [7].

Технология получения пихтового масла на такой установке заключается в следующем.

Пихтовая лапка с площадки хранения вручную подается в шнековый измельчитель ШИЗ-2, где измельчается до размеров по длине 5—7 мм, и через загрузочный бункер со шнеком поступает в нижнюю часть вертикальной колонны. Перфорированными витками вертикального шнека масса поднимается вверх к перевальной секции, откуда сбрасывается лопатой во вторую выгрузную колонку. Из этой колонки обработанное сырье выгружается шнеком.

Во время нахождения в аппарате сырье интенсивно обрабатывается острым паром, вводимым через кольцевой барботер вертикальной колонны, осевой и кольцевой барботеры выгрузной колонны.

В нижней части колонны предусмотрен также барботер для обработки конденсата, образующегося при работе в холодное время года и переработке сырья с большой начальной влажностью.

В первой колонне обработка сырья паром осуществляется прямотоком, во второй — противотоком. Насыщенный эфирным маслом пар через ловушку поступает в холодильник.

Анализ работы установок показывает, что основное количество масла не отвечает техническим требованиям ввиду малого содержания борнилацетата, составляющего меньше 32 %. Происходит это за счет сокращенного времени обработки сырья в установках.

Производство *соснового* и *елового масел* из-за незначительных выходов развито меньше, чем пихтового. Масла эти получают из древесной зелени сосны обыкновенной и ели европейской отгонкой с водяным паром, а также могут быть получены как побочный продукт при производстве хлорофилло-каротиновой пасты.

Содержание и характеристика соснового и елового эфирных масел показаны в табл. 3.113.

Т а б л и ц а 3.113

Характеристика эфирных масел

Наименование показателей	Характеристика и нормы	
	сосновое масло	еловое масло
Внешний вид	Жидкость легкоподвижная, прозрачная, бесцветная или слабо-желтая, с приятным резким запахом	
Содержание масла, % массы свежей древесной зелени	0,2—0,5	0,15—0,25
Плотность при 20 °С, г/см <sup>3</sup>	0,881—0,916	0,888—0,902
Кислотное число в мг едкого кали на 1 г пихтового масла	От 0,1 до 2,8	От 0 до 2,8
Угол вращения плоскости поляризации в пределах, град.	— 4,2—8,2	— 16,2—31,0
Содержание борнилацетата в % от веса масла	2,3—10,7	17,4
Области использования	Медицина, санитария, парфюмерия	Косметика, мыловарение, санитария

### 3.11.5. **Натуральный клеточный сок [45]**

Клеточный сок получают путем прессования листовенной зелени на прессе под давлением от 8 до 150 г/см<sup>2</sup>. Выход сока в среднем в зависимости от обработки сырья составляет 10—30 %. Для увеличения выхода сока древесную зелень сначала подвергают ферментации или мгновенной пропарке. При этом хвоя освобождается от воска и размягчается. Полученный таким образом сок содержит белковые, пектиновые, дубильные, красящие и другие вещества, поэтому свежееотжатый сок получается мутным. Перед консервированием сок несколько осветляют применением бентонина (природный сорбент, состоящий из окиси алюминия, магния, кальция, кремния и др.), желатина или полиакриламида.

Натуральные клеточные соки как хвойных, так и листовенных пород ценны содержанием в своем составе большого количества витаминов и микроэлементов. Они применяются в сельском хозяйстве, медицине, пищевой промышленности, для скормливания животным, изготовления витаминных препаратов, добавления в безалкогольные напитки, мармелад и вина.

### 3.11.6. Веточный корм

Веточный корм в зависимости от сезона заготовки и породы деревьев может применяться в животноводстве для возмещения недостатка грубых кормов (сена, соломы), а также для употребления в качестве более питательного сочного корма или витаминных добавок. Из 1 м<sup>3</sup> листовенных пород при сплошной рубке можно получить 13—38 кг веточного корма.

*Веники* — древесная зелень листовенных пород (главным образом, березы) летней заготовки, увязанная в небольшие пучки и высушенная естественным способом на солнце в течение 8—10 дней. По питательности приближается к лесному селу: сушеные ветки березы с листьями имеют 22 кормовые единицы, а лесное сено — 46 кормовых единиц.

*Силос* — древесная зелень листовенных пород летней заготовки, измельченная на силосорезке и засилосованная.

*Веточные хлопья* — древесные веточки листовенных пород зимней заготовки диаметром до 6 мм, измельченные на молотковой дробилке, применяются для непосредственного скармливания скоту в качестве заменителя части грубого корма.

*Древесная зелень хвойных пород круглогодичной заготовки*, измельченная на молотковой дробилке, применяется в животноводстве и птицеводстве для непосредственного введения в рационы животных и птиц на фермах совхозов и колхозов, расположенных в лесных районах.

