

Г. М. Михайлов
Н. А. Серов

ПУТИ УЛУЧШЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВТОРИЧНОГО ДРЕВЕСНОГО СЫРЬЯ



1 1 0 1 5 1 2

Москва
«Лесная промышленность»
1988

ВВЕДЕНИЕ

В процессе лесозаготовок, лесопиления, деревообработки и рубок ухода за лесом неизбежно образуются древесные отходы в виде отдельных частей биомассы дерева, представляющие собой вторичные древесные ресурсы, и маломерные деревья, которые являются существенным резервом для покрытия растущей потребности в лесоматериалах. Необходимость улучшения использования древесного сырья обусловлена не только постоянным ростом потребности лесоматериалов, но и стремлением повысить эффективность производства и увеличить объем выработки лесопродукции без увеличения объемов лесозаготовок.

Придавая большое значение рациональному использованию древесного сырья, Центральный Комитет КПСС и Совет Министров СССР приняли постановления (август 1984 г.) «Об улучшении использования лесосырьевых ресурсов» и «О дополнительных мерах по повышению эффективности использования древесины и ее отходов в народном хозяйстве», в которых отметили недостаточное использование больших возможностей лесной и деревообрабатывающей промышленности и лесного хозяйства по увеличению вклада в развитие экономики страны и повышение уровня жизни народа, необходимость обеспечения более рационального использования лесосырьевых ресурсов, осуществления конкретных мер по значительному наращиванию прогрессивных видов лесопродукции.

В соответствии с Основными направлениями экономического и социального развития СССР на 1986—1990 годы и на период до 2000 года, принятыми XXVII съездом КПСС, предусмотрено улучшение использования лесосырьевых ресурсов, прежде всего путем повышения комплексности переработки древесного сырья, и доведение использования древесных отходов до 70—75 млн. м³.

Проблема комплексного использования древесного сырья возникла закономерно под влиянием ряда факторов, из которых можно выделить: рост потребности в лесоматериалах и ограниченность лесных ресурсов; технический прогресс в области химической и химико-механической переработки древесины, позволяющий использовать практически всю био-

массу дерева; совершенствование структуры топливного баланса с высвобождением значительной части низкокачественной древесины и древесных отходов для использования на технологические цели.

Народнохозяйственное значение комплексного использования древесного сырья определяется не только экономическими интересами, но и значением лесов в охране окружающей среды. Удовлетворение общественных потребностей в древесине и продуктах леса путем комплексного и эффективного их использования позволяет стабилизировать объемы заготовки древесины, сохраняя большие площади лесов для выполнения важных рекреационных и защитных функций.

При современных объемах лесозаготовок, лесопиления и деревообработки в стране ежегодно образуется около 100 млн. м³ древесных отходов, в том числе 65 млн. м³ отходов лесопиления и деревообработки и 35 млн. м³ отходов лесозаготовок (без учета обломков ствола, пней и корней, коры, повреждаемой или спиливаемой в процессе лесозаготовок маломерной древесины) [12]. За годы XI пятилетки использование древесных отходов на технологические цели увеличилось на 18 млн. м³ по сравнению с предшествующей и составило 143 млн. м³. В результате переработки низкокачественной древесины и отходов за этот же период получено 49 млн. м³ технологической щепы для целлюлозно-бумажного производства, в том числе из древесных отходов — 27 млн. м³, что означает прямую экономию такого же количества деловой древесины [12, 19].

Одним из важнейших условий улучшения использования древесных отходов является научно обоснованное планирование их переработки как на текущий, так и на перспективный период. Для этого плановым органам необходимо располагать информацией об источниках, видах и объемах образования и использования низкокачественной древесины и древесных отходов, а также о возможных объемах экономии сырья и материалов за счет использования вторичного сырья взамен первичного. В книге рассмотрены нормативы выхода низкокачественной древесины и образования различных видов древесных отходов, их качественные характеристики, основные направления использования и краткие характеристики технических средств, применяемых для переработки низкокачественной древесины и отходов и транспортирования технологической щепы. Большое внимание уделено вопросам повышения уровня и эффективности использования древесных отходов.

Введение, главы I, II (параграфы 1, 3—6), глава III (параграфы 2 и 3), глава IV (параграфы 3—6), главы V и VI написаны Г. М. Михайловым, глава II (параграфы 1—4), глава III (параграфы 1, 4 и 5), глава IV (параграфы 1 и 2) — Н. А. Серовым.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О НИЗКОКАЧЕСТВЕННОЙ ДРЕВЕСИНЕ И ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДАХ

1. Основные понятия о вторичных ресурсах

В производственном процессе наряду с получением основной продукции неизбежно образуются остатки сырья и материалов или возникают не являющиеся целью данного производства продукты, которые после дополнительной доработки либо переработки могут быть использованы в народном хозяйстве. Различные изделия производственного и бытового назначения, оборудование, детали, узлы и запасные части по истечении установленного срока службы, определяемого физическим или моральным износом, списывают и направляют на переработку или для повторного использования по другому назначению. Перечисленные материальные ресурсы являются дополнительным сырьем и относятся к вторичным материальным ресурсам.

В соответствии с ГОСТ 25916—83 «Ресурсы материальные вторичные. Термины и определения» вторичные материальные ресурсы представляют собой отходы производства и потребления, которые образуются в народном хозяйстве. В соответствии с утвержденной Комитетом СЭВ по вопросам материально-технического снабжения классификацией и терминологией производственных и эксплуатационных отходов отходы представляют собой ту часть материала, сырья, изделия, которая образовалась непреднамеренно при производстве конечного продукта, являющегося предметом сознательной хозяйственной деятельности. Данное определение относится главным образом к производственным отходам. В этой классификации отходы заготовки и переработки древесины отнесены к группе «неметаллические», которая включает и «древесные отходы» с подразделением на «отходы от заготовки древесины», «отходы от обработки древесины» и «отходы от переработки древесины».

Согласно ГОСТ 25916—83 отходы производства — это остатки сырья, материалов, полуфабрикатов, образовавшиеся при производстве продукции или выполнении работ и утратившие полностью или частично исходные потребительские свойства. К отходам потребления относятся изделия и материалы, утратившие свои потребительские свойства в результате физического или морального износа.

Вторичные материальные ресурсы, для которых в настоящее время отсутствуют условия использования, называются

неиспользуемыми отходами, а те, которые могут повторно использоваться в народном хозяйстве,— вторичным сырьем (вторсырьем). Использованием вторичного сырья называется его применение для производства продукции, выполнения работ или получения энергии.

Ресурсы вторичного сырья представляют собой количественное выражение объемов конкретных видов отходов производства и потребления (в указанные объемы не входят отходы производства, используемые без доработки в качестве сырья или добавки к нему в технологических процессах — источниках их образования и включаемые во внутрипроизводственный баланс сырья).

Сбором вторичного сырья называют удаление вторичного сырья из мест образования и накопление его с целью последующего использования. Заготовка вторичного сырья — это сбор, закупка, предварительная обработка и концентрация вторичного сырья специализированными заготовительными организациями или по их поручению другими организациями, отдельными гражданами с целью поставки его для последующего использования.

Обработка вторичного сырья — это совокупность технологических операций по подготовке вторичного сырья для его последующего использования.

Отходы потребления различаются не только размерно-качественными показателями, но возможностями сбора и переработки. Поэтому целесообразно их подразделять на две основные группы.

Отходы производственного потребления (амортизированные изделия производственно-технического назначения) — это выбывшие из строя вследствие износа машины, оборудование, металлические части, используемые в виде амортизационного лома; изношенные сооружения и изделия технического назначения из древесины, резины, пластмасс, отработанные масла и другие, образующиеся в промышленности, строительстве, на транспорте и в других отраслях народного хозяйства.

Отходы бытового потребления — изношенные и пришедшие в негодность изделия личного потребления (одежда, обувь и т. д.) и изношенные изделия домашнего обихода из древесины, металла, пластмассы, стекла и др. Наряду со вторичными материальными ресурсами важным резервом экономии сырья и материалов является повышение уровня использования побочных и попутных продуктов.

К побочным продуктам относят продукты, образующиеся в результате химической и механической переработки сырья наряду с основной продукцией, которые не являются целью данного производственного процесса и могут быть использованы в народном хозяйстве без доработки в качестве готовой продукции. Побочные продукты, не имеющие ГОСТа и преис-

курантной цены и не используемые в настоящее время, относятся к отходам производства.

В лесной и деревообрабатывающей промышленности к побочным продуктам могут быть отнесены технологическая щепа (стружка), получаемая при агрегатной переработке бревен, упаковочная стружка от пиления древесины вдоль волокон, опилки как сырье для микробиологической промышленности и др.

Попутные продукты получают при облагораживании основного сырья или добыче и обогащении полезных ископаемых. Их используют в народном хозяйстве без доработки в качестве готовой продукции или материалов. Неиспользуемые попутные продукты также относят к отходам производства.

Появление на производственных участках частей дерева в виде сучьев, ветвей, листьев, хвои и коры после отделения от стволовой древесины, а также маломерных деревьев, спиливаемых в процессе подготовки лесосек к разработке (трелевочные волокни, лесовозные усы, площадки под верхние лесосклады) аналогичны образованию попутных продуктов, но не являются готовой продукцией, пригодной для использования в народном хозяйстве без доработки. Поэтому они с учетом размерно-качественных отличий от стволовой древесины отнесены к отходам производства, хотя и не учитываются в объеме заготовляемого и перерабатываемого древесного сырья.

Таким образом, древесные отходы лесозаготовительного и лесопильно-деревообрабатывающего производств представляют собой часть вторичных материальных ресурсов. В связи с улучшением работы по экономному и рациональному использованию сырьевых, топливно-энергетических и других материальных ресурсов широкое распространение получило понятие «безотходная технология», которое представляется неточным, хотя бы применительно к лесозаготовительным и лесопильно-деревообрабатывающим производствам.

Под технологией в общем случае принято понимать совокупность методов и приемов добычи, обработки, переработки, изготовления, изменения состояния, свойств, формы сырья, материалов или полуфабриката, осуществляемых в процессе производства продукции. Поэтому технология характеризуется наличием определенных средств и предметов труда, при взаимодействии которых только часть древесного сырья переходит в продукт производства. Другая часть, представляющая собой отходы производства, может перерабатываться на другую продукцию в том же цехе или вне его, но такая переработка не является составной частью технологического процесса выработки основной продукции, а технология от этого не становится безотходной. Такому использованию древесного сырья больше соответствует термин «безотходное производство». Представ-

ляется малообоснованным и введение понятия «малоотходная технология», потому что в настоящее время нет критерия для отнесения той или иной технологии к малоотходной.

Под низкокачественной древесиной в данной книге понимаются дрова для отопления, так как такое название больше соответствует ее происхождению в процессе производства лесоматериалов. В технологическом процессе лесозаготовок получают лесоматериалы различного качества, в том числе и низкого, не соответствующего по качеству ни одному из сортиментов круглых лесоматериалов. Однако такая древесина еще не является дровами, так как может потребляться в качестве сырья для выработки различной продукции. В связи с этим название «дрова для отопления» означает способ потребления и относится к низкокачественной древесине, используемой или предназначенной для использования только в качестве топлива.

Необходимость рассмотрения вопросов использования древесных отходов совместно с дровами для отопления вызывается тем, что последние во многих случаях перерабатывают совместно с отходами лесозаготовок, оказывая решающее влияние на показатели эффективности их использования на производство продукции. Кроме того, по существующим нормативным документам (ГОСТ 3243—46, ТУ 13-539—85) одни и те же отрезки хлыста и толстых сучьев могут быть отнесены как к дровам, так и отходам лесозаготовок в зависимости от направления их использования.

2. Производство и потребление лесоматериалов

Количество древесных отходов и их размерно-качественные показатели зависят от объемов и технологии лесозаготовок, переработки древесины по направлениям использования, в связи с чем эти данные являются основными исходными для определения ресурсов древесных отходов. Древесину в настоящее время применяют практически во всех отраслях народного хозяйства, в которых производится ее механическая обработка и химическая переработка.

Для использования древесины в качестве сырья для механической обработки основное значение имеют ее физико-механические свойства; для выработки волокнистых материалов — волокнистое строение древесной ткани, а при потреблении в качестве сырья для химической переработки — химический состав древесины.

Многочисленными исследованиями установлено, что элементарный химический состав абсолютно сухой древесины различных пород почти одинаков и в среднем содержит 49,5 % углерода, 6,3 % водорода и 44,2 % кислорода.

Древесина хвойных и лиственных пород по содержанию органических веществ существенно отличается друг от друга, что видно из следующих данных, %:

	Породы	
	Хвойные	Лиственные
Целлюлоза	53 . . . 54	43 . . . 45
Пентозаны	10 . . . 12	21 . . . 26
Гексозаны	13	3 . . . 6
Лигнин	26 . . . 29	19 . . . 26

Наибольшее различие имеют физико-механические свойства древесины различных пород, в связи с чем различны и направления их использования в народном хозяйстве.

Основной для лесопильно-деревобрабатывающей, целлюлозно-бумажной и лесохимической подотраслей лесного комплекса является лесозаготовительная промышленность, призванная обеспечивать их необходимого вида сырьем и частично топливом. Продукция лесозаготовительной промышленности, которая по существу является добывающей, может быть разделена на четыре основные группы.

1. Круглые лесоматериалы разных размеров, используемые в народном хозяйстве без дальнейшей обработки, т. е. без последующего изменения их формы и размеров, и являющиеся готовой продукцией. К ним относятся лесоматериалы для использования в круглом виде по ГОСТ 9463—72 и ГОСТ 9462—71: бревна строительные, для мачт, гидротехнических сооружений, шпалер хмельников, рудничное долготье, рудничные стойки (ГОСТ 616—72), жерди (ОСТ 13-5—77).

2. Круглые лесоматериалы, предназначенные для механической обработки, к которым относятся лесоматериалы для выработки пиломатериалов (авиационных, резонансных, карандашных, палубных, шлюпочных, клепки, брусьев, шпал, выработки строганого шпона, общего назначения и др.) и лущения.

3. Лесоматериалы, предназначенные для химической переработки,— это балансы для производства целлюлозы, древесной массы, химической переработки, дрова для сухой перегонки и углежжения.

4. Дрова для отопления.

Данные об использовании древесины приведены в табл. 1.

Из приведенных данных видно, что наиболее крупным потребителем круглых лесоматериалов для выработки продукции механической обработки является лесопиление, затем — шпалопиление, фанерное и тарное производства, которые представляют собой источники образования наибольшего количества древесных отходов.

В целлюлозно-бумажном производстве, хотя и потребляется большой объем древесного сырья, доля древесных отходов механической обработки значительно меньше по сравнению с другими видами производства, так как названные виды отхо-

1. Потребление древесного сырья, млн. м³

Показатели	1975 г.		1980 г.		1983 г.	
	Лесоматериалы круглые	Дрова топливные	Лесоматериалы круглые	Дрова топливные	Лесоматериалы круглые	Дрова топливные
1. Переработка всего	208,05	5,93	190,50	9,92	191,41	10,08
в том числе:						
лесопиление	135,36	—	115,45	0,07	113,60	0,08
шпалопиление	9,88	—	8,40	—	8,87	—
фанерное производство	7,65	—	7,11	—	6,60	—
спичечное производство	0,87	—	0,76	—	0,67	—
целлюлозно-бумажное производство	30,95	4,61	33,46	7,06	34,66	6,73
гидролизное производство	1,25	—	1,26	0,08	1,27	0,10
древесноволокнистые плиты	1,36	—	2,17	0,18	2,25	0,57
древесностружечные плиты	5,29	0,01	6,20	0,64	6,41	0,74
лесохимическое производство	2,92	0,13	2,34	0,18	2,52	0,18
производство тары	9,25	0,16	10,15	0,10	11,42	0,07
прочие производства	3,27	1,02	3,20	1,61	3,14	1,61
2. Потребление в непереработанном виде	73,63	63,79	57,51	56,68	63,73	57,74

дов образуются только в процессе подготовки сырья к переработке, заключающейся в его разделке на короткомерные отрезки, окорке и измельчении в щепу (отходы химической переработки древесины в данном производстве резко отличаются по своим свойствам от исходной древесины и не относятся к древесным отходам, т. е. они уже не представляют собой механические частицы древесины, полученные без нарушения ее естественной структуры).

Приведенные в табл. 1 данные являются исходными для определения объемов отходов первичной обработки древесины, ряд продукции которой подвергается дополнительной, вторичной обработке. При этом процессе получают следующую основную продукцию: стандартные дома, детали стандартных домов, столярно-строительные изделия, ящичную и бочковую тару, мебель, лыжи, паркет, фанеру, обозные изделия, катушки, челноки, столярные плиты и много другой продукции.

За рассматриваемый период снизилось производство пиломатериалов, что вызвано тремя основными причинами: 1) снижение объемов вывозки леса; 2) снижение запасов крупной древесины, пригодной для использования в качестве пиловочного бревна, в зонах с преобладанием лесопильных предприятий; 3) имеющаяся возможность покрытия части уменьшения объемов пиломатериалов древесными плитами, производство которых постоянно растет. При этом большое значение имеют

такие достоинства древесных плит, как возможность потребления для их изготовления низкокачественной древесины и практически всех видов древесных отходов при соблюдении определенных соотношений в структуре сырья, получение по качеству полноценных заменителей пиломатериалов и фанеры и высокая эффективность такой замены в количественном и стоимостном выражении.

Использование пиломатериалов и листовых древесных материалов на основании данных ВНИПИЭИлеспрома показано в табл. 2, из которой видно, что большая их часть подвергается дальнейшей обработке и значительная часть при этом превращается в различные виды отходов производства.

В рассмотренных направлениях использования лесоматериалов имеются такие производства, которые одновременно являются источниками образования отходов и потребителями отходов других производств, в частности производство деревянной ящичной и бочковой тары (из круглых лесоматериалов и пиломатериалов образуются отходы и в то же время часть продукции вырабатывается из кусковых отходов лесопиления и деревообработки), древесных плит (на производство потребляются древесные отходы и образуются отходы как в производстве, так и в процессе потребления плит) и др.

Рациональное использование древесных отходов является одной из основных задач общей проблемы улучшения использования древесного сырья, в связи с чем большой интерес представляет совершенствование структуры потребления древесного сырья. В частности, по данным табл. 1, потребление низкокачественной древесины в непереработанном виде за последние восемь лет снизилось только на 10 %, а большая часть этой древесины расходуется на топливные нужды. При этом около 2 млн. м³ дров перевозят по железным дорогам на расстояние 2,5...4,0 тыс. км. По данным ВНИПИЭИлеспрома, проблема дальних перевозок почти полностью может быть решена за счет местных ресурсов малолесных районов-потребителей, в которых не полностью используется расчетная лесосека по мягколиственному хозяйству и древесина от рубок ухода за лесом. В отдельных случаях при недостаточности местных ресурсов дальние перевозки дров могут быть заменены завозом топливных брикетов из близлежащих районов. При выполнении этого условия и замене части дров минеральными видами топлива значительная их часть может быть направлена на технологическую переработку, увеличивая ресурсы древесного сырья.

В настоящее время на тару и упаковку расходуются значительные объемы круглого леса, пиломатериалов, фанеры, древесноволокнистых плит. Между тем практика многих зарубежных стран показывает, что наиболее эффективным видом тары является картонная. На выработку 1 т картона расходуется

2. Потребление пиломатериалов и листовых материалов по годам

Направление использования	Пиломатериалы, тыс. м ³			Фанера, тыс. м ³		
	1975	1980	1983	1975	1980	1983
1. Строительство	27 555	20 378	17 346	63	50	52
2. Производственно-эксплуатационные нужды, всего	43 095	39 689	38 546	1574	1429	1398
в том числе:						
производство тары и упаковки	9 917	8 199	6 908	218	182	181
машиностроение и деревообработка	9 968	10 589	10 542	484	463	460
производство мебели	5 822	5 313	4 867	790	694	612
ремонтно-эксплуатационные нужды	11 451	9 853	10 919	33	34	63
другие виды потребления	5 937	5 739	5 310	49	56	82
3. Использование в непереработанном виде	3 442	1 774	3 091	30	21	33
4. Прочие расходы	4 366	4 552	4 684	241	237	250
Всего	78 458	66 390	63 667	1908	1737	1733

Продолжение

Направление использования	Плиты					
	древесностружечные, тыс. м ³			древесноволокнистые, млн. м ²		
	1975	1980	1983	1975	1980	1983
1. Строительство	447	600	670	83	88	99
2. Производственно-эксплуатационные нужды, всего	3149	4319	5008	146	205	231
в том числе:						
производство тары и упаковки	—	—	4	22	37	52
машиностроение и деревообработка	228	346	348	32	50	42
производство мебели	2903	3947	4580	75	95	106
ремонтно-эксплуатационные нужды	16	23	65	17	2	10
другие виды потребления	2	3	11	—	21	21
3. Использование в непереработанном виде	96	78	119	18	23	24
4. Прочие расходы	5	8	9	2	2	16
Всего	3697	5005	5802	249	318	370

4,0...4,5 м³ древесного сырья (в основном балансов IV сорта), который в потреблении заменяет до 15 м³ круглых лесоматериалов. Кроме того, картонная тара может быть многооборотной или возвращена в переработку в виде макулатуры, экономя соответствующие объемы круглых лесоматериалов, а для ее производства могут быть использованы древесные отходы более низкого качества, чем для выработки целлюлозы и бумаги. Таким образом, за счет увеличения выпуска тарного картона можно снизить потребление круглых лесоматериалов на тару и повысить уровень использования древесных отходов.

3. Виды отходов древесины

Практически на всех фазах технологического процесса лесозаготовок, лесопиления и деревообработки образуются древесные отходы различного вида и качества. При лесозаготовках после валки деревьев на лесосеке остаются пни, которые являются частью ствола и по своему строению, физико-механическим и химическим свойствам не отличаются от древесины ствола. Вместе с пнями на лесосеке остаются корни, которые по строению несколько отличаются от стволовой древесины меньшим содержанием волокон. В корнях почти не образуется ядровой древесины, но сердцевинные лучи бывают развиты сильнее. Так как основной функцией корней является проведение влаги, полости проводящей ткани широкие, а стенки тонкие, поэтому древесина корней лучше проводит воду, чем древесина ствола. Эти показатели имеют значение при изготовлении из них древесных плит.

Пни и корни могут быть переработаны: на технологическую щепу для целлюлозно-бумажного производства, изготовления древесноволокнистых и древесностружечных плит, арболита, экстрагирования дубителей, канифоли, использования в качестве топлива и др.; на крупные куски для получения уксусной кислоты, древесноспиртовых растворителей, древесной смолы и продуктов ее переработки, фурфурола, древесного угля и др.

Из прикорневых частей деревьев можно заготавливать коры и кокорные кницы (лесоматериалы для постройки и ремонта деревянных судов).

Из пневой и корневой древесины березы, клена, ясеня, вяза, бука, ильма и осины можно заготавливать болванки для хомутовых клещей, представляющие собой выколотые из пня заготовки, отесанные по специальной форме.

Сучья, ветви, верхинки составляют крону дерева и относятся к отходам лесозаготовок. Древесина сучьев и ветвей отличается от древесины ствола по химическому составу и механическим свойствам. Механические свойства древесины сучьев на 10...15 % выше свойств стволовой древесины. Твердость древесины сучьев у основания в 1,4...3 раза выше ство-

ловой. Механические свойства верхней и нижней сторон сучьев различны, так как выдерживают нагрузку от собственного веса и атмосферных осадков и верхняя работает на растяжение, а нижняя — на сжатие. Древесина нижней стороны имеет большую твердость, чем верхняя. От этих показателей зависит и химический состав древесины.

Сучья, ветви и вершинки можно переработать на технологическую щепу для целлюлозно-бумажного производства, для выработки древесностружечных и древесноволокнистых плит, арболита, лесохимических продуктов и др. Их можно использовать также для укрепления трелевочных волоков и временных лесовозных дорог с целью повышения несущей способности заболоченных грунтов. В малолесных районах их потребляют в качестве топлива для бытовых печей.

Некондиционная древесина, к которой относят хворост, валяжник и обломки стволов, может быть переработана в технологическую щепу для целлюлозно-бумажного производства, изготовления древесных плит, арболита, лесохимических продуктов и др. Из относительно крупных частей стволов могут быть отобраны и короткомерные круглые лесоматериалы в виде балансов, рудстойки, тарного кряжа и др.

К маломерным следует отнести деревья, из которых ввиду малого диаметра и высоты нельзя выработать круглые лесоматериалы в соответствии с техническими требованиями стандартов и технических условий. По действующим стандартам из древесины диаметром менее 6 см не могут быть получены круглые лесоматериалы. Исходя из этого, при определении терминов «маломерные деревья» и «маломерная древесина» целесообразно относить к ним деревья и хлысты диаметром до 6 см без коры на расстоянии 1 м от комлевого среза.

Маломерная древесина может быть переработана на технологическую щепу для изготовления древесных плит, строительных материалов на минеральном связующем, выработки лесохимических продуктов, использована в качестве топлива и др. Крупные части диаметром более 3 см могут быть переработаны на технологическую щепу для целлюлозно-бумажного производства.

Древесная зелень является составной частью органической массы сучьев и ветвей и является ценным сырьем для получения многих продуктов. В соответствии с ГОСТ 21769—84 «Зелень древесная. Технические условия» древесная зелень должна иметь следующие соотношения составляющих:

	Сорт		
	I	II	III
Хвоя и неодревесневшие побеги, не менее	80	70	60
Кора, не более	15	25	35
Минеральные примеси, не более	0,2	0,2	0,2
Органические примеси в виде семян, мха, лишайника, травянистых растений и др., не более	5	5	5

Древесную зелень заготавливают из свежесрубленных или растущих деревьев для использования в сельском хозяйстве, промышленности и перерабатывают на витаминную муку, хлорофилло-каротиновую пасту, хвойный экстракт, хвойные эфирные масла, пихтовое масло, хлорофилл, добавки в продукцию парфюмерной промышленности, медицинские лечебные препараты, изоляционные плиты без связующего и др.

Отходы раскряжевки включают в себя опилки, козырьки, откомлевки, вырезки дефектных участков ствола, отрезки вершинок некротной длины (в зависимости от принятого технологического процесса раскряжевка может осуществляться в лесу, на нижнем лесоскладе или бирже сырья потребителя). Из откомлевок можно вырабатывать упаковочную стружку, стружку для фибролитовых и стружечных плит, технологическую щепу для производства целлюлозы, древесных плит, арболита, лесохимических продуктов и др.

Кора по химическому составу резко отличается от древесины. В ней содержится большее количество минеральных и экстрактивных веществ, лигнина. Кора различных пород также различается по химическому составу. Кора многих древесных пород (дуба, ивы, лиственницы, ели) содержит растительные таннины и служит сырьем для дубильно-экстрактового производства. Она может быть использована для выработки теплоизоляционных плит и лесохимических продуктов. Кору можно использовать в качестве топлива и сельскохозяйственного удобрения после соответствующей обработки в целях повышения содержания азота, доведения минеральных составляющих до необходимого для интенсификации биологических процессов уровня, получения необходимых компостов для почв. Из бересты вырабатывают деготь, бетулин и суберин, ее используют в производстве линолеума.

Горбыль представляет собой отпиленную периферийную часть бревна, у которой с одной стороны пропиленная плась, с другой — необработанная поверхность окоренного или неокоренного бревна. Выход горбылей зависит от диаметра, длины и сбег бревен, способа раскря, правильности расчета поставов, подбора бревен по диаметрам и ряда других факторов.

Рейки являются отходами лесопиления и деревообработки, получающимися при обрезке необрезных пиломатериалов, а также при раскряе пиломатериалов по ширине.

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

Обрезки представляют собой древесные отходы, получающиеся при раскряе фанеры, древесных плит, лущеного и строганого шпона на заготовки.

Карандаши — часть фанерного чурака цилиндрической формы, остающаяся после лущения шпона. Объем карандашей, определяемый его диаметром, уменьшают путем долущивания на станках малого размера или при применении двойных кулачков (сначала большого, затем малого диаметров) и подпорных роликов, предотвращающих прогиб длинного карандаша в процессе долущивания.

Шпон-рванина представляет собой куски шпона, которые образуются в процессе лущения, строгания, сушки, сортировки и рубки шпона.

Отструг — часть бруса или ванчеса, остающаяся в виде досок нестандартных размеров после изготовления строганого шпона.

Стружка станочная (стружка-отход в отличие от специально вырабатываемой упаковочной стружки) образуется при строгании, фрезеровании и сверлении пиломатериалов, заготовок и деталей на сверлильных, фуговальных, рейсмусовых, фрезерных, токарных и других деревообрабатывающих станках и оборудовании. Форма и размеры стружек зависят от типа станков и характера обработки и в среднем составляют по длине 2...25 мм, толщина 0,5...1,5 мм.

Древесная пыль — пылевидные частицы размерами в поперечнике 0,01...0,02 мм, образующиеся в процессе пиления, обработки резцами или шлифованием.

Опилки — частицы древесины, образующиеся при поперечной и продольной распиловке круглых лесоматериалов, пиломатериалов, при раскрое плит и фанеры на круглопильных, ленточнопильных станках, лесопильных рамах и цепными пилами. Длина опилок в среднем составляет 1...5 мм, толщина 1...3 мм.

Кусковые отходы лесопильно-деревообрабатывающих производств могут быть переработаны на технологическую щепу для производства целлюлозы, полуцеллюлозы, химической и термомеханической древесной массы, древесных плит, товаров культурно-бытового назначения и хозяйственного обихода, деревянной ящичной тары, паркетных изделий, строительных материалов, лесохимических и других видов продукции.

Опилки и стружку используют для выработки продукции механической, химической и биологической переработки, кормовых дрожжей, целлюлозы, древесной муки, строительных материалов древесных плит, фурфурола и др. Их употребляют для чистки мехов, шкур, кож, полов, в качестве подстилки для скота, удобрения для тяжелых почв, в производстве кирпича с повышенной теплоизоляцией, на топливо и др.

4. Характеристика низкокачественной древесины и отходов. Классификация отходов

Для организации рационального использования низкокачественной древесины и древесных отходов необходимо учитывать их качественные характеристики. Низкокачественная древесина, предназначенная для использования в качестве топлива или сырья, должна отвечать определенным техническим требованиям, причем использование низкокачественной древесины как сырья для выработки продукции деревообрабатывающих и лесохимических производств связано с пониженным выходом конечной продукции и дополнительными трудовыми и материальными затратами на облагораживание сырья по сравнению с круглыми лесоматериалами (деловой древесиной).

В дровах для отопления без ограничения допускаются все пороки, кроме гнили. Внутренняя гниль допускается, если она занимает не более 65 % площади худшего торца кряжа или полена. Дрова с наружной трухлявой гнилью или пораженные домовыми грибами к реализации не допускаются.

Таким образом, внутренняя гниль является основным пороком, определяющим низкокачественную древесину для использования в качестве топлива, а для переработки на технологические цели имеют значение и другие пороки, а также толщина кряжей.

Характеристика низкокачественной древесины длиной 1—2 м по содержанию внутренней гнили и другим порокам приведена в табл. 3 [7].

Отходы раскряжевки представляют собой отрезки ствола и отличаются от низкокачественной древесины только размерами по длине и неограниченностью содержания гнили.

Ветви, сучья и вершинки состоят из древесины, коры, молодых недревесневших побегов, хвои или листьев.

Количество коры на сучьях в 1,5...2 раз выше, чем на стволе, в ней слабо развиты корковые образования, и она прочно соединена с древесиной. Кора на сучьях, ветвях и вершинах гладкая, тонкая, содержит до 90 % луба и только 10 % опробковевшего слоя. Примеси такой коры при использовании технологической щепы из сучьев, ветвей и вершин для выработки продукции практически не снижают ее качества, а изменяют только внешний вид.

Кроме этого и древесина сучьев отличается от ствольной древесины по химическому составу меньшим содержанием целлюлозы и большим — лигнина.

Проявляя определенный интерес к отходам лесозаготовок как сырью для промышленного использования, финские специалисты провели специальные исследования для определения качественных показателей этих отходов [32]. Оказалось, что

3. Распределение низкокачественной древесины по содержанию внутренней гнили и другим порокам, % общего объема

Порода	Индексы районов	Количество древесины, содержащей внутреннюю гниль при долях диаметра					Количество древесины, отнесенной к низкокачественной по другим порокам и размерам			
		1/20 ... 1/5	1/4 ... 1/3	2/5 ... 1/2	3/5 ... 2/3	3/4 ... 9/10	кривизне	червоточине	сучкам	толщине
Сосна	А	3,4	22,1	17,8	25,7	8,8	9,3	5,1	5,4	2,4
	Б	5,0	10,1	19,2	31,6	28,9	1,1	0,3	3,1	0,7
	Ср.	4,4	14,1	18,8	29,6	22,3	3,8	1,9	3,8	1,3
Ель, пихта	А	1,6	8,9	14,2	30,1	6,7	19,8	2,2	10,3	6,2
	Б	1,4	8,5	17,3	31,1	33,7	2,2	1,7	2,4	1,7
	Ср.	1,5	8,7	16,3	30,9	24,3	8,0	1,9	5,2	3,2
Лиственница	Ср.	6,1	14,7	29,4	31,0	11,8	3,2	—	2,0	1,8
Береза	А	0,5	4,9	9,6	32,2	5,6	22,7	0,2	10,9	13,4
	Б	2,9	11,1	16,0	28,5	21,5	12,1	0,3	6,8	0,8
	Ср.	2,1	9,0	13,9	29,7	16,1	15,6	0,3	8,1	5,2
Осина	А	1,5	9,4	21,9	36,0	14,5	10,5	0,1	4,9	1,2
	Б	2,4	4,3	11,9	46,0	31,0	1,2	0,3	2,8	0,1
	Ср.	2,0	6,8	16,9	41,0	22,8	5,9	0,2	3,8	0,6
Среднее по всем породам		3,2	10,7	19,1	32,4	19,6	7,3	0,8	4,5	2,4

Примечание. А — для западных и центральных районов европейской части СССР; Б — для районов Севера, Урала, Сибири.

в отходах, собранных с доступных для освоения лесосек, содержится древесины 40 %, коры 23 и хвои 37 %. Соответствующие показатели для технологической щепы из лесосечных отходов составили 61 (42..79) %, 29 (21..37) и 10 (0..28) %. Расхождение данных между первым и вторым анализами вызвано изменением состава отходов в зависимости от промежуток времени между валкой леса и переработкой отходов. Даже сравнительно кратковременное нахождение отходов лесозаготовок на лесосеке в летнее время значительно повышает в них содержание древесины. При нахождении отходов до одного месяца количество древесины в них составляет 45..55 %, коры 25..30 и хвои 20..25 %. По истечении более двух месяцев содержание древесины повысится до 60 % и более, коры — до 30 и хвои — до 10 %. Анализ фракции щепы длиной более 6 мм показал, что уже после одномесячного пребывания отходов на лесосеке содержание древесины в ней составило 70..80 %, коры 20..29, хвои до 1 %; вместе с мелкой фракцией из основной массы технологической щепы отделилась большая часть хвои.

В результате выполненных исследований сделан вывод: переработка лесосечных отходов на технологическую щепу эффективнее при выдержке отходов лесозаготовок на лесосеке не менее двух месяцев в летний период.

Кусковые отходы лесопиления образуются из периферийной части бревен, содержащей минимальное количество сучков и других пороков древесины, что является положительным фактором при производстве целлюлозы, влияющим на качественный и количественный выход целлюлозы. Заболонь обладает высокой скоростью впитывания варочных жидкостей и более доступна для удаления смолистых веществ. Это оказывает благоприятное влияние на процесс варки целлюлозы и свидетельствует о целесообразности использования кусковых отходов лесопиления в целлюлозно-бумажном производстве. При распиловке неокоренных бревен кусковые отходы лесопиления содержат примерно 23 % коры, что недопустимо при их переработке на технологическую щепу для целлюлозно-бумажного производства. Эффективное их использование на технологические цели достигается только при распиловке окоренных бревен.

Расчеты показывают, что оптимальный выход продукции в лесопилении достигается при ширине поставов, равной диаметру бревен в верхнем отрубе. При одновременной распиловке двух смежных диаметров ширина постава практически принимается равной 0,95..1,05 диаметра бревна [10]. Поэтому средняя длина горбылей примерно равна длине распиливаемых бревен. Длина реек составляет 0,8 длины выпиленных досок, а ширина изменяется в зависимости от сбega бревна.

Объем отходов деревообработки зависит от вида производства, а при переработке пиломатериалов и от способа раскроя

4. Характеристика отходов лесопиления и деревообработки

Виды отходов	Размеры, мм			Влажность, %
	длина	ширина	толщина	
1. Отходы лесопиления:				
горбыли	3000 ... 6500	80 ... 130	20 ... 50	60 ... 90
рейки	2000 ... 6500	35 ... 100	25 ... 100	60 ... 90
отрезки пиломатериалов	25 ... 150	30 ... 300	13 ... 250	50 ... 80
опилки	1 ... 5	—	0,1 ... 3	40 ... 80
2. Отходы деревообработки:				
отрезки досок	300 ... 600	150 ... 300	25 ... 60	8 ... 15
отрезки брусков	100 ... 1500	30 ... 60	25 ... 60	8 ... 15
опилки	1 ... 5	—	0,1 ... 3	9 ... 15
стружка	2 ... 25	—	0,2 ... 1,5	9 ... 15

сырья. Характеристика отходов лесопиления и деревообработки приведена в табл. 4.

В клетках древесной зелени содержится много таких биологически активных веществ, как витамины, ферменты, гормоны, фитонциды, а также белков, жиров, углеводов и других пригодных для лечебных, пищевых и кормовых целей компонентов. Для использования в качестве сырья для получения

5. Механический состав древесной зелени, %

Порода древесины и элементы древесной зелени (для Сибири)	Диаметр побегов, мм					Средний для диаметра, мм	
	2	4	6	8	10	до 8	до 10
1. Сосна:							
хвоя	85,7	82,3	78,3	76,8	69,6	80,8	78,5
кора	7,6	11,1	13,4	15,2	14,9	12,3	12,8
древесина	6,7	6,6	7,8	10,0	15,5	7,8	9,3
2. Ель:							
хвоя	77,6	73,7	65,5	63,1	61,3	70,0	68,2
кора	11,6	12,9	13,6	15,3	15,9	13,4	13,9
древесина	10,8	13,4	20,9	21,6	22,8	16,7	17,9
3. Пихта:							
хвоя	80,9	77,1	75,4	67,3	64,2	75,8	73,4
кора	12,1	13,7	14,3	13,5	15,8	13,4	13,9
древесина	7,0	9,2	10,3	16,2	20,0	10,7	12,5
4. Кедр:							
хвоя	83,8	83,4	77,9	75,3	70,7	80,1	78,0
кора	10,9	11,1	13,8	14,7	15,7	12,6	13,2
древесина	5,3	5,5	8,3	10,0	13,6	7,3	8,5
5. Лиственница:							
хвоя	49,3	56,9	57,7	45,8	28,0	52,4	47,5
кора	31,2	26,3	21,7	30,1	34,8	27,1	28,6
древесина	19,5	17,8	20,6	24,1	37,2	20,5	23,8

6. Классификация древесных отходов

Группы и виды отходов	Направления использования					
	Целлюлозно-бумажное производство	Древесные плиты	Гидролиз и лесохимия	Кормовые продукты	Топливо	Прочие
А	1	2	3	4	5	6
I. Кусковые отходы						
1. Отходы лесозаготовок на лесосеке						
Обломки ствола, валежник, маломерные деревья:						
хвойные	+**	+	+	—	+	+
лиственные	+**	+	+	—	+	+
Сучья, ветви, вершинки:						
хвойные	+**	+	+	+	+	+*
лиственные	—	+	+	+	+	+
Пни и корни:						
хвойные	+**	+	+	—	+	—
лиственные	—	+	+	—	+	—
2. Отходы лесозаготовок на лесных складах						
Сучья, ветви, вершинки:						
хвойные	+**	+	+	+	+	+
лиственные	+	+	+	—	+	+
Откомлевки, козырьки (отходы раскряжевки)	+	+	+	—	+	+
3. Отходы лесопиления и деревообработки						
Отрезки бревен	+	+	+	—	+	+
Горбыли, рейки	+***	+	+	—	+	+
Отрезки пиломатериалов:						
хвойные	+	+	+	—	+	—
лиственные	+	+	+	+	+	—
4. Отходы фанерного производства						
Карандаши	+	+	—	—	—	+
Отструги	—	—	—	—	—	+
Шпон-рванина, обрезки шпона и фанеры	—	+	+	—	+	+
Отрезки бревен	—	—	+	—	+	—
II. Мягкие отходы						
1. Отходы лесопиления						
Опилки	+	+	—	+	+	+
Древесная пыль	—	+	—	—	+	—
2. Отходы деревообработки						
Опилки	—	+	+	+	+	+
Стружка-отходы	+	+	+	+	+	+
Древесная пыль	—	+	—	—	+	—

* Прочие направления включают производство деревянной тары, паркета, столярных плит, строительных материалов на минеральных вяжущих, продукции производственного назначения, товаров широкого потребления, укрепление трелевочных волоков, лесовозных усов и др.