Добавка измельченной хвойной древесной зелени к рационам молодняка крупного рогатого скота и свиней способствует повышению их привеса на 8—20 %. Применение этого продукта в рационах кур оказывает положительное влияние на их яйценоскость.

### 3.11.7. Грубые корма из древесины [16]

В литературе имеются сведения об использовании в качестве грубого корма в рационах мясного скота до 25 % необработанных опилок древесины хвойных и листовенных пород. Приводятся следующие данные в процентах по перевариваемости древесины разных пород (определено по потере веса образца после инкубации в рубцовой жидкости): древесина хвойных пород — 0—5, дуба — 3—4, липы — 5, березы — 6—9, ильма — 8, черного ясеня — 17, тополя (разных видов) — 4—25; осины — до 37.

Целлюлоза может перевариваться жвачными животными почти полностью, но практически не применяется ввиду дороговизны и экономической неэффективности.

Более распространенным методом улучшения перевариваемости древесины является ее обработка растворами гидроокиси натрия. В зависимости от метода переработки перевариваемость осиновых опилок повышается до 45—56 %, клена — до 41, березы — до 38—40, ясеня — до 36, дуба — до 20 %, древесины хвойных пород — только до нескольких процентов.

Обработку опилок раствором гидроокиси натрия можно проводить двумя способами: 1) залить опилки большим количеством раствора и после выдержки отмыть их от излишней щелочи; 2) обработать опилки небольшим, строго определенным количеством раствора щелочи, полностью нейтрализующимся древесиной, после выдержки влажные опилки без предварительной промывки скармливают животным.

Менее распространенным методом повышения перевариваемости древесины является обработка аммиаком, хотя обработка соломы аммиачным раствором широко известна. При обработке раствором аммиака при обычной температуре древесина также претерпевает изменения, но гораздо слабее и с меньшей скоростью, чем при обработке раствором гидроксида натрия.

Разработан метод щелочной обработки опилок древесины хвойных пород, отличный от метода обработки опилок лиственных пород. Технологический процесс обработки опилок осуществляется в котле Лаабса при температуре 135°C. При такой обработке достигается глубокая деструкция древесины. Питательность 1 т обработанных опилок составляет 600 кормовых единиц.

Грубый корм можно получить не только из опилок, но также из мелких сучьев и побегов, остающихся на местах лесоразработок и после расчистки лугов и пастбищ от кустарников. После измельчения такого сырья в молотковой мельнице или на дробилке получают так называемые древесные хлопья, которые далее могут быть подвергнуты химической переработке.

Имеются предварительные технико-экономические оценки производства грубого корма из древесины. Так, в 1969 г. в США 1 т грубого корма стоила 20—40 долларов, в то время как 1 т грубого корма из древесины стоила бы 15—20 долларов.

Если сырье не требует измельчения и высушивания, себестоимость кормовой единицы химически обработанных кормов (соломы и опилок) не будет превышать 1,5—2 коп. Измельчение и высушивание обойдется в 1,5—2 коп. дополнительно. Если 1 т обработанных древесных хлопьев соответствует 440, а необработанных 126 кормовым единицам, то себестоимость 1 кормовой единицы необработанных хлопьев при ручной заготовке веток равна 7,6 коп., а хлопьев, обработанных раствором щелочей,— 3,7 коп.

В табл. 3.114 приведены данные о питательной ценности древесного корма.

Таблица 3.114

Питательная ценность древесного корма

Вид корма	Питательность 1 кг, кормовые единицы	Содержание в 1 кг	
		перевариваемого протеина, г	каротина, мг
Свежие ветви березы	0,13	19	—
Свежие ветви ивы	0,12	25	44—130
Свежие ветви тополя, липы	0,13	—	44—130
Свежие ветви осины	0,11	—	44—130
Сухие ветви березы	0,21	34	—
Сухие ветви липы	0,19	19	—
Сухие ветви ольхи	0,24	35	—
Свежие листья березы	0,25—0,40	24—38	51—105
Свежие листья клена	0,31	30	—
Свежие листья ясеня	0,23—0,24	28—49	—
Высушенные листья березы	0,49	32	133—220
Высушенные листья ивы	0,68	34	—

Вид корма	Питательность 1 кг, кормовые единицы	Содержание в 1 кг	
		перевариваемого протеина, г	каротина, мг
Высушенные листья клена	0,61	24	120—170
Гранулы из опавших листьев липы и кле- на	0,25—0,30	30	19
Гранулы из парковых насаждений	0,12—0,14	5—10	26
Хвоя свежая	0,15	19	40—50
Хвоя пропаренная	0,15—0,25	13—20	10—25
Хвойная мука	0,3—0,6	50	80—100
Желуди свежие	0,24	22	—
Желуди высушенные	0,41	38	—

Питательность 100 кг сухих осиновых хлопьев, обработанных щелочью, составляет 73,5—81 кормовую единицу, березовых — 112 кормовых единиц. Перевариваемость древесины, обработанной щелочью из расчета 10 кг на 100 кг сухого вещества, весьма высока и составляет, %: сухого вещества — 71,8, протеина — 67,7, клетчатки — 71.