** При диаметре 30 мм и более.

*** Окоренные.

Группы и виды отходов	Направления использования					
	Целлюлозно-бумажное производство	Древесные плиты	Гидролиз и лесохимия	Кормовые продукты	Топливо	Прочие
А	1	2	3	4	5	6
III. Кора						
1. Отходы окорки	—	—	+	+	+	+
2. Кора на древесине	—	—	—	—	+	—
IV. Древесная зелень						
1. В отходах лесозаготовок на лесосеке	—	—	+	+	—	—
2. В отходах лесозаготовок на лесных складах	—	—	+	+	—	—

различных продуктов механической и химической переработки представляет интерес механический состав древесной зелени, т. е. содержание в ней хвои, коры и древесины (табл. 5) [11].

Древесная зелень лиственных пород по сравнению с хвойными содержит меньше листьев, больше коры и древесины, причем для лиственных пород соотношение листьев и древесины в древесной зелени практически не зависит от возраста деревьев.

Существует несколько классификаций древесных отходов, что объективно затрудняет их учет, а иногда делает несопоставимыми отдельные данные, так как отходы можно классифицировать по разным признакам: месту образования в технологическом процессе заготовки и переработки древесины, физико-механическим и химическим свойствам, возможности использования, технической и экономической доступности.

При выборе того или иного признака классификации необходимо учитывать основные направления использования отходов в народном хозяйстве. В частности, размерно-качественные показатели предопределяют направление дальнейшего использования отходов и потребительские свойства конечной продукции их переработки. В отличие от многих видов вторичных ресурсов, классификация древесных отходов должна учитывать экономические факторы, определяющие экономическую доступность ресурсов отходов и представляющие собой основание для дифференциации затрат на их освоение. Сбор и переработка отходов, образующихся на лесосеке и нижнем лесоскладе, сопряжены с разными затратами и, следовательно, эти группы отходов будут характеризоваться разным уровнем эффективности переработки. Древесные отходы предприятий (складов), примыкающих к железным дорогам и сплавным рекам, могут иметь оди-

наковые размерно-качественные характеристики, но использование их также связано с различными затратами и соответственно имеет разную эффективность. Кроме того, может быть различна техническая возможность их использования по условиям доставки потребителям.

В отличие от ранее опубликованной классификации ВНИ-ПИЭИлеспрома только по основным характеристикам древесных отходов в предлагаемой классификации (табл. 6) предусмотрены также технически целесообразные направления использования отходов, которые не следует принимать как рекомендуемые исходя из экономической эффективности.

5. Ресурсы низкокачественной древесины и отходов

Для анализа современного состояния, текущего и перспективного планирования наиболее полного использования низкокачественной древесины из всех видов древесных отходов необходимо располагать данными об их ресурсах с возможно большей точностью. Их определяют расчетным путем с применением различных методов. Для текущего планирования использования количество низкокачественной древесины определяют по таксационным данным отведенного в рубку лесосечного фонда. Для перспективного планирования возможный выход деловой и низкокачественной древесины при сплошных рубках определяют исходя из состояния закрепленной за предприятиями лесосырьевой базы по данным академика ВАСХНИЛ Н. П. Анучина (табл. 7) [2].

При пользовании таблицей необходимо располагать таксационными данными о запасах древесины на корню по породам

7. Количество деловой и низкокачественной древесины, %

Порода	Распределение древесины по классам товарности								
	I			II			III		
	Деловая	Технологическое сырье, балансы, 4 с.	Низкокачественная	Деловая	Технологическое сырье, балансы, 4 с.	Низкокачественная	Деловая	Технологическое сырье, балансы, 4 с.	Низкокачественная
Сосна	92	5	3	86	9	5	81	12	7
Лиственница	92	5	3	86	8	6	81	11	8
Пихта	91	6	3	86	9	5	81	12	7
Кедр	82	10	8	77	13	10	73	15	12
Береза	65	21	14	56	27	17	48	32	20
Осина	64	18	18	55	22	23	47	26	27
Дуб	82	11	7	67	23	10	54	33	13
Бук	81	12	7	67	22	11	53	31	16

и о классе их товарности. По этим данным в соответствующей строке таблицы находят распределение запаса древостоя на качественные группы по породам, затем по всему объему. При этом необходимо учитывать, что часть указанной в табл. 7 низкокачественной древесины потребляется в качестве топлива, а другая — в качестве сырья для выработки технологической щепы. Доля остающейся древесины для переработки на нижних лесоскладах низкокачественной древесины растет с увеличением его грузооборота.

Для определения ресурсов древесных отходов применяются три метода: нормативный, балансовый и нормативно-балансовый.

Нормативный метод заключается в том, что ресурсы древесных отходов определяются как произведение объема сырья на норматив, полученный экспериментальным путем. Применяется в основном для определения объемов забалансовых видов отходов (сучьев, ветвей, древесной зелени, отходов раскряжевки, пней и корней, коры и др.) или в случаях, если сырье и продукция учитываются в различных единицах измерения и в объеме готовой продукции не указывается содержание древесины (мебель — млн. р., стандартные дома и столярно-строительные изделия — м² и др.). Количество отходов в этом случае выражается простой зависимостью:

$$Q = VN/100, \quad (1)$$

где Q — объем отходов данного вида, м³; V — объем сырья, используемого в данном производстве (при определении отходов лесозаготовок — объем вывозки), м³; N — норматив образования данного вида отхода, %.

Ресурсы древесных отходов, определяемые по данному методу, не отличаются высокой точностью ввиду изменчивости нормативов их образования в широких пределах под влиянием различных факторов, но тем не менее они являются удовлетворительными для практического пользования.

Для определения количества сучьев и ветвей обычно пользуются справочными данными [31], которые в свою очередь позаимствованы из «Массовых таблиц сосны, ели, березы и осины по бонитетам» (Союзлеспромом, 1931 г.). Количество сучьев в них включает хвою, листья и приводится в процентах от объема ствола в коре по ступеням толщины, разрядам высот и коэффициентам формы ствола. Однако такие данные, приводимые в справочной литературе, часто принимают за объем сучьев без листьев и хвои, в результате чего при расчетах завышаются ресурсы древесных отходов кроны. Поэтому для определения ресурсов отходов кроны в виде сучьев, ветвей, тонких вершинок и листвы (хвои) необходимо располагать нормативами, устанавливаемыми по данным экспериментальных исследований биомассы (фитомассы) деревьев. Обобщив

8. Количество сучьев, ветвей, хвои и листьев на растущих деревьях

Порода деревьев	Сучья, ветви, % к объему ствола в коре	Хвоя, листья, кг/м ³	Пределы определения значений
Сосна	$34,7/D + 1,1R + 5$	$(80 + 8R)/\sqrt{D} + 2,5R + 10$	$D = 4 \dots 52$ $R = 1a \dots Va$
Ель	$(96 + 8R)/D + 1,4R + 6$	$(720 + 8R)/D + 8R + 40$	$D = 4 \dots 52$ $R = 1a \dots V$
Береза	$0,26D + R + 5$	$(44 + 45,6R)/\sqrt{D} - 6R + 24$	$D = 4 \dots 52$ $R = 1a \dots V$
Осина	$0,25D + 1,5R + 2,5$	$(70 + 20R)/\sqrt{D} + 5$	$D = 4 \dots 52$ $R = 1a \dots IV$
Кедр	$(30 + 20\sqrt{R})/\sqrt{D} + 0,6(R-1)$	$565/\sqrt{D} + 10R - 42$	$D = 12 \dots 52$ $R = I \dots V$
Пихта	$48/\sqrt{D} - 9$	$640/\sqrt{D} - 56$	$D = 12 \dots 52$
Лиственница	$72/\sqrt{D} - 2$	$60/\sqrt{D} + 3$	$D = 4 \dots 52$
Бук	$97/\sqrt{D} - 8$	$280/\sqrt{D} - 23$	$D = 8 \dots 64$
Дуб	$21 + 0,8R - 10^{-3}(D - 100)^2$	—	$D = 20 \dots 72$ $R = 1a \dots Va$
Липа	$0,08D + 2R + 7$	—	$D = 8 \dots 80$ $R = 1a \dots Va$

Примечание. D — диаметр ствола на высоте груди, см; R — разряды высот, цифровые значения которых соответствуют их нумерации, кроме разрядов $1a$ ($R = 0$) и Va ($R = 6$).

материалы многолетних исследований различных институтов, во ВНИПИЭИлеспроеме составлены таблицы количества (N) сучьев, ветвей и листы (хвои) для основных лесобразующих пород по ступеням толщины и разрядам высот. Однако такие таблицы громоздки, и поэтому для их определения предлагаются эмпирические формулы, с достаточно высокой точностью отражающие экспериментальные данные, в процентах к объему ствола в коре для сучьев, ветвей и килограммах на 1 м³ ствола в коре для хвои и листьев (табл. 8).

Исследования показали [8], что масса древесной зелени в насаждениях зависит от возраста древостоя, его полноты и условий произрастания. В качестве обобщающего показателя этих условий может быть принята высота древостоя, и через нее выражено количество древесной зелени. Полученные уравнения имеют вид логарифмических кривых и характеризуются следующими показателями в расчете на 1 м³ запаса древесины:

для сосняков	$N = 342 + 2,6h - 270 \lg h$
для ельников	$N = 1105 + 8,8h - 882 \lg h$
для березняков	$N = 376 + 1,3h - 262 \lg h$
для осинников	$N = 338 + 1,2h - 235 \lg h$
для дубрав	$N = 524 + 1,9h - 367 \lg h$

где N — количество древесной зелени, кг/м³; h — средняя высота древостоя, м.

Результаты расчетов по данным уравнениям будут выше результатов по ранее приведенным зависимостям, так как древесная зелень кроме хвои и листьев содержит тонкие неодревесневшие побеги.

При валке и трелевке деревьев часть ветвей, сучьев и вершин обламывается и остается на лесосеке, если не организован их сбор для использования. Объем этих потерь зависит от породы деревьев, высоты древостоя, способа трелевки, времени года, рельефа местности и др. С учетом названных потерь количество сучьев и ветвей, поступающих на верхние и нижние лесосклады лесозаготовительных предприятий, определяется по данным табл. 9 [30].

В приведенных в табл. 9 данных большие потери при валке и трелевке относятся к районам Сибири и Дальнего Востока с крупномерными лесонасаждениями и суровыми климатическими условиями, меньшие — к средней полосе и южным районам, средние — к северным районам с относительно суровыми климатическими условиями и малномерными лесонасаждениями, причем бóльшим значениям потерь при валке и трелевке соответствуют меньшие потери при вывозке деревьев, и наоборот.

Нормативы отходов зависят от ряда факторов, и поэтому для практических расчетов пользуются средневзвешенными величинами, определяемыми по формулам:

9. Потери элементов кроны в процессе лесозаготовок, %

Порода	Температурные условия, °С	При валке		При формировании воя и трелевке		При вывозке деревьев
		бензопилой	валочно-пакетирующей машиной	вершиной вперед	комлем вперед	
Сосна	+	5 ... 14	3 ... 7	11 ... 20	5 ... 17	10 ... 23
	—	12 ... 21	6 ... 10	17 ... 31	11 ... 24	20 ... 35
Ель	+	5 ... 10	2 ... 7	5 ... 12	5 ... 10	10 ... 18
	—	10 ... 15	5 ... 10	15 ... 25	10 ... 21	20 ... 30
Береза	+	4 ... 12	3 ... 6	10 ... 18	7 ... 9	10 ... 27
	—	11 ... 20	5 ... 10	15 ... 25	12 ... 26	19 ... 36
Осина	+	4 ... 13	3 ... 6	11 ... 31	7 ... 15	10 ... 27
	—	15 ... 24	8 ... 13	21 ... 37	13 ... 28	20 ... 38
Кедр	+	5 ... 12	3 ... 7	7 ... 18	5 ... 11	10 ... 21
	—	14 ... 19	6 ... 11	15 ... 25	10 ... 21	10 ... 30
Пихта	+	4 ... 12	3 ... 6	11 ... 21	5 ... 17	10 ... 25
	—	13 ... 22	6 ... 12	13 ... 32	11 ... 25	20 ... 35
Липа	+	3 ... 11	3 ... 6	11 ... 31	7 ... 14	10 ... 27
	—	13 ... 22	7 ... 12	20 ... 30	13 ... 28	20 ... 34

отходы кроны на растущих деревьях или отходы обработки древесины

$$\bar{N} = \gamma_1 N_1 + \gamma_2 N_2 + \gamma_3 N_3 + \dots + \gamma_k N_k, \quad (2)$$

где $\gamma_{1, 2, \dots, k}$ — доля каждого вида сырья в общем его объеме при определении нормативов отходов обработки древесины или каждой породы древесины при определении нормативов отходов кроны, доли единицы; $N_{1, 2, \dots, k}$ — норматив образования данного вида отхода относительно каждого вида сырья или породы древесины, %; k — количество видов сырья или породы древесины;

потери отходов кроны в процессе заготовки и вывозки древесины

$$\bar{M} = \gamma_1 \left[M_{1+} + \frac{T}{12} (M_{1-} - M_{1+}) \right] + \gamma_2 \left[M_{2+} + \frac{T}{12} (M_{2-} - M_{2+}) \right] + \dots + \gamma_k \left[M_{k+} + \frac{T}{12} (M_{k-} - M_{k+}) \right], \quad (3)$$

где M_+ , M_- — потери элементов кроны при положительной и отрицательной температурах воздуха соответственно, %; T — период года с отрицательной температурой, мес.

Балансовый метод основывается на определении разницы между объемами перерабатываемого сырья и готовой продукцией из выражения

$$V = V_{\text{пр}} + Q_{\text{о+п}}; \quad (4)$$

отсюда

$$Q_{\text{о+п}} = V - V_{\text{пр}} = V(1 - 1/H) = V_{\text{пр}}(H - 1), \quad (5)$$

где $Q_{\text{о+п}}$ — объем отходов и потерь, м³; V — объем сырья, используемого в данном производстве, м³; $V_{\text{пр}}$ — объем продукции, вырабатываемой из данного объема сырья, м³; H — удельный расход сырья на выработку единицы продукции, м³/ед.

В результате вычисления по формуле (5) получается суммарный объем кусковых, мягких отходов и безвозвратных потерь, а для планирования их использования необходимо иметь данные отдельно по видам. Поэтому балансовый метод обычно применяется только для проверки полученных результатов расчетов, ресурсы древесных отходов для целей планирования их использования определяются нормативно-балансовым методом.

Нормативно-балансовый метод подразделяется на два варианта. При любом из двух вариантов сначала определяются суммарные объемы отходов балансовым методом, а затем полученные результаты по имеющимся нормативам разделяются на отдельные виды исходя из следующих условий.

1. При известных нормативах образования отдельных видов отходов и потерь из указанного объема сырья или продукции неизвестная величина объема отхода определяется из следую-

10. Ресурсы и использование древесных отходов (млн. м³)

Показатели	1975 г.		
	Отходы всего	в том числе	
		лесозаго- товок	лесопиления и дерево- обработки
Ресурсы всего	96,10	32,30	63,80
В том числе по Минлесбумпрому СССР	56,80	21,10	35,70
Использовано на технологические цели	21,00	1,61	19,39
В том числе из ресурсов Минлесбум- прома СССР	16,99	1,61	15,38
Использовано на топливные нужды	17,40	0,80	16,60
В том числе из ресурсов Минлесбумпро- ма СССР	13,10	0,80	12,30
Реализовано населению, сельскохозяй- ственным предприятиям	4,70	0,50	4,20
В том числе из ресурсов Минлесбум- прома СССР	1,96	0,50	1,41

ших выражений (например, образование кусковых отходов лесопиления при известных нормативах опилок и безвозвратных потерь):

$$Q_o = V \frac{N_o}{100}; \quad Q_6 = V \frac{N_6}{100}; \quad (6)$$

$$Q_k = V(1 - 1/H - N_6/100 - N_o/100) = \\ = V_{пр} \left[H - 1 - \frac{H}{100} (N_6 + N_o) \right], \quad (7)$$

где Q_o , Q_6 — количество опилок и безвозвратных потерь, м³; N_o — норматив образования опилок относительно сырья, %; N_6 — норматив безвозвратных потерь, %; Q_k — количество кусковых отходов, м³.

2. При известной структуре образующихся отходов по видам (например, в производстве сухого шпона количество отходов в виде карандашей, шпона-рванины и усушка определены от их суммарного объема, %) применяется формула

$$Q_i = (1 - 1/H) \gamma_i V / 100, \quad (8)$$

где Q_i — количество отходов данного вида, м³; γ_i — доля дан-ного вида отхода в общем их объеме, %.

Ресурсы отходов древесины определяют по нормативным и справочным материалам [12, 13, 23], а учитываемых отходов лесозаготовок также могут определяться по приведенным в табл. 8 формулам, которые позволяют получать необходимую информацию в каждом конкретном случае на основе таксационных данных по лесосеке, отведенной к рубке.

1980 г.			1985 г.		
Отходы всего	в том числе		Отходы всего	в том числе	
	лесозаго- товок	лесопиления и дерево- обработки		лесозаго- товок	лесопиления и дерево- обработки
94,48	29,00	65,48	96,68	32,19	66,49
55,84	19,37	36,47	59,53	20,50	39,03
26,62	4,15	22,47	30,60	4,74	25,86
17,80	1,49	16,31	20,87	1,76	19,11
13,89	1,35	12,54	17,90	1,81	16,09
10,87	0,90	10,07	11,79	0,92	10,87
5,57	0,80	4,77	8,14	0,86	7,28
2,93	0,29	2,64	3,01	0,18	2,83

Ресурсы древесных отходов, вычисленные по нормативному и нормативно-балансовому методам, и их использование приведены в табл. 10, причем ресурсы отходов лесозаготовок определены по нормативам образования отрезков хлыстов при раскряжке и поступления отходов кроны на верхние лесосклады с учетом потерь их части на лесосеке и использования для укрепления лесовозных усов. При этом следует учитывать, что на лесосеках кроме учитываемых по данным табл. 8 и 9 остается большое количество отходов в виде обломков стволов, поврежденных маломерных хлыстов, маломерных деревьев, спиленных в процессе подготовки погрузочных площадок (верхних лесоскладов), мест валки деревьев, трелевочных волоков, трасс лесовозных усов и др. Если количество элементов кроны поддается нормированию исходя из данных о биологической продуктивности лесов отдельных районов, то остальные виды отходов являются результатом применяемого технологического процесса, отношения лесозаготовителей к лесным ресурсам и объемы их определяются только на основании натурального обследования лесосек, пройденных рубками главного пользования. Такие обследования проводились рядом институтов отрасли практически по всем лесным районам страны под методическим руководством ЦНИИМЭ. Измерение объемов оставшейся на лесосеках древесины проводили с применением метода «пересеченных линий», который заключается в следующем. Через опытный участок вырубki прямоугольной формы прокладываются линии по наиболее типичным местам. Наилучшие результаты достигаются при их прокладке по диагоналям и поперек прямоугольника в двух местах на расстоянии 0,25 длины стороны от углов. Считая, что эти линии проходят по середине

11. Количество отходов стволовой древесины на лесосеках и погрузочных площадках

Место проведения исследований	Запас древесины, м ³ /га	Количество, м ³ /га				
		кусковых стволовой древесины	валежника	леса, остав- ленного на корню	Всего	
					Объем	% от за- паса
1. Тюменская область	236,5	20,6	1,1	0,4	22,1	9,3
2. Хабаровский край	220,8*	19,5	29,7	32,8	82,0	37,1
3. Амурская область:						
зимой	260,1*	96,8	—	—	96,8	37,2
летом	185,0*	59,0	—	2,7	61,7	33,3
4. Приморский край:						
зимой	182,6*	40,6	—	10,4	51,0	27,9
летом	107,0*	41,0	—	4,5	45,5	42,5
5. Красноярский край	236,7	24,5	21,4	7,7	53,6	22,0
6. Коми АССР	232,5	20,2	30,1	5,1	55,4	23,8
7. Калининская область	300,0	26,9	56,5	1,0	84,4	27,8
8. Новгородская область	300	59,3	33,4	0,5	93,2	31,1
9. Пермская область:						
зимой	—	51,8	49,4	2,3	103,5	—
летом	—	43,6	69,3	2,6	115,5	—
10. Карельская АССР	122,1	7,1	3,2	—	10,3	8,4
11. Архангельская область	172,0	6,5	2,9	22,5	31,9	18,5

* Объем вывозки древесины.

лент шириной 1 м, замеряют диаметры всех порубочных остатков в направлении лент, и объем оставшихся древесных отходов определяется по формуле

$$Q = F \sum_{i=1}^n f_i / (KL), \quad (9)$$

где F — площадь лесосеки, га; f_i — площадь поперечного сечения i -го древесного отхода, м², с диаметром d_i , м; n — число пересеченных отходов; L — суммарная длина проложенных линий, м.

Если принять сечения отходов круглыми и распределение их статистически равномерным по площади, то коэффициент K , учитывающий угол между линией замера и осями отходов, равен:

$$K = 2/\pi \text{ и}$$

$$Q = \pi^2 F \sum_{i=1}^n d_i^2 / (8L) = 12337 F \sum_{i=1}^n d_i^2 / L. \quad (10)$$

Результаты проведенных обследований по некоторым областям приведены в табл. 11.

Анализ древесного сырья, оставшегося на лесосеках Крестецкого ЛПХ ЦНИИМЭ, по размерам показывает, что 65 %

из них имеет диаметр 6...18 см, 70 % — длину 2...10 м. Отсюда видно, что эти отходы представляют собой целые хлысты или их части, из которых можно вырабатывать круглые лесоматериалы или качественную технологическую щепу различного назначения. Приведенные в табл. 8, 9 данные не учитывают сучья, ветви и вершинки, а также столовую древесину, используемую для укрепления трелевочных волоков и лесовозных усов, которые в отдельных районах составляют значительные объемы.

Глава II

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НИЗКОКАЧЕСТВЕННОЙ ДРЕВЕСИНЫ И ОТХОДОВ

1. Целлюлозно-бумажное производство

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 термохимическим способом. Во время варки щепы разного размера сначала превращается в целлюлозу мелкая щепа и при доварке крупной щепы происходит значительное разрушение целлюлозы из мелкой щепы. Поэтому для каждого сорта целлюлозы требуется щепа 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 применяется для выработки бумаг высокой прочности, писчей, газетной, типографской, стойкой обложечной, разных картонов и др.

Выход небеленой целлюлозы из древесины составляет 44...56 %, а при ступенчатой варке 70 %.

Беленая целлюлоза применяется в производстве высокопрочной типографской бумаги, тонкой, светочувствительной, чертежно-рисовальной, обложечной, картографической и других видов бумаги.

Беленая облагороженная целлюлоза применяется для выработки основ пергамента и фибры, фильтровальной, промокающей бумаги и в композиции санитарно-бытовых бумаг.

Растворимая облагороженная целлюлоза применяется для выработки вискозного шелка и штапельного волокна.

Бисульфитную целлюлозу получают при одноступенчатой сульфитной варке с применением бисульфита магния и 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, беленую, среднемягкую, предгидролизную с выходом примерно 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 расти-

тельного сырья. При этом удаляется только часть неволокнистых веществ и требуется дополнительная механическая обработка, так называемый полумассный размол для того, чтобы завершить разделение на волокна. Получают ее главным образом из лиственной древесины и однолетних растений. Выход полуцеллюлозы из исходного сырья составляет 65..85 %. Применяются следующие способы варки: моносльфитный, бисульфитный, обычный сульфитный, сульфатный, холодно-щелочной. По своим 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.

В качестве сырья в целлюлозно-бумажном производстве используются балансы 1..4-го сортов различных пород и технологическая щепка из низкосортной древесины и древесных отходов. Требования к технологической щепке регламентируются ГОСТ 15815—83 «Щепка технологическая. Технические требования», в соответствии с которым вырабатывают щепу трех марок: Ц-1 — для сульфитной целлюлозы и древесной массы для бумаги с регламентируемой сорностью; Ц-2 — сульфитной целлюлозы и древесной массы для бумаги и картона с нерегламентируемой сорностью, сульфатной и бисульфитной целлюлозы для бумаги и картона с регламентируемой сорностью; Ц-3 — для сульфатной целлюлозы и различных видов полуцеллюлозы для бумаги и картона с нерегламентируемой сорностью. Размеры и показатели качества технологической щепы в зависимости от ее назначения должны соответствовать значениям, приведенным в табл. 12.

По согласованию с потребителем щепка марки Ц-3 для выработки целлюлозы и полуцеллюлозы, используемой в производстве картона и упаковочной бумаги с нерегламентированной сорностью, может изготавливаться с содержанием коры до 10 %.

Технологическую щепку вырабатывают из отходов предварительно окоренных бревен и низкокачественной древесины, очищенной от коры и гнили на специальных установках. Одним из показателей качества щепы является чистота и угол среза. Срезы должны быть под углом 30..60°, чистыми, без мятых кромок. Количество щепы, не соответствующей этим требованиям, не должно превышать 30 % объема партии.

Породный состав щепы различного назначения регламентируется разными показателями; в щепе хвойных пород для целлюлозно-бумажного производства допускается до 10 % лиственных пород, а в щепе лиственных пород — до 10 % хвойных, кроме щепы для нейтрально-сульфитной варки и производства

12. Размеры и показатели качества технологической щепы

Наименование показателя	Величины показателей		
	Ц-1	Ц-2	Ц-3
Размеры щепы, мм:			
длина	15 . . . 25	15 . . . 25	15 . . . 25
толщина не более	5	5	5
Массовая доля, %:			
коры, не более	1,5	1,5	3,0
гнили, не более	1,0	3,0	7,0
минеральных примесей, не более	Не допус- каются	0,3	0,3
Остатков:			
на ситах с отверстиями диаметром:			
30 мм, не более	3,0	5,0	6,0
20 и 10 мм, не менее	86,0	84,0	81,0
5 мм, не более	10,0	10,0	10,0
на поддоне, не более	1,0	1,0	3,0
Обугленные частицы и металлические включения	Не допускаются		

древесной массы, где смесь щепы хвойных и лиственных пород не допускается. Динамика производства технологической щепы за 20 лет характеризуется данными табл. 13.

Из данных таблицы видно, что основной объем технологической щепы вырабатывается предприятиями Минлесбумпрома СССР и поэтому состояние производства щепы на его предприятиях имеет решающее значение в обеспечении потребителей сырьем. Анализ данных по годам показывает, что производство технологической щепы в 1978 г. достигло 9 млн. м³ и практически на этом уровне стабилизировалось до 1984 г. И только после проведения организационно-технических мероприятий (создание новых мощностей, реконструкция существующих цехов, внедрение передвижных рубильных машин и др.) с 1984 г. объем выработки стал увеличиваться и в 1985 г. до-

13. Производство технологической щепы для ЦБП, млн. м³

Наименование показателей	Годы				
	1965	1970	1975	1980	1985
Всего по СССР	0,8	3,4	8,2	9,7	11,2
Минлесбумпром СССР	0,8	3,2	7,6	9,0	10,4
в том числе:					
из отходов лесопиления и деревообработки	0,8	2,8	4,2	4,4	5,6
из отходов лесозаготовок и низкокачественной древесины	—	0,4	3,4	4,6	4,8

стиг 10,4 млн. м³, что ниже ранее намеченного объема. При этом следует отметить, что даже при снижении объема выработки пиломатериалов выработка технологической щепы из отходов лесопиления и деревообработки постоянно увеличивалась и это свидетельствует о наличии неиспользованных ресурсов древесных отходов.

Из общего количества предприятий и цехов Минлесбумпрома СССР, вырабатывающих пиломатериалы, 16 % имеют годовой объем выработки пиломатериалов до 10 млн. м³, 19 % — от 10 до 25 тыс. м³. Организация переработки отходов таких предприятий во многих случаях оказывается экономически нецелесообразной. Концентрация лесопильно-деревообрабатывающих производств по предложению ВНИПИЭИлеспрома позволит повысить объем выработки пиломатериалов на одном предприятии с 60 до 85 тыс. м³, что даст возможность повысить эффективность и объемы производства щепы;

на предприятиях в настоящее время потребляется в качестве промышленного топлива много кусковых отходов лесопиления и деревообработки, причем эти отходы представляют собой лучшую часть древесины для химической переработки. Поэтому целесообразно вовлекать неиспользуемые отходы окорки и организовать производство брикетов из мягких отходов производства;

необходимо сократить потребление технологической щепы из кусковых отходов лесопиления в микробиологической промышленности, ежегодный объем которой из ресурсов Минлесбумпрома СССР составляет 2 млн. м³, в то время, как большие объемы мягких отходов остаются неиспользованными и вывозятся в отвал;

примерно 80 % неиспользуемых кусковых отходов остаются в Сибири и на Дальнем Востоке, где недостаточно развиты перерабатывающие производства и ограничены транспортные возможности;

целесообразно увеличить объем окорки пиловочника с 20 до 50 млн. м³ и организовать отдельную распиловку еловых бревен, увеличив тем производство еловой щепы для сульфит-целлюлозного производства.

Один из реальных путей увеличения ресурсов технологической щепы для целлюлозно-бумажного производства в процессе лесопиления — сокращение выпуска необрезных пиломатериалов. В настоящее время на лесопильных предприятиях выпуск необрезных пиломатериалов составляет значительную долю, а это значит, что отходы производства, пригодные для выработки технологической щепы для целлюлозно-бумажного производства, теряются безвозвратно.

В сложившихся условиях было бы целесообразно необрезные пиломатериалы, первоначально хвойных пород, сконцентрировать на пяти-шести межобластных пунктах (ближе к потре-

бителям), где организовать высокомеханизированное производство качественных пиломатериалов и технологической щепы для целлюлозно-бумажного производства.

2. Древесные плиты

Одним из потребителей низкокачественной древесины и древесных отходов является промышленность древесных плит. Древесностружечные плиты (ДПС) изготавливают на основе измельченных древесных частиц, смешанных со связующим веществом, путем горячего прессования. Плиты подразделяются на марки П-1, П-2, П-3. Плиты используют для изготовления мебели, строительных панелей, футляров, временных сооружений, корпусов приборов и машин, тары (кроме пищевой), контейнеров, стеллажей, в элементах конструкций полов, кровли, стеновых панелей, антресолей, подоконников и других несущих элементах конструкций, деталях кузовов автофургонов, перегородках вагонов. Размеры и физико-механические свойства плит регламентируются ГОСТ 10632—77.

Древесноволокнистые плиты (ДВП) изготавливают из древесины или других растительных волокон с добавлением специальных составов и потребляют в качестве конструкционного, облицовочного и изоляционного материала. Сырьем для изготовления ДВП являются отходы лесозаготовок, лесопиления, деревообработки и низкокачественная древесина, измельченные до заданных размеров на специальном оборудовании.

Производство древесных плит растет достаточно быстрыми темпами, что видно из табл. 14.

Современная технология и оборудование позволяют использовать в производстве древесных плит отходы от разделки круглых лесоматериалов, раскроя лущеного шпона, шпон-рванину, рейки и обрезки пиломатериалов, низкокачественную древесину и отходы от рубок промежуточного и главного поль-

14. Производство древесных плит

Виды плит	Объем по годам			
	1970	1975	1980	1985
Количество плит всего:				
древесностружечных, тыс. усл. м ³	1991	3994	5454	6880
древесноволокнистых, млн. усл. м ²	212	408	477	566
Использовано отходов, млн. м ³	2,41	3,88	4,22	6,22
Из общего объема по Минлесбумпро- му СССР:				
древесностружечных, тыс. усл. м ³	1680	3533	4919	6309
древесноволокнистых, млн. усл. м ²	133	377	488	539
использовано отходов, млн. м ³	1,73	3,09	3,36	4,81

зования лесом и др. В связи с этим одним из основных направлений повышения эффективности производства древесных плит является увеличение объемов использования древесных отходов и в первую очередь для предприятий, расположенных в малолесных районах.

При производстве древесных плит допускается использовать древесину лиственных и хвойных пород. Порода древесного сырья оказывает большое влияние на качество получаемых древесных плит, и поэтому очень важно обеспечивать постоянный породный состав низкокачественной древесины и отходов. Рекомендуется получаемое древесное сырье сортировать на четыре породные группы: ель, сосна, кедр, пихта; береза, ольха, липа; осина, тополь; бук, дуб.

В производстве трехслойных ДПС для наружных слоев используют древесину хвойных и мягких лиственных пород, для внутреннего слоя — древесину твердых лиственных пород.

В производстве ДВП мокрым способом используют преимущественно древесину хвойных пород, при сухом способе производства — древесину лиственных пород.

Повышенное содержание в древесине лиственных пород легко гидролизуемых веществ ухудшает качество оборотных вод, снижает выход волокнистой массы при переработке мокрым способом. Меньшая, примерно в три раза, длина волокна по сравнению с трахеидами хвойных пород сказывается и на механических свойствах плит. Современная технология производства ДВП и применение упрочняющих добавок позволили увеличить применение доли древесины лиственных пород в их производстве.

Технологическая щепка, получаемая из низкокачественной древесины и древесных отходов для производства ДПС и ДВП, должна соответствовать следующим параметрам, мм: длина щепы по волокну 10...60, толщина не более 30. Доля крупной фракции более 30 мм в общем составе щепы не должна превышать 5%. Кондиционная фракция размером от 5 до 30 мм должна составлять не менее 85%, а мелкая фракция — не более 10%. Технологическая щепка для производства ДВП должна соответствовать следующим параметрам, мм: длина частиц по волокну 10...35, толщина не более 5. Кондиционная фракция размером от 10 до 30 мм должна составлять не менее 79%. Доля крупной фракции более 30 мм и мелкой фракции от 5 до 10 мм не должна превышать 10%. Отсев частиц размерами менее 5 мм ограничен и должен быть не более 1%.

Удельный расход сырья, получаемого из древесных отходов, в производстве древесных плит ниже, чем у получаемого из низкокачественной древесины. Это связано с тем, что кусковые отходы, а соответственно и технологическая щепка, изготовляемая из них, содержит более здоровую (заболонную) часть древесины с меньшим количеством гнили по сравнению с низ-

кокачественной древесиной. В процессе измельчения низкокачественной древесины с большим содержанием гнили значительная ее часть превращается в пыль, что увеличивает технологические потери. Кроме того, при ее переработке часть теряется в процессе сортировки и разделки. Содержание гнили в общей массе должно составлять не более 5 %.

Примесь коры в составе технологической щепы снижает прочность ДПС, увеличивает расход связующего, а в производстве ДВП также затрудняет процесс обезвоживания волокнистого ковра, загрязняет сточные воды, вызывает сложности с отделкой плит, портит их внешний вид. Засоренность технологической щепы корой в общей ее массе не должна превышать 15 %.

Содержание минеральных примесей в технологической щепе при производстве ДВП и ДПС плит не должно превышать: при производстве ДПС 0,5 %, при производстве ДВП 1 %. Металлические включения и обугленные частицы в составе технологической щепы не допускаются.

Дальнейшее развитие производства древесных плит невозможно без вовлечения новых сырьевых ресурсов.

Одним из путей повышения эффективности производства микростружки является использование в качестве исходного сырья мягких отходов лесопиления и деревообработки (опилки, стружки-отходы, щепы из шпона-рванины). Технологический процесс получения микростружки из мягких отходов более эффективен, чем из специально изготовленной стружки.

Так, опилки, получаемые при поперечной распиловке древесины на круглопильном станке, имеют вид волокнистых частиц. Их без дополнительной переработки можно добавлять в стружку для внутреннего и наружного слоя трехслойных плит. Использование опилок позволяет снизить норму расхода древесины в среднем на 0,5 %. Организация использования опилок в производстве ДПС не требует дополнительных затрат.

При переработке на современных рубильных машинах кусковых отходов лесопиления и деревообработки в получаемой технологической щепе содержится 2—3 % крупной фракции, которая ранее относилась к технологическим отходам, сейчас после доизмельчения используется в производстве древесных плит. Наибольшую долю в общем объеме вторичных отходов (70—80 %) составляет мелочь, которую в настоящее время эффективно используют в производстве ДПС для формирования наружных слоев.

Различные виды древесных отходов по-разному влияют на качественные показатели плит. В связи с этим проведены обширные исследования по определению технической возможности и экономической целесообразности их применения в качестве сырья для выработки плит, которые дали положительные результаты. Одна из последних работ по данному вопросу выпол-

15. Зависимость показателей от содержания технологической щепы

Показатель	Величина показателя при содержании щепы, %				
	0	25	50	75	100
Предел прочности, МПа: при статическом изгибе	14,9	17,6	17,9	17,8	17,8
при растяжении перпендикулярно волокнам	0,32	0,35	0,36	0,36	0,36
Разбухание по толщине, %	23,9	19,9	20,0	19,5	20,0

нена. Анализ полученных результатов Майкопского отдела НПО «Севкавпроектмебель» для ДПС показал, что содержание древесных отходов в составе сырья практически не оказывает влияния на плотность плит, а данные по остальным показателям приведены в табл. 15 и 16.

Приведенные данные показывают, что содержание технологической щепы (привозной, собственного производства) из кусковых отходов древесины и опилок до 25 % в составе сырья не влияет на прочностные показатели плит. Некоторое понижение прочности плит при отсутствии щепы объясняется влиянием на эти показатели других видов отходов, содержащихся в сырье.

Проанализировано также влияние на прочностные свойства плит содержания в сырье стружки-отходов, шпона-рванины, карандашей, шлифовальной пыли и отходов форматной обрезки плит. Результаты показали, что при изготовлении плит только из древесных отходов прочностные показатели, особенно предел прочности при статическом изгибе, снижаются ниже допустимого техническими требованиями уровня. Поэтому сделан вывод, что при существующей технологии производства плит количество сырья для технологической переработки должно быть не меньше 30—35 %. Максимально-допустимое содержание различных видов древесных отходов в общей массе сырья составляет, %: технологическая щепа из кускового отхода лесопиления и деревообработки 70, отходы фанерного производ-

16. Зависимость показателей от содержания опилок

Показатель	Величина показателя при содержании опилок, %					
	5	10	15	25	50	60
Предел прочности, МПа: при статическом изгибе	17,8	17,9	18,2	17,8	14,9	14,9
при растяжении перпендикулярно волокнам	0,36	0,41	0,37	0,35	0,31	0,30
Разбухание по толщине, %	15,8	19,4	20,0	20,0	27,8	23,3

ства 70, стружка от деревообрабатывающих станков 20, опилки 25, шлифовальная пыль 11.

Эти данные нельзя считать окончательными, особенно по содержанию технологической щепы и станочной стружки, но тем не менее они явились основой для изыскания дополнительных местных ресурсов древесного сырья.

Учитывая наличие в регионе деятельности объединения «Юг-мебель» деревообрабатывающих производств других министерств и ведомств и лесозаготовительных предприятий Минлесхоза РСФСР, объединение организовало работу по вовлечению отходов, образующихся от переработки древесины на указанных предприятиях. В результате обследовано более 100 предприятий 23 министерств и ведомств, занимающихся переработкой древесины, восьми краевых и областных управлений лесного хозяйства, семи предприятий Минлесбумпрома СССР, не входящих в состав объединения «Югмебель». Было выявлено свыше 350 тыс. м³ древесных отходов, пригодных и доступных для вовлечения их в производство ДПС, в том числе на предприятиях Минлесхоза РСФСР 133 тыс. м³, Минлесбумпрома СССР 160 тыс. м³, других министерств и ведомств 65 тыс. м³.

Одновременно были определены возможности организации переработки отходов на щепу на крупных предприятиях, создания централизованных участков по сбору и транспортировке отходов от предприятий с небольшими объемами переработки древесины, разработаны мероприятия и схемы организации перевозок технологической щепы и древесных отходов к местам потребления.

В ВПО «Югмебель» проведено техническое перевооружение действующих участков по приемке и переработке отходов на заводах с одновременным увеличением их мощности. Созданы дополнительные участки по сбору и отгрузке отходов на мебельных предприятиях объединения. Предприятиям лесного хозяйства переданы в аренду передвижные рубильные машины, оказана помощь в реконструкции существующих участков по переработке отходов. Увеличен парк автотранспорта для перевозки щепы на близкие расстояния, а для дальних перевозок приобретены железнодорожные вагоны, которые переоборудованы под перевозку щепы. Созданы централизованные участки по сбору и переработке отходов в Гуково (Ростовская обл.), Суровкино (Волгоградская обл.), Афипской (Краснодарский край), Алагир (СО АССР) и передвижной участок в Ростове. В результате проделанной работы использование всех видов древесных отходов в производстве ДПС за XI пятилетку достигло 1546 тыс. м³. Расход древесных отходов 1 м³ ДПС, в целом по ВПО «Югмебель» составляет 40 %, а на ПО «Апшероне» и «Дружба» 68 % общего объема.

Большое внимание уделяется проблеме использования низкокачественной древесины и древесных отходов в Эстонской

ССР. На основе баланса, составленного Минлеспромом и Минлесхозом Эстонской ССР, разработаны мероприятия по комплексному и более эффективному использованию лесосырьевых ресурсов республики до 1990 г. Главным направлением использования низкокачественной древесины и древесных отходов является производство древесных плит. Для этих целей предусматривается их перерабатывать до 300 тыс. м³ в год.

В пределах г. Киева ежегодно образуется около 300 тыс. м³ древесных отходов, из которых кусковые отходы составляют 55 %, опилки 30 % и 15 % — стружка-отходы. В условиях отдаленности города от поставщиков сырья многолесных районов проблема рационального использования местных ресурсов сырья приобрела первостепенное значение. Для переработки собственных отходов основного цеха объединением «Киевдрев» проведена реконструкция завода по производству ДПС, для доставки щепы из отходов других предприятий приобретены автощеповозы и арендованы железнодорожные вагоны. В результате проведенной работы высвобождено более 2,5 тыс. вагонов в год.