## РАЗДЕЛ 4

### НЕКОТОРЫЕ СВЕДЕНИЯ О ПОТРЕБЛЕНИИ ДРЕВЕСИНЫ И ИСПОЛЬЗОВАНИИ ОТХОДОВ ЗА РУБЕЖОМ

#### 4.1. ПРОИЗВОДСТВО ОСНОВНЫХ ВИДОВ ЛЕСОПРОДУКЦИИ

Динамика объемов лесозаготовок и производства лесоматериалов по странам мира приведена в табл. 4.1—4.6, данные об отходах — 4.7—4.11.

Потребителем значительного количества древесных отходов является производство плит.

Около 55 % древесного сырья для плит составляют отходы, 45 % — преимущественно маломерные и колотые балансы. Наиболее высока доля использования отходов в США и Японии.

В настоящее время наблюдается сокращение доли круглых и колотых балансов в производстве плит за счет увеличения потребления древесных отходов.

Древесные отходы, щепы и лиственная древесина активно внедряются и в производство древесноволокнистых плит. В некоторых странах доля лиственных балансов в общем объеме древесного сырья составляет 70 %.

Таблица 4.1

Вывозка древесины по континентам и некоторым странам, тыс. м<sup>3</sup>

	1965 г.	1970 г.	1975 г.	1979 г.
Мир, всего	2 121 119	2 613 496	2 751 393	3 020 556
В том числе:				
хвойных	958 753	1 092 737	1 096 201	1 193 733
лиственных	1 162 336	1 446 989	1 570 670	1 732 329
баланси и отходы	221 490	314 006	322 635	346 117
дрова топливные и для углежжения	1 051 750	1 338 892	1 469 871	1 599 665
Африка, всего	246 779	329 308	374 562	416 283
В том числе:				
хвойных	6 767	9 962	12 274	12 240
лиственных	240 022	288 770	326 922	364 030
баланси и отходы	2 037	4 183	5 909	6 013
дрова топливные и для углежжения	218 795	289 697	331 796	370 391



	1965 г.	1970 г.	1975 г.	1979 г.
Северная и Центральная Америка, всего	438 107	488 304	460 551	552 552
В том числе:				
хвойных	316 175	372 332	350 583	424 643
лиственных	121 932	115 108	108 972	126 781
балансы и отходы	113 274	151 585	134 926	149 563
дрова топливные и для углежжения	69 178	49 029	49 022	53 892
Канада, всего	99 384	121 427	115 331	160 348
В том числе:				
хвойных	89 875	110 694	104 716	146 841
лиственных	9 509	10 743	11 615	13 507
балансы и отходы	34 459	40 407	38 067	41 796
дрова топливные и для углежжения	6 045	4 138	3 765	3 682
США, всего	302 254	327 945	302 033	345 314
В том числе:				
хвойных	213 697	245 959	229 958	260 761
лиственных	88 557	81 986	72 075	84 553
балансы и отходы	77 733	109 598	95 864	105 149
дрова топливные и для углежжения	33 678	15 292	13 452	14 150
Южная Америка, всего	197 208	234 267	266 808	307 729
В том числе:				
хвойных	19 565	25 122	29 477	40 336
лиственных	177 643	177 243	204 385	230 781
балансы и отходы	3 085	6 932	9 561	14 188
дрова топливные и для углежжения	168 905	192 082	218 369	243 412
Аргентина, всего	10 640	8 915	9 874	10 224
В том числе:				
хвойных	245	585	665	641
лиственных	10 394	5 636	6 329	6 547
балансы и отходы	486	1 542	2 051	1 967
дрова топливные и для углежжения	8 492	5 843	6 246	6 580
Бразилия, всего	133 648	155 073	181 875	212 727
В том числе:				
хвойных	16 862	20 621	24 041	31 806
лиственных	117 786	112 462	132 490	152 535
балансы и отходы	1 654	3 510	5 354	8 580
дрова топливные и для углежжения	117 000	131 250	151 278	169 937
Колумбия, всего	24 919	34 295	38 261	42 022
В том числе:				
хвойных	20	20	60	60
лиственных	24 899	32 284	35 969	39 508
балансы и отходы	61	185	270	374
дрова топливные и для углежжения	22 040	31 444	35 259	38 813
Азия, всего	540 766	828 474	923 403	102 601

	1965 г.	1970 г.	1975 г.	1979 г.
В том числе:				
хвойных	122 091	149 751	165 672	179 106
лиственных	418 675	665 295	742 545	825 755
балансы и отходы	11 931	19 656	19 032	19 247
дрова топливные и для	404 909	658 980	740 805	808 378
углежжения				
Китай, всего	146 599	171 234	195 908	212 511
В том числе:				
хвойных	65 167	77 137	90 729	99 262
лиственных	81 432	94 097	105 517	113 249
балансы и отходы	1 492	2 550	4 291	4 876
дрова топливные и для	112 294	129 080	142 000	150 568
углежжения				
Индия, всего	94 726	770 331	194 711	215 952
В том числе:				
хвойных	3 529	3 554	6 341	8 686
лиственных	91 197	159 495	179 976	198 062
балансы и отходы	103	370	1 220	1 208
дрова топливные и для	87 306	160 739	182 400	201 416
углежжения				
Индонезия, всего	86 115	116 766	136 676	159 247
В том числе:				
хвойных	77	102	424	625
лиственных	86 038	116 172	135 694	158 010
балансы и отходы	—	20	20	20
дрова топливные и для	80 465	104 452	117 895	129 438
углежжения				
Япония, всего	60 712	47 072	35 953	34 012
В том числе:				
хвойных	34 736	26 835	20 864	20 232
лиственных	25 986	19 967	14 801	13 480
балансы и отходы	10 011	14 846	11 021	9 631
дрова топливные и для	12 534	1 721	1 799	1 867
углежжения				
Филиппины, всего	24 938	31 151	32 784	34 614
В том числе:				
хвойных	6	57	—	—
лиственных	24 932	31 094	32 784	34 614
балансы и отходы	87	145	413	780
дрова топливные и для	15 144	18 802	22 219	25 289
углежжения				
Европа, всего	307 060	325 043	301 705	329 929
В том числе:				
хвойных	186 331	203 974	196 704	223 362
лиственных	121 729	121 069	105 001	106 567
балансы и отходы	70 079	95 293	102 727	109 958
дрова топливные и для	80 378	56 785	41 494	39 022
углежжения				
Финляндия, всего	46 146	45 130	31 690	43 885
В том числе:				
хвойных	34 057	32 600	24 150	35 395
лиственных	12 089	12 530	7 540	8 490
балансы и отходы	18 121	19 840	14 220	19 670
дрова топливные и для	11 683	7 680	6 180	3 780

	1965 г.	1970 г.	1975 г.	1979 г.
углежжения				
ФРГ, всего	26 149	28 196	27 218	28 861
В том числе:				
хвойных	17 360	19 007	18 148	20 071
лиственных	8 789	9 189	9 070	8 790
балансы и отходы	4 234	6 746	9 498	8 832
дрова топливные и для углежжения	2 927	1 696	1 800	1 800
Швеция, всего	46 538	59 967	57 810	60 986
В том числе:				
хвойных	40 540	53 270	50 260	52 868
лиственных	5 998	6 697	7 550	8 048
балансы и отходы	23 866	32 984	32 800	34 712
дрова топливные и для углежжения	4 260	3 300	3 000	3 000
Океания, всего	23 853	26 100	29 964	31 061
В том числе:				
хвойных	7 392	10 996	10 459	11 747
лиственных	16 461	15 104	18 805	19 315
балансы и отходы	2 260	3 557	7 780	8 448
дрова топливные и для углежжения	7 484	5 822	6 185	6 770
Австралия, всего	13 943	12 029	14 096	14 594
В том числе:				
хвойных	1 804	2 478	2 850	3 378
лиственных	12 139	9 551	11 246	11 216
балансы и отходы	1 268	1 977	4 979	5 262
дрова топливные и для углежжения	3 155	833	904	950
Новая Зеландия, всего	5 775	8 706	8 567	9 003
В том числе:				
хвойных	5 535	8 414	7 480	8 243
лиственных	240	292	1 087	760
балансы и отходы	992	1 580	2 637	3 016
дрова топливные и для углежжения	510	510	250	250
СССР, всего	367 348	385 000	395 100	361 400
В том числе:				
хвойных	301 444	320 600	331 060	302 300
лиственных	65 904	64 400	64 040	59 100
балансы и отходы	18 825	33 000	42 700	38 700
дрова топливные и для углежжения	102 100	86 500	82 200	77 800