3. Строительные материалы

Одним из основных видов материалов в строительстве является древесина. Баланс ее в общей стоимости всех материальных ресурсов в строительстве составляет 13 %. Поэтому повышение уровня комплексного использования за счет вовлечения в переработку древесных отходов является одним из наиболее мощных резервов повышения экономической эффективности использования древесины в строительстве.

Древесные отходы становятся основой для производства эффективных заменителей деловой древесины, экономических строительных материалов и изделий. Постоянно расширяется ассортимент и объем производства строительных материалов из отходов.

Кусковые отходы от лесопиления и деревообработки, стружка, опилки, кора, а также некоторые виды отходов лесохимической промышленности используют в промышленности строительных материалов для изготовления различных конструктивно-теплоизоляционных, отделочных, строительных материалов, стандартного домостроения, дверей, окон и других потребностей.

Строительные материалы и изделия из древесных отходов классифицируют в зависимости от вида используемого сырья, способов их производства и областей применения.

По первому признаку они подразделяются на три группы: I группа — продукция, получаемая из кусковых отходов лесопиления и деревообработки (горбылей, реек, обрезков и др.); II группа — строительные материалы и изделия, для изготов-

ления которых используются мягкие отходы (опилки, стружка);
III группа — продукция из коры и сучьев.

В зависимости от способов производства строительные материалы и изделия подразделяются на четыре группы:

I группа — продукция, изготавливаемая механическим путем с применением станочного оборудования, с применением или без применения клеевых материалов (клееные панели и щиты, торцовые щиты, дрань и другие);

II группа — материалы и изделия, для производства которых требуется формующее оборудование и минеральные вяжущие вещества (арболит, опилкобетон и другие);

III группа — продукция, выпускаемая с применением пресующего оборудования и клеевых материалов (ДПС, ДВП, волокнистый кровельный материал, тырсолит и другие);

IV группа — материалы и изделия, изготовленные с помощью пресующего оборудования и высокотемпературной обработки без связующих веществ (пъезотермопластики, лигноуглеводные пластики, древесношерстные плиты и др.).

В зависимости от области применения строительные материалы, получаемые из древесных отходов, подразделяются на две группы: конструкционно-изоляционные и отделочные;
I группа — материалы, применяемые для стен, перегородок, полов, кровли (арболит, гипсоопилочные блоки, опилкобетон, половые щиты и другие); II группа — материалы, используемые для отделки стен и потолков внутри зданий, изготовления встроенной мебели (волокнисто-стружечные плиты, тырсолит, вибролит и другие).

Некоторые перечисленные материалы могут применяться как конструкционно-изоляционный и как отделочный материал.

Арболит относится к группе легких бетонов и изготавливается на основе органического заполнителя (дробленка, одубина, костра, стебли хлопчатника), связующих и минерализатора (за рубежом аналогичные материалы называют велокс и дюрисол).

Изделия из арболита выпускаются в виде панелей, блоков или плит и в соответствии с ГОСТ 19222—84 «Арболит и изделия из него» подразделяются: по назначению — на теплоизоляционные (марки М5, М10 и М15) и конструкционно-изоляционные (марки М25 и М35); по конструкции — на армированные и неармированные; по наружному профилю — на плоские и сложного профиля; по отделке поверхности — на офактуренные и неофактуренные.

Арболит имеет высокую прочность на сжатие и растяжение, повышенную трещиностойкость, достаточно высокую сопротивляемость ударным нагрузкам, что обеспечивает его хорошую транспортабельность.

Одним из недостатков арболита является повышенное (до 60 %) водопоглощение. Для защиты от влаги поверхности

изделий покрывают цементно-песчаным раствором или другими материалами.

Арболит имеет большую усадку. Этим определяются жесткие требования по влажности, предъявляемые к готовым изделиям перед отправкой потребителю. При высыхании изделия до влажности 10...12% усадка составляет в среднем до 5 мм на 1 м изделия.

Одним из важных достоинств арболита является его высокая удельная теплоемкость по сравнению с другими материалами. Опыт эксплуатации жилых помещений из арболита на полярных станциях показал его высокую эффективность. При изготовлении стеновых элементов таких помещений из бетона их толщина должна быть не менее 1,0 м против 0,4 м у арболита.

Марка арболита принимается в зависимости от предела прочности при сжатии контрольных кубов размерами 150×150×150 мм, твердеющих при температуре 18...25°C, относительной влажности воздуха 60...80%, испытанных через 28 сут после формования.

Арболит с объемной массой свыше 400 кг/м³ относится к трудносгораемым, менее 400 кг/м³ — к сгораемым материалам, арболит, защищенный от увлажнения, относится к биостойким материалам.

Наибольшей прочностью обладают образцы влажностью 16...17%. Изменение влажности материала в большую или меньшую сторону приводит к уменьшению прочности, что связано со свойствами органического заполнителя изменять форму и размеры при изменении влажности. Существенное влияние на прочностные свойства арболита оказывает содержание в органическом заполнителе коры и гнили. Увеличение содержания коры до 20...22% снижает его прочность на 30...40%. Прочность арболита зависит от плотности, которая различна для разных видов органического заполнителя, что видно из данных табл. 17.

Основным видом органического заполнителя в производстве арболита является древесина, которая наряду с ценными свойствами (малая плотность, хорошая смачиваемость, легкость обработки и др.) имеет и отрицательные качества, которые затрудняют получение материала высокой прочности из высокопрочных составляющих. К основным недостаткам древесного заполнителя относятся повышенная химическая агрессивность, значительные объемные деформации при изменении влажности, высокая проницаемость, упругость и др.

Повышенная химическая активность объясняется наличием в древесине так называемого «цементного яда», основными составляющими которого являются сахароза, глюкоза, фруктоза и часть гемицеллюлозы, в определенных условиях превращающаяся в сахара; в меньшей степени опасны крахмал, смолы.

17. Средняя плотность арболита

Марка	Вид измельченного органического заполнителя			
	Отходы лесопиления и деревообработки	Отходы лесозаготовок	Одубина	Костра льна или стебли хлопчатника
5	400	500	550	500
10	500	550	600	600
15	600	650	700	650
25	650	700	750	700
35	700	750	800	—

В связи с изложенным древесное сырье перед подачей в производство требует специальной подготовки. Наиболее простой и дешевый способ подготовки древесного заполнителя — выдержка его не менее 2 мес на открытом воздухе при положительных температурах, при котором значительно уменьшается содержание вредных веществ.

На величину влажностных деформаций арболита значительное влияние оказывает фракционный состав заполнителя. Длина древесных частиц должна быть 5...50 мм, толщина до 5 мм; оптимальной является длина частиц 15...25 мм.

Существуют два способа производства арболитовых изделий: вибропрессованием или вибропрокатом смеси и виброуплотнением. В первом случае необходимо двухстадийное измельчение древесного заполнителя, во втором одностадийное в соответствии с требованиями ГОСТ 15815—83 «Щепа технологическая». При необходимости вторичного измельчения древесных частиц применяют дробилки типа ДМ-1 или ДМ-1А, позволяющие получить древесные частицы в соответствии с требованиями технологического процесса.

Технологический процесс производства арболитовых изделий включает следующие операции: измельчение кусковых древесных отходов сначала на рубильной машине, затем на молотковой дробилке; приготовление арболитовой смеси; формование изделий; твердение; распалубку изделий, их комплектацию и отделку.

Наилучшим сырьем для использования в качестве органического заполнителя является древесина зимней заготовки, когда сокодвижение в древесине временно прекращается.

Арболит применяется при строительстве жилых, общественных, промышленных и сельскохозяйственных зданий в качестве панелей и блоков наружных и внутренних стен, стеновых камней, плит перекрытий и покрытий зданий, панелей перегородок, теплоизоляционных и звукоизоляционных плит, многослойных стен, а также перекрытий и полов.

Применение арболита способствует экономии деловой древесины в деревянном домостроении, так как 1 м³ древесных от-

18. Характеристика древесношерстных плит

Марка плит	Плотность, кг/м ³	Толщина, мм	Назначение плит
А	250 . . . 500	10; 16; 18	Изоляционные, изоляционно-отделочные
Б	500 . . . 700	10; 16; 18	Конструкционно-изоляционные
В	700 . . . 1000	10; 16; 18	Конструкционные

ходов, переработанных на арболит, высвобождает в строительстве 1,5 м³ пиловочника.

Еще больший экономический эффект может быть получен от замены деревянных малоиндустриальных перекрытий полносборными арболитовыми, применение которых не только снижает стоимость перекрытий и повышает их сборность, но приводит к снижению количества типоразмеров блоков.

Древесношерстные плиты. Древесношерстные плиты изготавливают на основе измельченных древесных отходов без использования связующих полусухим способом с применением гидротермообработки и подразделяют на изоляционные и изоляционно-отделочные, конструкционные и конструкционно-изоляционные (табл. 18).

Древесношерстные плиты используют в строительстве для устройства перегородок, отделки внутренних стен и потолков зданий, утепления совмещенных покрытий, изготовления дверных полотен. Древесношерстные плиты обладают высокими строительными качествами.

Щитовой паркет. Паркет, изготавливаемый из кусковых отходов лесопиления, состоит из нижнего щита — основания и верхнего покрытия, наклеенного на основание. Щит изготавливают из древесины хвойных пород, покрытие из твердых лиственных пород древесины.

Сырье для изготовления паркета сначала высушивают по влажности 8 %, затем заготовки раскаивают по длине на торцовочном станке и по ширине — прирезном станке, обеспечивая размеры, приведенные в табл. 19.

Технологические операции по обработке заготовок и сборке щитов: разделка заготовок для фризы на рейки длиной 25; 50 или 100 мм, шириной 50 мм и толщиной 8 мм; строжка заготовок для реечного щита на рейсмусовом станке до толщины

19. Размеры заготовок для паркета, мм

Вид заготовки	Длина	Ширина
Для фризы	800	56
Для заполнения основания щита	665	90
Для основания рамки	775	60

24 мм; обработка заготовок основания в ручных ваймах и склеивание карбамидной смолой с добавлением щавелевой кислоты в качестве отвердителя; строжка щитов с обеих сторон после полного затвердения смолы до толщины 20 мм; нанесение слоя смолы на верхнюю пластъ щита; укладка предварительно подобранных фриз по всему основанию; склейка пресованием в гидравлическом прессе при температуре плит пресса 110—130 °С и удельном давлении 0,43 Па; строжка на рейсмусовом станке по толщине и обрезка по периметру на обрезном станке; шпаклевка и шлифовка лицевого покрытия; выборка паза глубиной 14 мм по кромке щита на фрезерном станке.

Опилкобетон. Опилкобетон представляет собой конструкционно-теплоизоляционный материал, в котором опилки и песок используют в качестве заполнителя, цемент и известь — в качестве вяжущего. Для изготовления опилкобетона потребляются опилки хвойных пород, просеянные через сита с отверстиями диаметром 10...20 и 5 мм. Остаток на сите диаметром 5 мм является кондиционной фракцией, а для повышения прочности к ней можно добавлять до 30 % стружки-отхода в виде остатка на сите с отверстиями диаметром 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 (жидкое стекло : вода — 1 : 7).

Опилкобетон изготавливают в следующем порядке: сначала тщательно перемешивают песок и вяжущее, к сухой массе добавляют опилки и массу вновь перемешивают с последующим постепенным введением воды. Для приготовления массы применяют обычные растворомешалки. Полученную массу укладывают в опалубку слоями 100...150 мм при тщательной трамбовке каждого слоя.

Состав опилкобетона подбирают в соответствии с данными табл. 20, приведенными исходя из следующих значений объемной массы (кг/м³): портландцемент 1200, известь гашеная 600, песок 1550, опилки 220.

Толщина стен зависит от климатических условий эксплуатации зданий и с учетом двусторонней штукатурки составляет, см:

Температура, °С		Толщина стен, см ²	Температура, °С		Толщина стен, см ²
—20	... —25	30	—35	...	40
—30	...	35	—40	...	45

При строительстве животноводческих зданий толщина стен должна быть не менее 35—40 см, а при строительстве гаражей и мастерских допускается 20—25 см.

Пьезотермопластики. В зависимости от применяемого сырья пьезотермопластики подразделяются на марки: ПТП-ИЛД —

20. Рекомендуемые составы опилкобетона

Марка опилкобетона и область применения	Состав 1 м ³ бетона по весу, кг						Объемная масса, кг/м ³	Коэффициент теплопровод- ности, Вт/м·К
	Марка портланд- цемента			известь гашеная	песок	опилки		
	М300	М400	М500					
М10 (наружные стены одноэтажных жилых домов)	105	—	—	150	530	210	950 . . . 1050	0,24
	—	90	—	165	530	210		0,28
М15 (наружные стены жилых зданий с ман- сардой; капитальные стены зданий, пояса и т. д.)	210	—	—	—	630	210	1050 . . . 1150	0,28
	—	135	—	105	610	200		0,31
М25 (животноводче- ские постройки, гара- жи, сарай, мастерские и т. д.)	300	—	—	—	670	190	1150 . . . 1250	0,31
	—	—	200	100	670	190		0,43

пъезотермопластики из измельченной лиственной древесины; ПТП-ИХД — пьезотермопластики из измельченной 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 способа 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 другими веществами для частичного гидролиза и обогащения его исходным связующим веществом.

3. Химическая поликонденсация пресс-материала с различными химическими реагентами: фурфуролом, фенолом, щелочным и гидролизным лигнином и др.

Технологические режимы прессования пьезотермопластиков из опилок без пресс-форм и при герметизации процессов и физико-механические свойства приведены в табл. 21 и 22.

Деревобетон является разновидностью опилкобетона с использованием в качестве заполнителя древесных опилок и мелкозернистого гравия. Он обладает высокими тепло- и звукоизо-

21. Режимы прессования пьезотермопластиков

Наименование показателей	Режимы прессования по видам плит			
	Изоляцион- ные	Полутвердые отделочные	Твердые	Сверх- твердые
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 прес-са (пресс-формы), °С при производстве:				
водостойкого пластика	200 ... 225	200 ... 225	200 ... 225	200 ... 225
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
Давление прессования, МПа	2,0 ... 2,9	3,9 ... 5,9	9,8 ... 14,6	14,6 ... 29,3
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
При прессовании без пресс-форм и температуре плит прессы, °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, с	180	180	180	180

ляционными свойствами, хорошо обрабатывается режущими инструментами, отделяется красками, керамической плиткой и штукатурным раствором. Материал биостоек и огнестоек. ДЕРЕВобетон применяется в виде монолита, используя метод скользящей опалубки.

Древесноопилочные плиты изготавливают из древесных опилок с применением смолы. Они подразделяются на два вида: для полов и для отделки. Плиты, используемые для полов, могут быть однослойными и сплошными, двухслойными ячеистыми и трехслойными толщиной от 19 до 40 мм. Плиты для отделки имеют ячеистую поверхность с одной стороны и гладкую — с другой.

22. Физико-механические свойства пьезотермопластиков

Показатели	Виды пьезотермопластиков из березовых опилок		
	Без пресс-форм	В герметических пресс-формах	Без пресс-форм из гидролизных опилок
Плотность, кг/м ³	720 . . . 1080	1300 . . . 1350	1350 . . . 1380
Водопоглощение за 24 ч, %	49 . . . 98	2,5 . . . 6,2	2 . . . 2,5
Разбухание за 24 ч, %	41 . . . 92	2,5 . . . 3,6	2 . . . 3
Пределы прочности, МПа, при:			
статическом изгибе	7,9 . . . 10,8	29,8 . . . 64	54
сжатии	79 . . . 122	79 . . . 118	66 . . . 75
растяжении	22,5 . . . 29	22,5 . . . 31	28 . . . 31

Древесноопилочные плиты для полов применяют в конструкциях перекрытий; склеенные попарно они могут быть применены для устройства перегородок. Для улучшения внешнего вида их рекомендуют отделывать шпоном, пластиком или красками.

Ячеистые плиты для отделки изготовляют прессованием опилочной массы на профильных матрицах. Для изготовления плит используют опилки хвойных пород, получаемые при лесопилении.

4. Гидролиз и лесохимия

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.

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).

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 трудногид-

ролизуемые. 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 сырья для технологической переработки.

На гидролизно-спиртовых заводах получаемые в процессе гидролиза гексоны сбраживают в этиловый спирт, а пентозы используют для получения кормовых дрожжей и фурфурола.

В качестве основного сырья на фурфурольных заводах используется листовенная древесина (а также кукурузная кочержка, 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 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, осинной 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 производств 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 целлюлолигнин варят со щелочью, растворяя лигнин, остающийся гемицеллюлозный гидролизат 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 негашенной 85 %-ной 4,3 кг, воды 3,6 м³, 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 м³, пара 0,69, электроэнергии 480 кВт·ч и марганцовокислого калия 0,13 кг. При переработке 1 т жидкой углекислоты в твердую расходуется дополнительно 42 м³ воды и 109 кВт·ч электроэнергии.

В качестве исходного сырья используют опилки и специально измельченную древесину в виде щепы хвойных и лиственных пород. В зависимости от назначения щепу для гидролизного производства вырабатывают в соответствии с ГОСТ 15815—83 трех марок: ГП-1, ГП-2 и ГП-3. Щепа марки ГП-1 используется для выработки спирта, дрожжей, глюкозы и фурфурола, щепа марки ГП-2 — для выработки пищевого кристаллического ксилита, щепа марки ГП-3 — для выработки фурфурола и дрожжей при двухфазном гидролизе.

Для спиртового и дрожжевого производства пригодна древесина всех хвойных и лиственных пород. Однако смесь древесины допускается только для заводов, выпускающих дрожжи. В производстве спирта используют щепу, состоящую не менее чем на 70 % из хвойной или лиственной древесины, с примесью соответственно лиственной или хвойной породы не более 30 %. В производстве фурфурола используют в качестве сырья древесину любых лиственных пород, однако допускается примесь хвойных пород до 5 %. Для выработки глюкозы потребляют древесное сырье только хвойных пород без примеси лиственных.

Технологическая щепа, используемая в качестве сырья в гидролизном производстве, должна быть длиной по волокну в пределах 5...35 мм, толщиной не более 5 мм, ширина не регламентируется.

С увеличением размеров частиц уменьшается удельная плотность загрузки сырья в гидролизаторах, замедляется процесс пропитки, что приводит к уменьшению скорости процесса гидролиза. Из более крупных частиц медленнее идет процесс диффузии сахара в окружающую жидкость, снижается его выход. Чем крупнее частицы, тем меньше выход сахара. Так, при переработке опилок выход сахара достигает 50 % абсолютно сухой массы. При переходе от опилок к щепе размером 10×50 мм выход сахара уменьшается на 4...10 %, а при переработке еще более крупной щепы, размером 15×60 мм, выход сахара падает на 25 %.

23. Потребление сырья для гидролиза

Вид сырья	Потребление сырья по годам, млн. м ³			
	1970	1975	1980	1985
Низкокачественная древесина	0,75	1,25	1,34	1,36
Древесные отходы	3,27	5,55	4,88	5,37
Всего	4,02	6,80	6,22	6,73
В том числе опилок	1,60	3,00	2,33	2,54
Опилки, % к общему объему	40,0	44,0	37,5	38,0

Общая доля кондиционной фракции размером от 5 до 30 мм должна составлять не менее 90 %. Крупная фракция частиц размером более 30 мм и мелкая фракция размером менее 5 мм должна составлять не более чем по 5 %. Общая доля кондиционной фракции щепы, идущей для производства фурфурола и дрожжей при двухфазном гидролизе, должна быть не менее 94 %; при этом до 1 % сокращается допустимое содержание мелкой фракции. Технологическая щепка, идущая для производства спирта, дрожжей, глюкозы, фурфурола, должна содержать не более 11 % примесей коры и 25 % гнили. Технологическая щепка, идущая для производства пищевого кристаллического ксилита, а также фурфурола и дрожжей при двухфазном гидролизе, должна содержать примесей коры не более 3 % и не более 1 % гнили. Обугленные частицы и металлические включения вообще не допускаются.

Потребление древесного сырья в гидролизном производстве характеризуется данными табл. 23.

Из приведенных данных видно, что в настоящее время в гидролизном производстве используется только 2,5 млн. м³ опилок, или 38 %. Кроме опилок поставляются 2,8 млн. м³ щепы и 1,36 млн. м³ низкокачественной древесины. Такую структуру потребляемого сырья нельзя считать рациональной как с точки зрения использования качественной стволовой древесины в виде кусковых отходов лесопиления, так и гидролизаторов ввиду пониженного выхода продукции из крупных частиц древесины. Она была допустима в период интенсивного развития гидролизной промышленности при наличии больших объемов неиспользуемых отходов древесины, в том числе и кусковых. В настоящее время, при большой потребности продукции и наличии низкокачественной древесины и отходов необходимо рационально использовать их наиболее эффективно; гидролизное производство может и должно потреблять больше мягких отходов и щепу из лесосечных отходов.