Объем производства пиломатериалов, тыс. м<sup>3</sup>

Страна	Пиломатериалы хвойных пород					Пиломатериалы лиственных пород						
	1965 г.	1970 г.	1975 г.	1979 г.	1965 г.	1970 г.	1975 г.	1979 г.	1965 г.	1970 г.	1975 г.	1979 г.
Весь мир	276 700	312 174	321 420	341 004	77 679	92 631	93 501	102 797				
Африка	1 268	1 518	2 017	1 822	1 853	2 808	3 738	3 996				
Северная и Центральная Америка, всего	88 550	92 491	90 656	115 558	17 674	18 918	16 065	18 879				
В том числе:												
Канада	21 349	25 408	26 314	43 651	1 111	1 326	973	1 064				
США	65 450	64 971	61 867	70 031	15 911	16 846	13 858	17 207				
Южная Америка, всего	3 531	5 308	6 576	9 299	5 876	7 321	8 513	10 967				
В том числе:												
Бразилия	2 957	4 535	5 469	7 334	2 834	3 500	4 659	6 736				
Колумбия	10	10	50	30	932	1 089	900	947				
Азия, всего	33 358	46 043	42 079	49 596	20 056	28 562	31 447	35 128				
В том числе:												
КНР	7 013	8 990	10 442	12 090	4 207	5 565	6 150	7 096				
Индия	467	650	850	1 050	1 403	1 950	2 400	3 500				
Индонезия	16	20	5	—	1 749	1 662	2 400	3 975				
Япония	23 838	32 750	27 365	30 795	6 108	9 827	9 397	8 162				
Филиппины	—	—	—	—	1 114	1 341	1 470	1 445				
Вьетнам	37	69	69	69	438	451	451	451				
Европа, всего	55 602	62 384	59 056	69 074	14 660	17 794	16 513	18 412				
В том числе:												
Финляндия	6 984	7 135	4 950	8 950	111	175	70	85				
Франция	5 080	5 708	4 926	5 510	2 841	3 555	3 345	3 700				
ФРГ	6 868	7 458	7 213	8 209	1 686	1 925	1 815	2 044				
Норвегия	1 605	1 934	2 068	2 350	17	35	15	5				
ПНР	5 864	5 885	6 785	6 129	853	933	1 228	1 113				
Швеция	8 710	12 006	10 604	10 987	180	240	286	210				
Океания	2 293	2 580	2 861	2 855	2 561	2 679	2 725	2 211				

Таблица 4.3

Объем производства фанеры, тыс. м<sup>3</sup>

Страна	1965 г.	1970 г.	1975 г.	1979 г.
Весь мир	20 312	33 174	34 264	43 214
Африка, всего	182	306	386	396
В том числе:				
Эфиопия	1	3	3	3
Гана	15	33	40	40
Кения	—	2	11	20
Танзания	2	4	3	4
Заир	25	20	9	9
Северная и Центральная Америка, всего	12 067	16 076	16 813	20 984
В том числе:				
Канада	1 384	1 851	2 051	2 511
Мексика	53	86	110	206
США	10 606	14 078	14 579	18 200
Южная Америка, всего	331	579	939	1 058
В том числе:				
Бразилия	200	342	660	762
Колумбия	39	52	50	52
Азия, всего	2 912	10 063	10 301	14 861
В том числе:				
КНР	238	794	1 023	15 227
Индия	89	128	127	180
Индонезия	3	7	104	525
Япония	2 097	6 922	6 168	8 400
Филлипины	176	653	423	503
Европа, всего	3 106	3 929	3 489	3 646
В том числе:				
Финляндия	471	706	415	639
Франция	439	643	551	558
ФРГ	656	569	400	448
Норвегия	17	24	9	8
ПНР	165	205	258	225
Швеция	65	75	118	92
Океания	138	176	141	147

Таблица 4.4

Объем производства древесноволокнистых плит, тыс. м<sup>3</sup>

Страна	1965 г.	1970 г.	1975 г.	1979 г.
Весь мир	11 422	14 207	15 880	17 993
Африка	113	134	167	81
Северная и Центральная Америка	5 932	6 842	7 080	8 141
В том числе:				
Канада	782	934	764	861
США	5 092	5 821	6 236	7 188
Южная Америка, всего	147	331	586	895
В том числе Бразилия	117	269	504	760
Азия, всего	611	1 076	995	1 150

Страна	1965 г	1970 г.	1975 г	1979 г
В том числе:				
КНР	120	188	261	301
Индия	18	30	25	32
Япония	390	707	497	570
Филлиппины	20	53	62	73
Европа, всего	3 554	4 198	4 194	4 515
В том числе:				
Финляндия	442	379	235	272
Франция	275	364	241	282
ФРГ	398	374	320	310
Норвегия	260	281	275	215
ПНР	269	476	699	684
Швеция	945	991	755	691
Океания	212	268	241	253

Таблица 4.5

Объем производства древесностружечных плит, тыс. м<sup>3</sup>

Страна	1965 г	1970 г	1975 г	1979 г
Весь мир	6 334	19 170	30 825	41 039
Африка, всего	33	169	249	352
Северная и Центральная Америка	1 067	3 482	4 911	8 739
В том числе:				
Канада	94	283	566	1 300
Мексика	13	56	125	194
США	951	3 127	4 190	7 200
Южная Америка, всего	82	311	707	866
В том числе:				
Бразилия	25	112	407	550
Колумбия	11	9	12	17
Азия, всего	215	597	1 176	1 645
В том числе:				
КНР	17	30	43	43
Индия	6	12	11	21
Япония	155	350	699	950
Европа, всего	4 401	12 300	19 281	24 008
В том числе:				
Финляндия	139	380	693	832
Франция	527	1 237	1 964	1 941
ФРГ	1 333	3 778	5 444	6 681
Норвегия	93	211	291	348
ПНР	157	336	710	1 010
Швеция	129	389	929	1 235
Океания	47	318	507	652