При химической переработке древесины получают большое количество продуктов, многие из которых являются побочным и попутным продуктом основного производства (в частности,

целлюлозно-бумажного производства). Но некоторые продукты вырабатывают в специальных производствах, развитие которых в значительной степени зависит от обеспеченности сырьем. Например, для выработки экстракционной канифоли сырьем является пневый сосновый осмол, ресурсы которого постепенно сокращаются, и в последние годы не удовлетворяется потребность канифольно-экстракционного производства (причиной этому является также слабая механизация осмолодобывающего производства). В качестве дополнительного источника для этого производства специалисты рассматривают просмоленную древесину поверхности отработанных карр растущих деревьев и искусственно прижизненно просмоленную за 3... ..4 года до рубки пневую часть растущих сосен, заготавливаемую одновременно или вслед за лесозаготовителями.

Одним из важных для народного хозяйства продуктов лесохимического производства является древесный уголь. В настоящее время для выработки угля применяются различные типы печей. Наиболее передовыми по конструкции, уровню механизации и применяемой технологии являются непрерывно действующие вертикальные реторы, на практике применяются горизонтальные вагонные реторты непрерывного действия и печи системы проф. В. Н. Козлова (Уральский лесотехнический институт).

Одним из основных недостатков горизонтальных реторт являются высокая трудоемкость и низкий уровень механизации процесса получения угля, а также относительно низкий выход продукции пониженного качества из-за конструктивных особенностей печи.

Печь Козлова обеспечивает более высокий выход угля, но содержание нелетучего углерода в нем меньше, чем в полученном угле в горизонтальных ретортах.

Вертикальная непрерывно действующая реторта с внутренней циркуляцией теплоносителя имеет наибольшую степень механизации процесса получения угля. Теплоносителем для нагревания древесины в ретортах служат неконденсируемые газы продуктов пиролиза с примесью продуктов сгорания этих же газов. Вертикальные реторты более производительны и имеют более высокий коэффициент использования рабочего объема. Основным недостатком вертикальной реторты является большое разбавление пиролизных парогазов теплоносителем, что затрудняет улавливание низкокипящих продуктов и соответственно снижает технико-экономические показатели производства.

В табл. 24 приведены характеристики различных углевыжигательных аппаратов.

Технический состав угля характеризуется содержанием нелетучего углерода, летучих веществ и золы. В зависимости от конечной температуры и способа пиролиза древесины уголь

24. Показатели углевыжигательных аппаратов при пиролизе березовой древесины

Показатели	Вагонная реторта	Печь системы Козлова	Вертикальная реторта
Количество потребляемой древесины, скл. м ³ /сутки	34 ... 35	105 ... 126	256
Объем аппарата, м ³	247	460	86,5
Выход, кг/м ³ :			
угля	103 ... 108	132	93
смолы	19,0 ... 26,4	23,5	37,0 ... 43,0
кислоты	17,0 ... 28,8	20,0 ... 26,0	16,3 ... 18,0
Конечная температура пиролиза, °С	450 ... 480	400 ... 450	500 ... 550
Содержание нелетучего углерода в угле, %	80 ... 84	73 ... 78	90 ... 95
Расход дров, % от перерабатываемых	30 ... 40	15 ... 16	—

содержит 70..85 % нелетучего углерода. При прокаливании угля содержание углерода повышается с 69,3 до 97,7 % (при повышении конечной температуры прокалывания с 400 до 900 °С).

Элементарный химический состав образующегося при пиролизе угля для всех пород древесины на всех этапах пиролиза практически постоянен и зависит только от конечной температуры пиролиза. Это видно из данных табл. 25 для древесины березы и сосны, достаточно различающихся по свойствам.

Ежегодное потребление древесины в лесохимическом производстве, включая и пневый осмол, составляет 2..3 млн. м³.

25. Элементарный химический состав угля

Температура, °С	Береза				Сосна			
	Выход угля, %	Химический состав, %			Выход угля, %	Химический состав, %		
		С	Н	О+		С	Н	О+
350	39,5	73,3	5,2	21,5	40,0	73,2	5,2	21,5
400	35,3	77,2	4,9	17,0	36,0	77,5	4,7	17,8
450	31,5	80,9	4,8	14,3	32,5	80,4	4,2	14,4
500	29,3	85,4	4,3	10,4	30,0	86,3	3,9	9,8
600	26,8	90,3	3,3	6,4	27,3	90,2	3,4	6,4
700	24,5	92,3	2,8	4,0	24,9	92,9	2,9	4,2
800	23,1	94,9	1,8	3,3	23,8	94,7	1,8	3,5
900	23,5	96,4	1,3	2,3	22,6	96,2	1,2	2,6

5. Товары культурно-бытового назначения и хозяйственного обихода

Комплексной программой развития производства товаров народного потребления и сферы услуг на 1986—2000 гг., одобренной Политбюро ЦК КПСС, объем выпуска товаров культурно-бытового и хозяйственного назначения предусмотрено увеличить по сравнению с 1985 г. в 2...2,1 раза, значительно повысить их качество, постоянно обновлять и улучшать ассортимент. К 1990 г. намечено увеличить продажу населению всевозможных материалов, специально подготовленных деловых отходов, а также полностью удовлетворить спрос населения на строительные материалы, садовые домики, садово-огородный инструмент и инвентарь.

Перечень товаров культурно-бытового и хозяйственного назначения определен «Инструкцией о порядке планирования и учета производства товаров культурно-бытового назначения».

В соответствии с письмом Госплана СССР, Госбанка СССР и ЦСУ СССР «О порядке планирования и учета продукции, изготавливаемой из местного сырья и отходов», в годовых планах начиная с 1986 г. министерства и ведомства СССР утверждают подведомственным министерствам, ведомствам, управлениям, объединениям и предприятиям задания по объему производства продукции из местного сырья и отходов (в млн. рублей в оптовых ценах предприятий на 1 января 1982 г.). Номенклатура и техническая характеристика отходов производства, пригодных для использования в изготовлении товаров народного потребления и изделий производственно-технического назначения, заготовок и полуфабрикатов, утверждаются по каждому предприятию вышестоящей организацией.

Товары культурно-бытового и хозяйственного назначения классифицируют по назначению, способам обработки, видам используемого сырья. Один из вариантов классификации по назначению приведен в табл. 26.

В зависимости от способа изготовления вся номенклатура товаров из древесины может быть распределена по нескольким основным группам, каждой из которых соответствуют определенные типы применяемого деревообрабатывающего оборудования и специфические особенности технологического процесса.

Выделенные группы товаров соответствуют различным стадиям процесса развития их производства на предприятиях. Для начальной стадии этого процесса характерно преобладание простейших изделий, почти не требующих обработки (жерди, колья и т. п.). Следующая группа включает пиленные и строганные изделия (гонт кровельный, дрань кровельная и штукатурная, стружка древесная, штакетник и др.), вырабатываемые с использованием минимального количества оборудования. Производство токарных, фрезерованных и бондар-

26. Классификация товаров культурно-бытового и хозяйственного назначения [12]

Класс	Группа	Подгруппа
Предметы домашней обстановки	Мебель Домашняя утварь	Мебель для комнат, кухонная мебель, детская мебель, мебель для прихожей, прочая мебель Принадлежности для комнат, принадлежности для ванной и кухни
Предметы культурного обихода	Школьно-письменные и канцелярские товары Игрушки	Чертежные принадлежности, рисовальные принадлежности, школьные товары Сенсорно-моторные, сюжетно-образные, дидактические, политехнические, трудовые, транспортные, спортивные (игрушечный спортивный инвентарь)
Товары спортивного назначения	Гимнастические товары Предметы для спортивных игр Принадлежности для лыжного и водного спорта	Снаряды для лазания, снаряды для корректирующей гимнастики Для игр на спортплощадке, для клубных игр Принадлежности для лыжного спорта, принадлежности для водного спорта
Предметы хозяйственного и бытового назначения	Предметы домашнего обихода Хозяйственные инструменты и инвентарь	Принадлежности кухни и столовой, прочие предметы домашнего обихода Садово-огородные принадлежности, принадлежности для стирки и глажения, емкости для хранения продуктов, обозные изделия
Строительные изделия	—	—

ных изделий характеризуется более сложными формами организации технологических процессов, а также необходимостью предварительной сушки древесного сырья. Организация производства столярных и сувенирных изделий предполагает еще более высокую стадию развития производства, соответствующую повышенным требованиям к качеству и художественной отделке товаров. Одним из прогрессивных производств выступает изготовление формованных изделий, позволяющее внедрять малоотходные и безотходные технологии. Экономии деловой древесины способствует и развитие производства плетеных изделий.

Практика подтверждает эффективность использования древесины, включая древесные отходы, на производство товаров народного потребления. Многолетний опыт работы убедительно свидетельствует, что организация выпуска этих товаров улуч-

шает технико-экономические показатели предприятий, укрепляет их экономику в целом.

Так, Псебайский лесокombинат Краснодарского края, максимально используя низкосортную древесину и древесные отходы в производстве товаров народного потребления, при уменьшении объема лесозаготовок на 11 % увеличил выпуск товарной продукции на 21 %. Производство товаров народного потребления и изделий деревообработки возросло с 2,7 до 4,5 млн. руб.; их удельный вес в общем объеме товарной продукции достиг 68 %. Из 1 м³ древесины выпускается товарной продукции более чем на 175 руб. [27].

Рационально используют лесные ресурсы в Волинском управлении лесного хозяйства и лесозаготовок. Во всех хозяйствах Управления организованы цеховые производственные подразделения, позволяющие перерабатывать всю биомассу дерева. Удельный вес стоимости продукции, вырабатываемой из стволовой части дерева, в общем объеме выпуска продукции снизился к 1984 г. до 26,5 %; эта тенденция будет продолжена и в дальнейшем.

Из кроны дерева уже выпускают более 27 % всей продукции. Она включает: семена для воспроизводства леса, для промышленной переработки, витаминную муку, лекарственное сырье, натуральный шелк-тусса, технологическую щепу, древесные плиты, товары народного потребления и производственного назначения.

Из пней и корней вырабатывают скипидар, краску для защиты металлов от коррозии, канифоль, уголь древесный, экстрактивное сырье и др. Их используют также в качестве субстрата для выращивания съедобного гриба вешенки обыкновенной.

В результате проводимых мер по созданию комплексного производства стоимость продукции в расчете на 1 м³ заготовленной древесины возросла с 23,3 руб. в 1960 г. (год создания комплексных хозяйств) до 66,6 руб. к 1984 г. [28].

Совершенствование организации комплексного производства в лесхозагах Волинского управления продолжается. Так, в 1983 г. почти половина всех лесничеств области внедрила новую структуру организации производства. Налажен учет реализации продукции из отходов и недревесной растительности; в зависимости от полученной по итогам года прибыли производится выплата поощрительных премий лесничим, а также членам бригад, способствующих увеличению выпуска товаров народного потребления и решению Продовольственной программы. Все это позволяет неуклонно повышать уровень экономических показателей подведомственных предприятий.

Большой интерес представляет опыт Ровенского областного управления лесного хозяйства и лесозаготовок Минлесхоза УССР, главным направлением в работе которого является по-

вышение эффективности лесохозяйственного производства. Особое значение придается максимальному использованию мелко-товарной и низкосортной древесины от рубок ухода и древесных отходов путем широкого развития цехов по деревообработке и внедрению на предприятиях малоотходной и безотходной технологии производства.

Ресурсы древесных отходов от главного и промежуточного пользования составляют 408 тыс. м³. Они используются в размере 401 тыс. м³, или на 98,3 %. Из указанного сырья производится садово-огородного и хозяйственного инвентаря на 1000 тыс. руб.; различных бытовых товаров на 3500 тыс. руб., плетеных изделий на 100 тыс. руб., прессованных плит 2,3 тыс. м³; из пней, коры и листьев выпущено продукции на 5 млн. руб., в том числе 13 тыс. т. витаминной муки, а также картофельной пасты и экстракты [28].

В результате комплексного использования лесных ресурсов, применения малоотходной технологии с широким развитием цехов по переработке маломерной и низкосортной древесины, лесосечных отходов и отходов деревообработки значительно возросла экономическая эффективность предприятий. Так, ежегодный выпуск продукции, несмотря на значительное сокращение объемов главного пользования, возрос с 18 млн. руб. в 1960 г. до 40 млн. руб., а в расчете на 1 га лесопокрытой площади соответственно с 40 до 86 руб.

Наметившаяся в последние годы тенденция — максимально использовать местные сырьевые ресурсы, позволяет лесным предприятиям вскрывать при изготовлении товаров народного потребления их дополнительные резервы. В этом отношении показателен опыт цеха ширпотреба Барнаульского лесхоза Алтайского управления лесного хозяйства. При изготовлении деревянных ложек здесь обычно использовали мягкую древесину липы, завозимую из Татарской АССР. Экономические показатели и сокращение запасов липы в Татарии заставили Барнаульский лесхоз искать заменитель древесины липы на месте. Выход был найден — в лесхозе разработали технологию производства ложек не только из деловой, но и из дровяной березовой древесины. Для этого из березовых чураков выкалывается гниль и удаляются сучки. Заготовки провариваются в растворе поваренной соли, что препятствует растрескиванию готовых ложек. Все операции по провариванию заготовок механизированы. Из березы в лесхозе производят черенки для инструментов и инвентаря. Все это позволяет экономить ресурсы деловой древесины и сократить транспортные расходы на доставку липового сырья.

За годы XI пятилетки накоплен значительный опыт использования кусковых отходов древесины для изготовления простейших изделий, выпуск которых освоен практически всеми предприятиями.

Большая часть предприятий местной промышленности располагает дополнительными ресурсами кусковых отходов древесины в объеме до 500 м³.

В этом случае экономически целесообразно организовать изготовление изделий на существующих производственных площадях предприятия за счет дополнительной загрузки имеющегося технологического оборудования.

При наличии дополнительных ресурсов кусковых отходов в объеме 500...1000 м³ и больше для изготовления изделий целесообразно выделить или построить цеха ширпотреба и оснастить их специальным технологическим оборудованием, что позволит расширить ассортимент выпускаемых изделий.

Цехами ширпотреба предприятий промышленности выпускается большой ассортимент различных изделий из опилок и стружек.

Так, объединением «Хохломская роспись» выпускается пресованных изделий на сумму свыше 2 млн. руб. Это — крышки журнальных столов, сиденья, спинки детских стульев, панно, декоративные тарелки, вешалки настенные и другие изделия.

На ряде предприятий внедрен технологический процесс изготовления детской деревянной игрушки из опилок. Так, на Боровской фабрике «Заря» процент использования опилок и стружек в производстве игрушек доведен до 78 и получен от этого годовой экономический эффект 4 тыс. руб.

Товары из пресованных отходов древесины по эстетическим и прочностным свойствам не уступают изделиям, изготовленным из полноценной древесины, и пользуются большим спросом у населения.

Большое внимание в настоящее время уделяется увеличению выпуска изделий из бересты, лозы, соломки и др.

Создаются новые виды изделий с учетом достижения конструктивного эффекта, художественной выразительности и внешней привлекательности.

Увеличение выпуска различных блюд, хлебниц, сухарниц, наборов для сыпучих продуктов и специй, сувениры из бересты и соснового корня, пользующихся повышенным спросом у населения, добилось объединение «Умелец».

6. Зарубежный опыт использования отходов

В настоящее время в большинстве развитых стран проблема использования отходов лесопиления и деревообработки, особенно кусковых, практически решена. Примером может служить Швеция, где все лесопильные предприятия с объемом производства более 1 тыс. м³ пиломатериалов перерабатывают отходы в технологическую щепу, как вторую основную продукцию. Почти 99 % щепы из отходов лесопиления направляется в переработку на целлюлозно-бумажную продукцию.

Опилки в настоящее время еще не нашли широкого применения, как кусковые отходы лесопиления; более половины их используется на технологические цели, в основном в производстве древесных плит и целлюлозы.

В Финляндии опилки, кроме целлюлозно-бумажного производства, нашли применение для формирования внутреннего слоя плит с облицовкой лущеным березовым шпоном. По качеству такие плиты не уступают лучшим маркам фанеры из лиственной древесины для употребления внутри помещений. Стоимость плит значительно дешевле благодаря низкой стоимости используемых опилок, а также упрощению технологического процесса.

Лесопильная промышленность в настоящее время является одним из основных источников образования древесных отходов. Однако, несмотря на наибольшую технологическую и экономическую доступность для переработки, эти отходы используются не полностью, особенно лиственные. О структуре использования древесных отходов на Юго-Востоке США (по данным для четырех штатов) можно получить представление из данных табл. 27, согласно которым еще в 1975 г. в этом районе достигнуты определенные успехи в использовании отходов (более поздние данные о ресурсах и использовании древесных отходов отсутствуют). Тем не менее в этом районе использовано 1,5 млн. м³ коры из имеющихся 6,1 млн. м³, кусковых отходов 4,6 млн. м³ из имеющихся 6,5 млн. м³. Наиболее высокий уровень использования кусковых отходов, особенно хвойных, достигающий 97 %, для производства технологической щепы, а в основном для целлюлозно-бумажного производства [16].

В середине 70-х годов проблема рационального использования древесных отходов столкнулась с проблемой обеспечения предприятий топливно-энергетическими ресурсами.

В Канаде уделяется большое внимание рациональному использованию древесных отходов, в том числе и отходов лесозаготовок, что вызвано дефицитом древесного волокна. Анализ показал, что на береговых лесоскладах образуется 5 % древесных отходов и на складе с годовым грузооборотом 300 тыс. м³ накапливается до 80 м³ отходов ежедневно. Структура отходов по размерам приведена в табл. 28.

Для условий лесосклада сделан экономический анализ и вывод: ввиду большой загрязненности отходов для их эффективного использования необходимо найти способы очистки, а измельчение их в дробленку экономически целесообразно только при наличии дробильной установки вблизи лесного склада; большие капитальные вложения, низкий коэффициент использования оборудования из-за небольших объемов отходов на одном складе повышают затраты на переработку.

Стоимость переработки 1 м³ отходов на дробильной установке, размещенной на лесоскладе, составляет 35 долларов. Объем отходов 14 тыс. м³ в год не обеспечивает условий эф-

27. Использование древесных отходов на Юго-Востоке США, тыс. м³

Направление использования	Кора		Кусковые отходы	
	всех пород	в том числе хвойных	всех пород	хвойные
Волокнистые полуфабрикаты	63	23	8376	6611
Стружечные плиты	1	1	111	42
Древесный уголь	57	49	75	73
Пиление изделия	—	—	389	369
Промышленное топливо	4042	3207	80	19
Топливо местного использования	38	19	84	—
Прочее	371	304	29	22
Не использовано	1529	1017	394	219
Всего отходов	6101	4620	9538	7355
Уровень использования, %	75	78	96	97

Продолжение

Направление использования	Мягкие отходы				
	всего	в том числе			
		разные		стружка	
		хвойные	лиственные	хвойная	лиственная
Волокнистые полуфабрикаты	1134	793	154	166	21
Стружечные плиты	1134	352	65	686	29
Древесный уголь	172	77	24	70	1
Пилёные изделия	—	—	—	—	—
Промышленное топливо	1458	1018	311	109	20
Топливо местного использования	—	—	—	—	—
Прочее	683	311	126	209	37
Не использовано	1871	1114	681	55	21
Всего отходов	6450	3665	1361	1295	129
Уровень использования, %	71	70	50	96	84

фактивности капитальных вложений в дробильную установку, стоимость которой равна 50 тыс. долларов. Использование таких отходов возможно в случае выработки из части отходов более ценных продуктов, чем дробленка для топлива, например технологической щепы для целлюлозно-бумажного производства или заготовок для тары. В связи с этим проводились исследования по очистке отходов от нежелательных примесей перед измельчением и определению возможности получения из отходов более ценных продуктов, чем дробленка для топлива. Для удаления коры использовалась барабанная окорочная установка, через которую пропускали обломки пихты

28. Структура отходов лесозаготовок

Толщина, см	Содержание составляющих, %			
	древесина	кора	ветки	всего
До 2,5	—	—	—	27
2,5 . . . 15	6	26	2	34
15 . . . 30	4	14	1	19
Более 30	10	7	3	20
Итого				100

бальзамической, пихты обыкновенной, кедра и другие древесные отходы (длина барабана 7,6 м, диаметр 2,4 м).

По результатам хронометражных наблюдений была определена производительность барабанной окорочной установки при обработке отходов различных пород, которая приведена в табл. 29. В процессе обработки фаутной древесины барабанная окорочная установка отделяет гниль, измельчает ее и удаляет вместе с корой.

Опытная обработка отходов показала, что из фаутных круглых лесоматериалов можно получить 55..80 % щепы содержанием менее 1 % гнили и коры. Для сравнения со щепой из обработанной в окорочном барабане древесины неокоренная фаутная древесина перерабатывалась на дисковой рубильной машине. Содержание гнили в такой щепе составляло 6,5..28 %, а коры 1,5..18,5 %. Отсюда можно сделать вывод, что барабанная окорочная установка является эффективным техническим средством для удаления гнили и коры с обломков круглых лесоматериалов на береговых лесоскладах.