Таблица 4.6

**Ресурсы древесного сырья по видам в Западной Европе  
(по объему вывозки 1970 г.)**

Виды древесного сырья	Объем, млн. м <sup>3</sup>	Структура сырья, %	% к объему вывозки
Ресурсы всего	514	100	152
В том числе:			
объем вывозки	337	66	100
отходы лесозаготовок, всего	177	34	52
Из них:			
объем коры	42	8	12,5
отходы	32	6	9,5
лесосечные и транспортные отходы	17	3	5,0
Из них:			
стволовая древесина	15	3	4,5
маломерная древесина	36	7	10,5
вершины, сучья, листва (хвоя) пни и корни	67	13	19,5

Таблица 4.7

**Ресурсы и потребление технологической щепы  
в некоторых странах, тыс. м<sup>3</sup>**

Страна	Собственные ресурсы		Потребление	
	1975 г.	1976 г.	1975 г.	1976 г.
Швеция	9 428	9 735	9 500	9 860
Финляндия	3 750	4 100	4 734	5 000
Австрия	1 561	1 450	1 690	1 560
ФРГ	3 668	4 100	3 864	4 000
ЧССР	1 005	1 075	795	895
Италия	1 404	1 000	1 736	1 500
Норвегия	1 500	1 500	1 710	1 680
Польша	1 713	1 775	1 713	1 775
США	59 200	69 000	55 200	64 100

Таблица 4.8

**Использование древесных отходов в Западной Европе**

Показатели	1950 г.	1960 г.	1970 г.	1975 г.	1980-г
Ожидаемая масса отходов механической обработки древесины, млн. м <sup>3</sup>	40	55	62	64	65
Теоретически доступные для использования (80%), млн. м <sup>3</sup>	32	44	50	51	52
Фактически использовано или намечается использовать млн. м <sup>3</sup>	5	13	25	30	35
Фактически использовано или намечается использовать в % к доступным	16	30	60	59	67
Из них для производства:					
целлюлозы и древесной массы	4	9	17	21	25
древесных плит	1	4	8	9	10

**Потребление древесины в Швеции** тыс. пл. м<sup>3</sup>, в неокоренном виде

Сортименты	1973 г.	1974 г.	1977 г.	1980 г.
Круглый лес (исключая экспорт и скидку на повреждения), всего	62 500	65 700	72 500	78 100
В том числе для производства, %:				
пиломатериалов	45	46	47	45
целлюлозы	48	48	47	49
древесноволокнистых плит	(0,4)	(0,4)	(0,8)	(0,4)
древесностружечных плит	1	1	1	1
клееной фанеры	(0,4)	(0,5)	1	1
для прочих целей	5	5	4	4
Щена, всего	8 900	10 100	11 800	12 600
В том числе для производства, %:				
целлюлозы	91	93	93	93
древесноволокнистых плит	8	6	5	5
древесностружечных плит	(0,2)	—	1	1
для прочих целей	1	1	1	1
Опилки, всего	2 500	2 700	3 700	4 400
В том числе для производства, %:				
целлюлозы	10	11	12	16
древесноволокнистых плит	28	28	24	21
древесностружечных плит	25	31	42	44
для прочих целей	37	30	22	19
Прочее сырье (рейки, горбыли, тонкомерные балансы для изготовления плит, щена из сучьев и вершин и т. п.), всего	190	260	460	900
В том числе для производства, %:				
целлюлозы	23	22	15	43
древесноволокнистых плит	43	31	18	12
древесностружечных плит	1	21	52	37
клееной фанеры	12	10	6	4
для прочих целей	21	16	9	4

Таблица 4.10

**Использование древесных отходов на Юго-Востоке США**  
(штаты: Флорида, Северная и Южная Каролина, Джорджия)  
в 1975 г., тыс. м<sup>3</sup>

Показатели	Кора		Кусковые отходы		Мелкие отходы		
	всех пород	в том числе хвойные	всех пород	хвойные	всего	в том числе	
						разные	стружка
Волокнистые полуфабрикаты	63	23	8376	6611	1134	947	187
Стружечные плиты	1	1	111	42	1132	417	715



Показатели	Кора		Кусковые отходы		Мелкие отходы		
	всех пород	в том числе хвойные	всех пород	хвойные	всего	в том числе	
						разные	стружка
Древесный уголь	57	49	75	73	172	101	71
Пиленые изделия	—	—	389	369	—	—	—
Топливо промышленное	4042	3207	80	19	1458	1329	129
Топливо местного использования	38	19	84	—	—	—	—
Прочее	371	304	29	22	683	437	209
Не использовано	1529	1017	394	219	1871	1795	76
Всего	6101	4620	9538	7355	6450	5026	1424
Уровень использования, %	75	78	96	97	71	64	95