29. Производительность окорочных барабанов

Вид перерабатываемого сырья	Содержание коры после обработки, % по массе	Производительность, кг/ч		Выход окоренной древесины, %
		неокоренное сырье	окоренная древесина	
Пихта бальзамическая	0,5	4 056	3 538	87,0
	0,1	5 093	4 430	87,0
	3,0	8 588	7 471	87,0
Пихта обыкновенная	0,5	6 923	6 106	88,2
	1,0	10 714	9 450	88,2
	3,0	17 308	15 265	88,2
Кедр	2,0	1 551	1 385	89,3
	3,0	1 980	1 768	89,3
	5,0	3 435	3 068	89,3

В Восточной Канаде заготавливают 26 млн. т древесины в пересчете на сухую массу, а после сплошных рубок на лесосеке остается 30 млн. т отходов. Предполагается, что количество отходов можно сократить на 80..90 %. При этом рассматриваются пять основных направлений снижения потерь биомассы деревьев: сокращение потерь в процессе лесозаготовки; смешанные заготовки древесины и щепы для плит, целлюлозы и топлива; заготовка топлива из оставшихся после основных рубок деревьев; сбор лесосечных отходов после проведения основных рубок; заготовка тонкомерных деревьев в неэксплуатационных лесонасаждениях.

В настоящее время в Канаде остающиеся на лесосеке мелкие деревья и деревья твердых пород могут быть использованы в качестве топлива. Заготовки такой древесины проводятся в небольших объемах с переработкой на щепу на лесосеке. Стоимость энергии при потреблении такого топлива выше, чем при использовании нефти.

В незначительных объемах проводится заготовка лесосечных отходов после проведения основных рубок, но сбор отходов и их транспортировка к дороге для дальнейшей транспортировки и переработки на щепу считается неперспективным.

В США для разбора лесосечных отходов из куч применяются трелевочные тракторы, снабженные пачковыми захватами. Для улучшения транспортабельности отходов испытан способ прессования их в тюки объемом 1,01 м³, размерами 80×90×140 см, который оказался эффективным при прессовании сучьев, вершин и маломерной древесины.

Использование отходов, образующихся на нижних лесоскладах, здесь также представляет проблему; по определению специалистов эти отходы содержат 70 % коры, 17 % древесины, 4 % минеральных примесей, которые и являются основным препятствием в их переработке в щепу.

Переработка лесосечных отходов может производиться на промежуточном лесоскладе. При трелевке хлыстов на промежуточном лесоскладе скапливаются отбракованные и разломанные стволы, а также случайно уцелевшие сучья. При трелевке деревьев здесь могут скапливаться обломки стволов, сучья, ветви и вершины. Сбор отходов на лесосеке и промежуточном лесоскладе может выполняться как составная часть лесозаготовительного процесса или как самостоятельный процесс после проведения лесосечных работ.

Сложной задачей при переработке отходов является разборка куч, поскольку отходы, особенно ветви, вершины и маломерная древесина переплетаются между собой. Поэтому рекомендован способ укладки, при котором каждая пачка становится в вертикальное положение или под углом 20..30° с опорой на ранее уложенные пачки.

Основным способом переработки лесосечных отходов является производство щепы с помощью передвижных рубильных машин. В последнее время уделяется внимание получению из отходов дробленки более крупной, чем щепа. Такая крупномерная дробленка длиной по волокну 5...10 см имеет лучшие показатели при потреблении на топливо. Она лучше сохнет в кучах, меньше затрачивается энергии на ее получение. Эта дробленка может быть использована и для получения стружки, применяемой в производстве ДПС.

Потери лесной биомассы при рубках главного и промежуточного пользования в Швеции составляют 35...40 %. Отходы лесозаготовок в виде вершин, ветвей, частей ствола, маломерной древесины и других отходов после механизированной заготовки леса остаются в сконцентрированном виде. Основным препятствием, вызывающим определенные трудности в их использовании, является низкая транспортабельность из-за небольшой плотности (100...200 кг/м³). Для преодоления этой трудности предлагаются следующие методы: отходы перерабатываются на щепу на лесосеке с помощью передвижной рубильной машины, имеющей бункер для щепы; отходы перерабатываются на щепу на придорожной площадке; отходы перед транспортировкой потребителю прессуются.

Экономическая оценка различных технологических вариантов показывает, что самым дорогим из них является производство щепы непосредственно на лесосеке, а самым эффективным — централизованная переработка. В перспективе наиболее прогрессивной технологией считают заготовку деревьев с переработкой отходов на придорожной площадке или пункте потребления.

В Финляндии на щепу перерабатываются маломерные деревья, сучья и вершины прямо на лесосеке. Для этой цели разработан ряд программ и систем машин, однако производство щепы развивается медленно и к 1982 г. достигло только 500 тыс. м³, причем щепа из таких отходов содержит небольшую долю древесины и поэтому применяется в качестве топлива. Переработка отходов в щепу осуществляется с помощью барабанных рубильных машин, смонтированных на автомобиле. Определенные трудности вызывает в работе рубильных машин загрязненность отходов минеральными частицами.

Производство щепы в порядке использования лесосечных отходов в ФРГ производится из маломерных деревьев, вершинника, которое находится в стадии экспериментальных исследований.

Проведены опыты по производству щепы при рубках ухода с переработкой деревьев на лесосеке, на площадке у лесной дороги, а также на складе у потребителя. Для измельчения отходов применяется самоходная рубильная машина, смонтированная на колесном тракторе с гидроманипулятором для

подачи сырья. В результате экспериментов установлено, что экономически наиболее эффективной является технология производства щепы на лесосеке.

Глава III

МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ НИЗКОКАЧЕСТВЕННОЙ ДРЕВЕСИНЫ И ОТХОДОВ

1. Рубильные и сортировочные машины

Тип и виды оборудования, эксплуатируемого для производства технологической щепы, зависят от вида перерабатываемого сырья и назначения получаемой щепы. Основной объем технологической щепы вырабатывается из отходов лесопиления, деревообработки, лесозаготовок и низкокачественной древесины преимущественно на дисковых рубильных машинах с профильным (геликоидальным) ножевым диском. Применение такого типа рубильных машин обусловлено особенностями перерабатываемого сырья и высокими требованиями, предъявляемыми к качеству технологической щепы.

Особенность реек и горбылей с точки зрения процесса их переработки на технологическую щепу состоит в том, что при достаточной длине они имеют малое поперечное сечение. Кроме того, горбыли и рейки имеют и неодинаковую длину, а также поступают в рубильную машину чаще всего навалом, создавая в патроне машины условия неустойчивого резания, с недостаточно жестким подпором для срезания слоя древесины стабильной толщины. Из-за малых сечений реек и горбылей трудно обеспечить непрерывность процесса их резания одновременно несколькими ножами. Уменьшению отрицательного влияния этих факторов способствует применение многоножевых дисковых рубильных машин с геликоидальным диском.

Барабанные рубильные машины применяют для производства технологической щепы, стружки и дробленки разного назначения и различных видов сырья. Конструктивные особенности дисковых и барабанных рубильных машин показаны на рис. 1 и 2.

Освоение отечественной промышленностью выпуска разнообразных типов таких рубильных машин позволило в значительной мере повысить качество производимой технологической щепы, вырабатываемой из кусковых отходов лесопиления. Для переработки отходов лесопиления в настоящее время применяется несколько типов рубильных машин с горизонтальной (рис. 3) и наклонной (рис. 4) подачей перерабатываемого сырья.

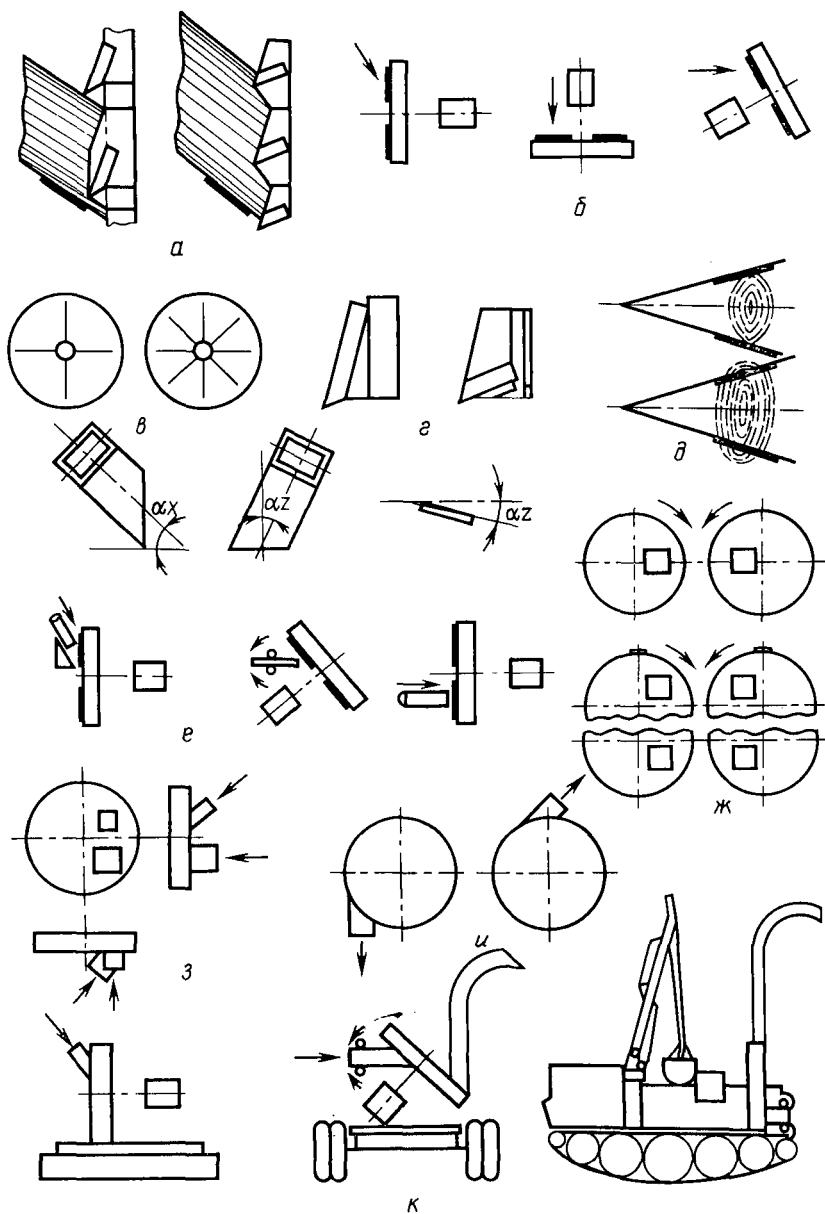


Рис. 1. Конструктивные разновидности дисковых рубильных машин:

а — с плоской и геликоидальной рабочей поверхностью ножевого диска; б — с вертикальным, горизонтальным и наклонным расположением ножевого диска; в — малым и большим количеством ножей; г — установкой режущих ножей внакладку с боковой поверхностью рабочего диска или с установкой между накладкой и подкладкой; д — с прерывистым и непрерывным резанием; е — наклонным и горизонтальным загрузочным патроном; ж — с местом расположения патрона в левом и правом исполнении; з — с установкой дополнительного патрона; и — верхним и нижним выбросом щепы; к — стационарные и передвижные

При выборе модели рубильной машины необходимо учитывать ее конструктивные и технологические особенности. В машинах с наклонным загрузочным патроном за счет массы перерабатываемой древесины улучшаются условия подачи на ножевой диск. Такие машины обеспечивают повышение выхода кондиционной фракции щепы по сравнению с машинами с горизонтальной подачей, они менее чувствительны к затуплению режущего ножа. Однако наклонное расположение загрузочного патрона усложняет размещение машины в цехе, так как для этого требуется высокое помещение; перед патроном необходимо направляющее устройство (воронка), форма и конструкция которой влияет на работу машины. При горизонтальном загрузочном патроне упрощается технологическая привязка машины. Ее можно устанавливать как на первом, так и на втором этаже здания. Отходы загружают в машину непосредственно с ленточного конвейера, подающего рейки и горбыли. В машинах с горизонтальной подачей сырья затруднена переработка короткомерных отходов древесины. Необходимо обеспечить согласованную скорость загрузочного конвейера со скоростью затягивания древесины режущими ножами диска. Поэтому машины с горизонтальной подачей целесообразно использовать для переработки длинномерных отходов (1,5 м и больше). Технические характеристики дисковых рубильных машин, предназначенных для переработки древесных отходов, низкокачественной древесины и круглых лесоматериалов приведены в табл. 30.

Кроме перечисленных за последние годы создан ряд более современных рубильных машин.

Рубильная машина МРН-1. Для повышения эффективности работы установок по производству технологической щепы за счет снижения затрат труда на раскалывание древесного сырья ЦНИИМЭ, НИИЦмаш и ГОЗБО им. Рошала создана специализированная шестиножевая рубильная машина МРН-40-1 с увеличенным сечением загрузочного патрона. Загрузочный патрон рубильной машины МРН-40-1 V-образной формы с углом разворота стенок 118° .

Рубильная машина предназначена для переработки на технологическую щепу низкокачественной древесины, отходов лесозаготовок и лесопиления. Область применения ее — установки УПЩ и ЛТ, нижние лесосклады лесозаготовительных предприятий, лесоперевалочные базы и лесопильные заводы, цехи по производству древесных плит. Производительность рубильной машины 40 пл. м³/ч. Максимальный диаметр перерабатываемой древесины 440 мм, максимальная длина древесины при максимальном диаметре 1000 мм.

Дисковая резцовая рубильная машина МРР8-50ГН. Данная машина является базовой в линии по переработке на щепу фатных хлыстов диаметром до 80 см при установленной мощности 160 кВт.

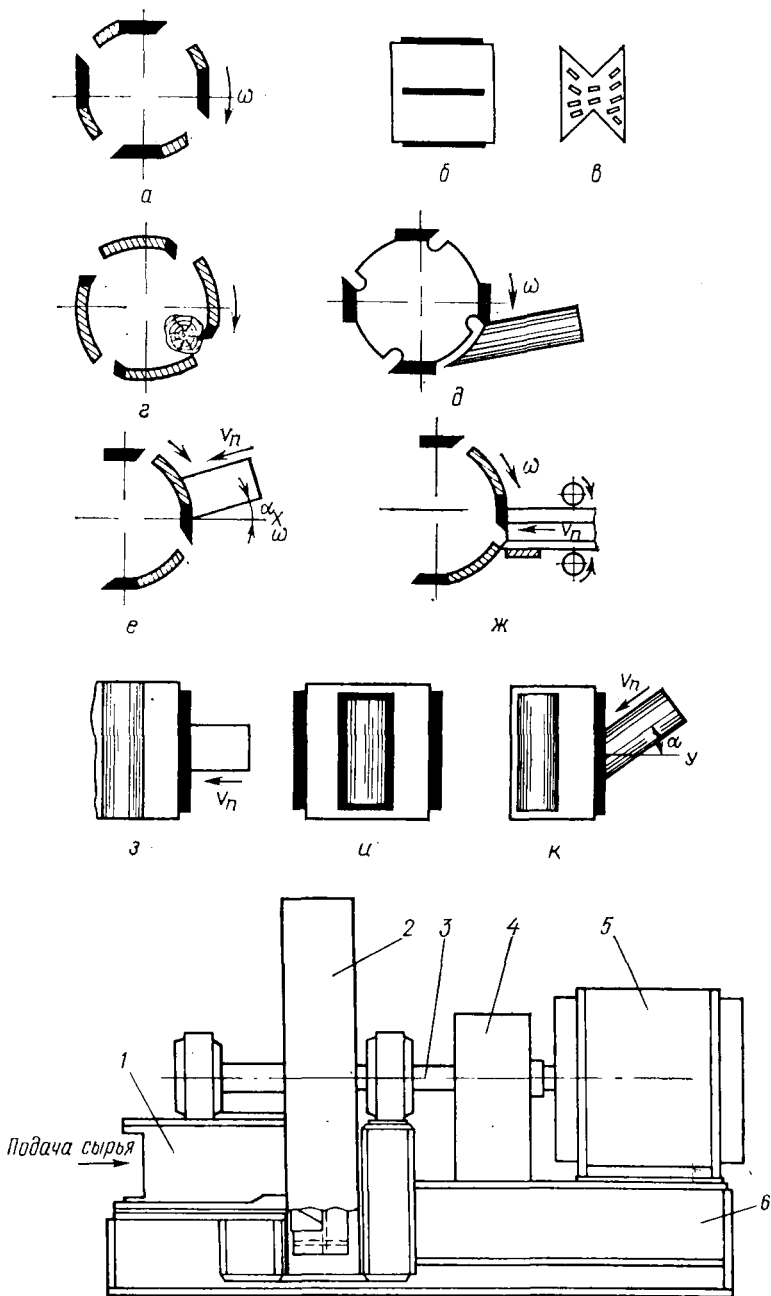


Рис. 3. Рубильная машина с горизонтальной подачей сырья:

1 — загрузочный патрон; 2 — кожух; 3 — валу 4 — ручной ленточный тормоз; 5 — электродвигатель; 6 — рама

Рис. 2. Конструктивные разновидности барабанных рубильных машин:

a — с полым барабаном; *b* — цельным барабаном цилиндрической формы; *в* — цельным барабаном конической формы; *г* — ножами, расположенными по образующей барабана, лезвиями, обращенными к внутренней поверхности; *д* — ножами, расположенными по образующей барабана, лезвиями, обращенными к наружной поверхности; *е* — гравитационной подачей сырья; *ж* — принудительной подачей сырья; *з* — горизонтальным расположением патрона; *и* — вертикальным расположением патрона; *к* — наклонным расположением патрона

Техническая характеристика рубильной машины МРР8-50ГН

Производительность пл. м ³ /ч	50
Размеры перерабатываемого сырья:	
диаметр, см	80
длина, м	24
Режущий диск:	
диаметр, мм	2900
частота вращения, мин ⁻¹	152
число резцов, шт	25
Механизм подачи:	
тип	Цепной
длина, мм	4000
число цепей, шт	5
мощность привода, кВт	3

Испытания показали высокую эффективность рубильной машины режцового типа на переработке крупномерного сырья. По результатам испытаний рубильная машина МРР8-50ГН принята к серийному выпуску на заводе «Петрозаводскмаш».

Рубильная машина МРБР-15Н. При разделке хлыстов на сортименты образуется значительное количество кусковых отходов древесины в виде откомлевок, козырьков и короткомерных отрезков длиной менее 0,75 м. С целью переработки их на технологическую щепу создана специализированная рубильная

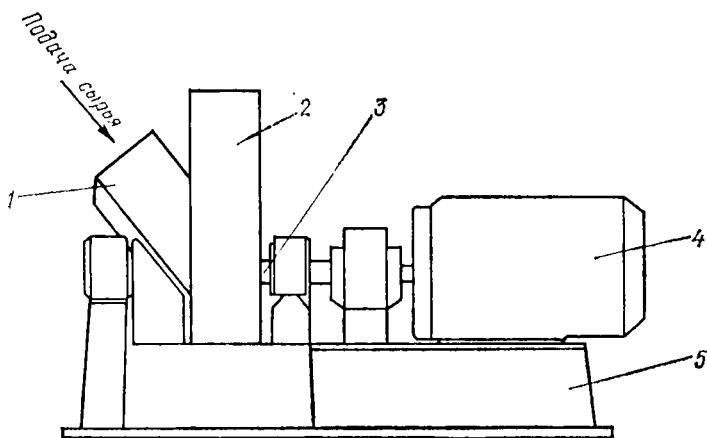


Рис. 4. Рубильная машина с наклонной подачей сырья:

1 — загрузочный патрон; 2 — кожух; 3 — вал; 4 — электродвигатель; 5 — рама

Показатели	МРНП-10	МРНП-10-1	МРНП-30	МРНП-30-1	МРНП-30Н	МРНП-30Н-1
Предназначено для переработки	Низкокачественной древесины, отходов лесопиления, деревообработки					
Производительность пл. м ³ /ч:						
паспортная	8 ... 18	8 ... 18			28 ... 33	
при переработке отходов	8 ... 18	8 ... 10			20 ... 26	
Сечение загрузочного патрона (ширина×высота), мм			250×250			
Расчетная длина щепы, мм			18			
Диаметр диска, мм			1270			
Число ножей на диске, шт.			16			
Мощность, кВт		55			90	
Частота вращения, мин ⁻¹	590	600	740	750	740	750
Габаритные размеры электродвигателя, мм:						
длина	2540	3270	2650	3270	2650	3270
ширина	1700	1600	1700	1600	1700	1600
высота	1760	2550	1760	2550	1450	2550
Масса	5650	6855	5750	6875	5380	6255
Фракционный состав щепы* по остатку, %, на ситах с отверстиями, мм:						
30			2 ... 4/3 ... 6			
10			85 ... 90/80 ... 85			
5			5 ... 10/7 ... 12			
поддон			2 ... 4/2 ... 5			

Продолжение

Показатели	МРНП-20Н, МРГ-20Н	МРГП-20Б-1	МРГ-40	МРГ-40Н	МРН-50	МРН-100
Предназначено для переработки	Низкокачественной древесины, отходов лесопиления, деревообработки				Круглых лесоматериалов	
Производительность пл. м ³ /ч:						
паспортная		20 ... 25		40	50	100
при переработке отходов		10 ... 15		30 ... 35		
Сечение загрузочного патрона (ширина×высота), мм		420×220		585×350	400×400	500×500
Расчетная длина щепы, мм				20	12 ... 24	12 ... 24
Диаметр диска, мм				1600	2140	2440
Число ножей на диске, шт.		12			10	
Мощность, кВт	90		75	160	315	500
Частота вращения, мин ⁻¹	740		750	590	590	375
Габаритные размеры электродвигателя, мм:						
длина	2790	2520	3 610	3 610	6 000	6 070
ширина	1660	1720	2 430	2 430	3 350	3 400
высота	1400	1490	2 145	2 060	4 486	4 765
Масса	5450	5400	13 590	12 600	29 560	33 160
Фракционный состав щепы* по остатку, %, на ситах с отверстиями, мм:						
30	1 ... 3/3 ... 6	1 ... 3/3 ... 6	2 ... 5/12 ... 18		4 ... 7	
10	82 ... 87/78 ... 83	86 ... 91/82 ... 87	81 ... 86/70 ... 75		80 ... 85	
5	6 ... 10/18 ... 12	5 ... 8/5 ... 10	5 ... 10/7 ... 12		7 ... 10	
поддон	2 ... 4/2 ... 5	1 ... 2/2 ... 3	2 ... 4/2 ... 5		2 ... 4	

* Числитель при измельчении круглой и колотой древесины, знаменатель — отходов лесопиления (горбыли, рейки).