Таблица 4.11

**Динамика изменения структуры потребления сырья  
в целлюлозно-бумажной промышленности США, млн. м<sup>3</sup>**

Годы	Круглый лес	Отходы	Потребление лесоматериалов, всего	В том числе	
				хвойные	лиственные
1950	58,9	3,0	56,9	49,8	7,1
1960	91,1	16,5	97,6	48,0	19,6
1970	112,8	42,8	155,6	116,0	39,6
1972	109,3	60,4	169,7	126,5	43,2
1973	110,3	61,9	172,2	128,3	43,9
1974	119,8	60,9	180,7	134,6	46,1

Введение	5
<b>Раздел 1. Научно-методические основы определения ресурсов и эффективности использования отходов древесины</b>	<b>7</b>
1.1. Основные тенденции комплексного использования древесины в СССР и за рубежом	7
1.1.1. Этапы развития потребления древесины	7
1.1.2. Проблемы освоения ресурсов отходов	8
1.2. Номенклатура и классификация отходов древесины	10
1.2.1. Номенклатура отходов	10
1.2.2. Классификация отходов	12
1.2.3. Виды ресурсов отходов	12
1.2.4. Учет наличия, образования и использования отходов древесины	13
1.3. Методы расчета нормативов и объемов образования отходов древесины	15
1.3.1. Общие положения	15
1.3.2. Методические основы определения ресурсов отходов	16
1.4. Методы определения экономически доступных ресурсов отходов	19
1.4.1. Показатели экономической доступности ресурсов отходов	19
1.4.2. Метод пообъектного расчета при наличии информации о расположении возможных потребителей щепы	22
1.4.3. Метод пообъектного расчета при отсутствии информации о размещении потребителей щепы	22
1.4.4. Метод графических схем	22
1.4.5. Метод предельных затрат	24
1.5. Экономические показатели производств по переработке отходов древесины	27
1.5.1. Общие экономические показатели	27
1.5.2. Методы оценки экономической эффективности использования отходов	33
<b>Раздел 2. Источники и объемы образования отходов. Их характеристика</b>	<b>37</b>
2.1. Основные виды производства, где образуются отходы	37
2.1.1. Лесозаготовки	37
2.1.2. Лесопиление и деревообработка	38
2.2. Показатели качества древесостоев	40
2.3. Отходы лесозаготовок	42
2.3.1. Кусковые отходы кроны и ствола	42
2.3.2. Древесная зелень	49
2.3.3. Малоценная древесина. Пни и корни	55

2.4.	Отходы лесопиления . . . . .	55
2.4.1.	Характеристика сырья для производства пиломатериалов . . . . .	55
2.4.2.	Источники образования отходов . . . . .	55
2.4.3.	Нормативы образования отходов . . . . .	56
2.5.	Отходы шпалопиления . . . . .	63
2.5.1.	Общая технологическая характеристика . . . . .	63
2.5.2.	Характеристика сырья . . . . .	65
2.5.3.	Характеристика отходов . . . . .	65
2.5.4.	Нормативы и объемы образования отходов . . . . .	67
2.6.	Отходы производства стандартных домов и столярно-строительных изделий . . . . .	68
2.6.1.	Характеристика изделий . . . . .	68
2.6.2.	Материалы . . . . .	68
2.6.3.	Технология обработки . . . . .	70
2.6.4.	Припуски на обработку . . . . .	70
2.6.5.	Нормы расхода сырья . . . . .	70
2.6.6.	Древесные отходы . . . . .	76
2.7.	Отходы производства паркета . . . . .	77
2.7.1.	Характеристика продукции . . . . .	77
2.7.2.	Материалы . . . . .	77
2.7.3.	Технологический процесс . . . . .	78
2.7.4.	Отходы древесины . . . . .	78
2.8.	Отходы производства мебели . . . . .	79
2.8.1.	Материалы . . . . .	79
2.8.2.	Укрупненные нормы расхода материалов и образования отходов . . . . .	79
2.8.3.	Технологический процесс . . . . .	80
2.8.4.	Нормативные данные . . . . .	80
2.9.	Отходы лыжного производства . . . . .	82
2.9.1.	Характеристика изделий и сырья . . . . .	82
2.9.2.	Расход сырья . . . . .	83
2.9.3.	Технологический процесс . . . . .	84
2.9.4.	Нормативы образования отходов . . . . .	84
2.10.	Отходы производства ящичной тары . . . . .	85
2.10.1.	Характеристика продукции и сырья . . . . .	85
2.10.2.	Расход сырья . . . . .	85
2.10.3.	Отходы . . . . .	87
2.11.	Отходы фанерного производства . . . . .	87
2.11.1.	Сырье . . . . .	87
2.11.2.	Технологический процесс . . . . .	88
2.11.3.	Образование отходов . . . . .	88
2.12.	Отходы окорки . . . . .	91
<b>Р а з д е л 3. Использование отходов древесины . . . . .</b>		<b>96</b>
3.1.	Современное состояние использования отходов древесины . . . . .	96
3.2.	Производство технологической щепы . . . . .	96
3.2.1.	Требования, предъявляемые к качеству щепы . . . . .	96
3.2.2.	Технологические схемы изготовления щепы . . . . .	100
3.2.3.	Установки по производству щепы из низкокачественной древесины и отходов . . . . .	103
3.2.4.	Рубильные машины . . . . .	106
3.2.5.	Режущий инструмент рубильных машин . . . . .	111
3.2.6.	Сортировка щепы . . . . .	115
3.2.7.	Технико-экономические показатели производства технологической щепы . . . . .	115
3.3.	Виды и средства транспорта технологической щепы . . . . .	124
3.3.1.	Железнодорожный транспорт . . . . .	124
3.3.2.	Автомобильный транспорт . . . . .	124
3.3.3.	Водный транспорт . . . . .	127
3.3.4.	Хранение и погрузка щепы . . . . .	127

3.3.5.	Способы повышения полндревесности щепы . . . . .	133
3.4.	Переработка короткомерных пиломатериалов на клееную продукцию . . . . .	136
3.5.	Выработка целлюлозы и гидролиз. Древесные плиты . . . . .	137
3.5.1.	Целлюлоза . . . . .	137
3.5.2.	Гидролиз древесины . . . . .	140
3.5.3.	Древесностружечные плиты . . . . .	141
3.5.4.	Древесноволокнистые плиты . . . . .	142
3.5.5.	Волокнистостружечные плиты . . . . .	142
3.5.6.	Древесношерстные плиты . . . . .	146
3.5.7.	Древесноопилочные плиты . . . . .	147
3.5.8.	Тырсолит . . . . .	148
3.5.9.	Ксилолит . . . . .	149
3.5.10.	Пьезотермопластики . . . . .	150
3.5.11.	Вибролит . . . . .	152
3.5.12.	Паркелит . . . . .	153
3.5.13.	Термопорит . . . . .	153
3.6.	Производство строительных материалов . . . . .	154
3.6.1.	Шитовой паркет . . . . .	154
3.6.2.	Штукатурная дрань . . . . .	155
3.6.3.	Кровельная плитка и гонт . . . . .	155
3.6.4.	Коврово-реечные щиты . . . . .	156
3.6.5.	Торцовые щиты . . . . .	157
3.6.6.	Реечные щиты . . . . .	157
3.6.7.	Арболит . . . . .	158
3.6.8.	Опилкобетон . . . . .	159
3.6.9.	Деревобетон . . . . .	160
3.6.10.	Гипсоопилочный бетон . . . . .	161
3.6.11.	Термиз . . . . .	162
3.7.	Производство товаров народного потребления . . . . .	162
3.7.1.	Общие положения . . . . .	162
3.7.2.	Классификация товаров народного потребления, изготавливаемых из низкокачественной древесины и отходов . . . . .	163
3.7.3.	Нормы расхода материалов . . . . .	163
3.8.	Производство древесной муки . . . . .	176
3.8.1.	Требования к качеству муки . . . . .	176
3.8.2.	Оборудование . . . . .	177
3.8.3.	Технико-экономические показатели . . . . .	180
3.9.	Использование отходов окорки . . . . .	181
3.9.1.	Подготовка отходов окорки к использованию . . . . .	181
3.9.2.	Древеснокорьевые плиты . . . . .	183
3.9.3.	Королит . . . . .	185
3.9.4.	Отходы окорки как топливо . . . . .	185
3.9.5.	Дубильные вещества . . . . .	187
3.9.6.	Дегтекурение . . . . .	188
3.9.7.	Углежжение . . . . .	188
3.10.	Брикетирование измельченной древесины . . . . .	189
3.11.	Использование древесной зелени . . . . .	192
3.11.1.	Лечебные препараты . . . . .	192
3.11.2.	Витаминная мука . . . . .	193
3.11.3.	Хвойная хлорофилло-каротиновая паста . . . . .	199
3.11.4.	Хвойные эфирные масла . . . . .	201
3.11.5.	Натуральный клеточный сок . . . . .	205
3.11.6.	Веточный корм . . . . .	206
3.11.7.	Грубые корма из древесины . . . . .	206

**Р а з д е л 4. Некоторые сведения о потреблении древесины и использовании отходов за рубежом . . . . .** 209

4.1.	Производство основных видов лесопродукции . . . . .	209
Л и т е р а т у р а . . . . .		219