машина МРБР8-15Н, рассчитанная на получение щепы длиной 23 мм.

На переработку древесное сырье поступает через шахтный загрузочный патрон и размещается в камере, образуемой контраножевой стенкой кожуха и наружной поверхностью резцового барабана. Во время переработки продольная ось лесоматериала совпадает с осью вращения барабана, и резцы сфрезеровывают с лесоматериала стружку-щепу поперечным резанием.

Для обеспечения требуемого условия базирования при переработке на щепу отходов длиной меньшей их диаметров загрузочный патрон по длине делится с помощью съемных перегородок на ряд узких камер.

Отходы от рубильной машины могут подаваться ленточными конвейерами, а отбор щепы — ленточными, винтовыми или скребковыми конвейерами.

Техническая характеристика рубильной машины МРБР8-15Н

Производительность пл. м ³ /ч	15
Диаметр барабана, мм	960
Частота вращения барабана, мин ⁻¹	330
Число резцов на барабане	37
Сечение загрузочного патрона, мм	800×900
Мощность электродвигателя, кВт	75
Габаритные размеры, мм: длина×ширина×высота	2560×2000×1500
Масса, кг	3500

Рубильная машина МРГС-7. Предназначена для переработки сучьев, ветвей и вершин на щепу от стационарных сучко-резных машин и разделочных площадок (взамен ДУ-2АБ, имеющей низкую производительность, и ЛО-56, снятой с производства).

Техническая характеристика рубильной машины МРГС-7

Производительность, пл. м ³ /ч	30
Размеры приемного окна, мм: ширина×высота	900×500
Диаметр ножевого барабана, мм	1 270
Установленная мощность, кВт	160
Масса машины, кг	17 500
В том числе механизма рубки	12 000
Габаритные размеры, мм: длина×ширина×высота	5057×2716×2625

На кооперационной основе с финской фирмой «Вал-мет» создана прицепная рубильная машина марки ТТ-1000ТУ, агрегированная с отечественным колесным трактором Т-150К. Эти машины установлены и работают в ряде леспромхозов.

ЦНИИМЭ совместно с НИИЦмаш разработана передвижная рубильная машина УРП-1 для производства щепы на лесосеке. Краткие технические характеристики передвижных рубильных машин приведены в табл. 31.

31. Технические характеристики рубильных машин

Показатели	ТТ-1000ТУ	УРП-1
Базовая машина	Трактор Т-157	Трактор Т-150К
Производительность, м ³ /ч	15	15
Диаметр диска, мм	1070	1200
Частота вращения, мин ⁻¹	1000	580
Число режущих ножей	2	2
Максимальный диаметр перерабатываемой древесины, мм	250	300
Габаритные размеры, мм: длина × ширина × высота	3460 (без трактора) × × 2460 × 3200	9750 × 2690 × 3740
Общая масса, т	3,2 (без трактора)	15,4

Показатели производства технологической щепы из маломерных деревьев и отходов лесозаготовок в Крестецком и Гузерипльском леспромхозах приведены ниже.

	Крестецкий	Гузерипльский
Численность бригады, чел.	6	7
Производительность на машино-смену, м ³	30	28
Комплексная выработка на одного рабочего, м ³ /см	5	4
Себестоимость производства щепы, р/м ³	13,50	10,45

Продолжительный опыт эксплуатации отечественных рубильных машин показал, что из-за ряда имеющихся недостатков они не в полной мере отвечают требованиям рационального использования древесного сырья. При измельчении коротких кусковых отходов на рубильных машинах с горизонтальной подачей выход кондиционной щепы не превышает 60...70 %, а на подаче сырья, при этом, затрачивается много ручного труда.

Рубильные машины с наклонным загрузочным патроном производительностью 10...30 м³/ч имеют сечение патрона недостаточное для подачи широких горбылей, получающихся при распиловке крупномерной древесины.

В связи с этим в 1986—1988 гг. намечено начать выпуск специализированных машин для переработки отходов лесопиления и деревообработки, в первую очередь, рубильных машин моделей МРЗ-40ГБ, МРЗ-50ГБ, МРЗ-40Н, МРЗ-50Н для централизованной переработки отходов лесопильно-деревообрабатывающих производств. Намечена разработка рубильных машин МР2-20 и МР2-20Н для однопоточных лесопильных цехов и переработки короткомерных отходов. Машины по конструкции максимально унифицированы для каждого вида загрузочного устройства и отличаются только по мощности электродвигателя привода (160 или 200 кВт). Сечение загрузочного патрона составляет 250·400; 430·350; 650·350 мм. Соединение горизонтального загрузочного патрона с корпусом машины шарнирное

и при настройке контраножей может свободно отклоняться в сторону, у наклонного патрона имеется съемная секция.

В машинах с горизонтальным загрузочным патроном предусматривается боковое (безударное) удаление щепы из зоны резания, а в машинах с наклонным патроном щепа отводится вниз через канал в фундаменте.

Новые машины обеспечивают увеличение выхода щепы нормальной фракции на 3—5% по сравнению с известными, что при намечаемых объемах использования отходов лесопиления и деревообработки позволяет получить дополнительно до 450 тыс. м³ технологической щепы для целлюлозно-бумажного производства.

Сортирование технологической щепы. Технологическая щепа, получаемая при измельчении на рубильных машинах, требует обязательного последующего сортирования измельченной массы на сортирующих устройствах из-за образования частиц различных размеров (мелких и крупных), которые не соответствуют требованиям стандарта. Сортировки предназначаются для отделения от общей массы щепы, изготавливаемой в соответствии с ГОСТ 15815—83 «Щепа технологическая», крупных кусков древесины и щепок, а также мелочи и опилок.

При сортировке наиболее широко применяется механическое перемещение частиц в ситовых устройствах, которые подвергаются вращательному движению или колебаниям в горизонтальной или вертикальной плоскости. Различают гирационные, барабанные и вибрационные сортировочные машины.

В гирационных сортировочных машинах щепа совершает круговые колебания в горизонтальной плоскости, что обеспечивает равномерное послойное распределение частиц параллельно горизонтальной поверхности сита. Конструкции сортировочных машин могут быть в напольном и подвесном исполнении.

Такие машины меньше засоряются, просты и надежны в работе.

При таком способе сортировки попадание больших щепок с верхнего сита на нижнее минимально, обеспечивается хороший рассев щепы по площади сит и хорошо отсеиваются опилки и мелкая щепа.

Техническая характеристика гирационных сортировок

	СЩ-1	СЩ-1М	СЩ-120
Производительность, м ³ /ч	40	60	120
Число сит, шт.	3	3	3
Наклон сит, град	3	3	3
Площадь сит, м ² :			
верхнего	2,96	2,88	8,40
среднего	2,58	2,56	8,40
нижнего	2,96	2,88	7,50
Число двойных колебаний в минуту	150	180	150
Эксцентриситет, мм	50	50	50
Мощность привода, кВт	4,0	3,0	4,5
Габаритные размеры, мм: длина×ширина	2500×1890	2500×1890	2900×2675

2. Линии и системы машин для производства технологической щепы

Переработка отходов лесопиления и деревообработки. При выработке технологической щепы из кусковых отходов лесопиления и деревообработки применяют несколько технологических схем, к которым относятся поточная, централизованная, специализированная и комбинированная.

Поточная схема предусматривает установку рубильной машины в каждом лесопильном потоке. Сортирующие устройства в зависимости от объемов производства могут обслуживать один или несколько потоков. Отсортированная крупная щепа направляется на доизмельчение в рубильную машину или в дезинтегратор. При неисправности одной из рубильных машин отходы временно могут передаваться в другой поток. При переработке по централизованной схеме отходы от нескольких потоков поступают в одну рубильную машину. В этом случае целесообразно иметь резервную рубильную машину и сортирующее устройство. Специализированная схема в отличие от первых двух предусматривает измельчение отходов каждого вида (горбылей, реек, отрезков пиломатериалов) отдельно в специализированных рубильных машинах или в рубильной машине со специальными загрузочными патронами. По комбинированной схеме длинномерные отходы (рейки, горбыли) перерабатываются по потокам и концентрируются и перерабатываются в одной рубильной машине, а короткомерные отходы — в другой.

Наибольший выход технологической щепы, по данным ЦНИИМОД, наблюдается при переработке отходов по специализированной и комбинированной схемам, обеспечивающим более благоприятные условия резания отходов каждого вида. Поэтому при переработке отходов крупных лесопильных цехов (4 потока и более) целесообразно применять эти схемы. При централизованной схеме достигается наиболее полная и равномерная загрузка рубильной машины, соответственно повышается выработка на одного рабочего и снижается себестоимость.

Участок переработки отходов на технологическую щепу может размещаться в лесопильном цехе или в пристройке к нему. Кусковые отходы древесины собирают ленточными и цепными конвейерами, загружаются в рубильные машины ленточными конвейерами. Для предотвращения попадания в рубильные машины металлических включений на конвейерах устанавливают металлоискатели. Наиболее приемлем тип металлоискателя ЭМИ-64П. При обнаружении металла в древесине прибор дает звуковой или световой сигнал и одновременно выключает конвейер с отходами. Загрузочные конвейеры для подачи в рубильную машину крупной щепы оборудуют металлоулавливателями, которые устанавливают над конвейером на расстоянии не более 200 мм. Рекомендуется металлоулавливатель ЭП-1М.

Переработка низкокачественной древесины и отходов лесозаготовок. Для переработки этих видов сырья на технологическую щепу ЦНИИМЭ совместно с Гипролестрансом и машиностроительными заводами разработали системы машин различной производительности. Система НЩ-1 производительностью 5 тыс. м³ в год при работе в одну смену предназначена для выработки из низкокачественной древесины и отходов лесозаготовок (отрезков хлыстов, толстых сучьев) технологической щепы, соответствующей требованиям целлюлозно-бумажной промышленности, в условиях нижних складов лесозаготовительных предприятий при наличии сырья в объеме не менее 7 тыс. м³ в год.

При работе системы машин НЩ-1 тонкомерная низкокачественная древесина и отходы лесозаготовок от разделочных эстакад цепным конвейером подаются непосредственно в корообдирочный барабан, толстые чураки раскалываются на гидроколуне, затем полученные поленья вместе с тонкомерной древесиной направляются в корообдирочный барабан, который заполняется на 50...60 % объема. После загрузки барабана останавливается транспортер, включается барабан и при его вращении поленья вследствие трения друг о друга и ударов о ножи, установленные по внутренней поверхности барабана, очищаются от коры и частично от гнили. Частицы коры и гнили через разгрузочные окна-люки, расположенные по периферии барабана, высыпаются на ленточный конвейер для уборки отходов. По достижении 85...90 % чистоты окорки поленьев барабан останавливают, открывают разгрузочный шибер барабана, затем снова включают барабан на 0,5...1,0 мин, и поленья высыпаются на транспортер-растаскиватель, после чего шибер закрывают и барабан загружают новой партией сырья. Окоренные поленья транспортером-растаскивателем подаются равномерно на ленточный конвейер для направления их в рубильную машину. Измельченная древесина из рубильной машины по трубопроводу через циклон поступает на сортирующее устройство. После сортировки технологическая щепа самотеком ссыпается в питатель пневмотранспортно-погрузочной установки, которая подает щепу в транспортную емкость или на склад открытого хранения.

В состав системы входят гидравлический колун КГ-8А или КГУ-1, окорочный барабан КБ-ЗА, рубильная машина МРНП-10-1, сортирующее устройство СЩМ-60, пневмотранспортная установка ПНТУ-2М. Оборудование системы обслуживают 4 человека.

Система НЩ-2, ЛТ-8 аналогична по назначению предыдущей, имеет годовую производительность 10 тыс. м³ при работе в одну смену.

Предварительно раскряжеванная и рассортированная по породам древесина загружается в тарельчатый питатель. Питатель равномерно загружает подающий транспортер, с которого

древесина выдается на приемный стол. Чураки, требующие расколки, с приемного стола поступают на станок продольного деления и раскалываются на две или шесть частей в зависимости от диаметра. После расколки они попадают на загрузочный конвейер, которым подаются в корообдирочный барабан. Чураки, не требующие расколки, с приемного стола сбрасываются на подающий транспортер и вместе с поленьями поступают в корообдирочный барабан, в котором очищаются от коры и частично от гнили и через разгрузочное окно равномерно высыпаятся на ленточный транспортер, направляющий их в рубильную машину МРНП-30-1. Плохо окоренное сырье с цепного конвейера сбрасывается на возвратный конвейер, который возвращает его в барабан на повторную обработку. Измельченная древесина по трубопроводу через циклон поступает на сортирующее устройство СЦМ-60. Отсортированная технологическая щепка пневмотранспортной установкой подается в пункты хранения или транспортные емкости, а отсев ленточным конвейером направляется в бункер отходов.

Кора и гниль из барабанов высыпается через специальные прорези на ленточный конвейер и выносятся в скиповый погрузчик.

Оборудование системы машин НЩ-2 выпускается комплексно — под маркой ЛТ-8, который имеет следующие технические данные:

Система машин НЩ-2

Производительность, пл. м ³ /щепы/ч	8
Режим работы	Непрерывный
Размеры перерабатываемого сырья, мм:	
длина	330 . . . 1250
диаметр или ширина полена:	
при подаче на участок подготовки	60 . . . 1000
при подаче в рубильную машину	60 . . . 220
Общая установленная мощность, кВт	281,2
Пневмотранспорт:	
производительность, пл. м ³ /ч	10
расстояние подачи щепы, м	200
диаметр трубопровода, мм	260
Число формируемых куч, шт.	3
Габаритные размеры здания цеха, м	36×12×7,2

Система машин НЩ-3 производительностью 50...75 тыс. пл. м³ технологической щепы в год при работе в одну смену предназначена для переработки низкокачественных бревен и хлыстов на технологическую щепу для целлюлозно-бумажного производства. Система может быть применена на крупных предприятиях с энергоснабжением от централизованных линий электропередач при переработке всей древесины на пиломатериалы и технологическую щепу или только на технологическую щепу, если разрабатываются тонкомерные насаждения с низким выходом деловых сортиментов.

Основным оборудованием системы машин могут быть агрегаты групповой обработки деревьев для удаления сучьев, частичной или полной окоркой хлыстов, окорочный станок для доокорки хлыстов, рубильная машина, сортирующее устройство и конвейеры для технологической щепы и отсева.

Система НЩ-4 предназначена для переработки отходов раскряжки на технологическую щепу и включает в себя систему транспортеров, рубильную машину МРБР8-15Н (МРБ-04), сортировку СЩМ-60, бункер, автощеповоз ЛТ-7А, скиповой погрузчик ПС-3.

Система НЩ-5 предназначена для переработки сучьев и ветвей, поступающих на нижние лесосклады лесозаготовительных предприятий, на технологическую щепу для производства древесных плит или топливную щепу. Для выполнения операций применяются следующие технические средства: сучкорезная установка (например, типа ПСЛ), рубильная машина ДУ-2АБ, пневмотранспортная установка, автощеповоз и система конвейеров.

Система НЩ-6 предназначена для переработки сучьев, ветвей и вершин на технологическую щепу для производства древесных плит и топливную щепу. Отличается от предыдущей системы применением более производительной рубильной машины МРГС-7 и соответственно более производительной пневмотранспортной установки, параметры которой определяются расчетом.

Система НЩ-7 предназначена для переработки кусковых отходов лесопиления лесопильных и деревообрабатывающих цехов нижних лесоскладов леспромхозов на технологическую щепу для целлюлозно-бумажного производства. Подготовка и переработка отходов выполняются при помощи следующих технических средств: окорочный станок 2ОК80-1, рубильная машина МРГ-40, сортировка щепы СЩ-1М, пневмотранспортная установка ПНТУ-2М, пневмопогрузчик ВО-50, автощеповоз, скиповый погрузчик ПС-3, скребковые конвейеры. Технико-экономические показатели систем машин НЩ приведены в табл. 32.

Система ЛЩ-1.1 предназначена для переработки лесосечных отходов в условиях лесосеки на технологическую щепу для производства древесных плит. В состав системы входят следующие технические средства: для сбора и подвозки лесосечных отхо-

32. Технико-экономические показатели систем машин НЩ

Показатели	НЩ-4	НЩ-5	НЩ-6	НЩ-7
Годовая производительность, тыс. м ³	6	5	20	20
Выработка на систему в смену, м ³	24	20	40	40
Выработка на рабочего в смену, м ³	8	10	20	10

дов к месту переработки на щепу — погрузочно-транспортная машина ЛТ-168 (ЛТ-168А) 2 шт., для переработки лесосечных отходов на щепу — передвижная рубильная машина УРП-1 1 шт. и для вывозки щепы — контейнерный автопоезд ТМ-12 2 шт.

Система ЛЩ-1.2 применяется для переработки маломерных деревьев от рубок главного пользования на технологическую щепу для производства древесных плит. Основные технологические операции выполняются при помощи следующих машин и оборудования: валка маломерных деревьев — бензиномоторная пила «Тайга 214» с высокой рамой 3 шт., трелевка маломерных деревьев к месту переработки на щепу — малогабаритный трелевочный трактор Т-40АМ или ЛКТ-80 3 шт., переработка на щепу — передвижная рубильная машина УРП-1 1 шт., вывозка щепы на нижний склад или к местам потребления — контейнерный автопоезд ТМ-12 — 2 шт.

Система ЛЩ-1.3 применяется для переработки маломерных деревьев при разработке низкобонитетных насаждений на технологическую щепу для производства древесных плит. В состав системы входят следующие машины: для валки маломерных деревьев и их пакетирования — валочно-трелевочная машина ЛП-17 (ЛП-17А) 2 шт., для сбора и подвозки сырья к месту переработки на щепу — погрузочно-транспортная машина — ЛТ-168 (ЛТ-168А) 2 шт., для переработки сырья на щепу — передвижная рубильная машина УРП-1 — 1 шт., для вывозки щепы — контейнерный автопоезд ТМ-12 2 шт.

Технико-экономические показатели систем машин ЛЩ приведены в табл. 33.

33. Технико-экономические показатели систем машин ЛЩ

Показатели	ЛЩ-1.1	ЛЩ-1.2	ЛЩ-1.3
Годовая производительность, тыс. м ³	7,5	11,8	14,7
Количество основных и вспомогательных рабочих, чел.	7	9	10
Капитальные вложения, тыс. руб.	144,4	142,0	193,0
Себестоимость производства щепы, р/м ³	14,3	13,5	14,0
Комплексная выработка на одного рабочего, м ³ /чел-год	990	940	1400
Количество комплектов для выработки 100 тыс. м ³ щепы	13	9	7
Капитальные вложения, тыс. руб.	144,4	142,0	193,0
Себестоимость производства щепы, руб/м ³	14,3	13,5	14,0
Комплексная выработка на одного рабочего, м ³ /чел-год	990	940	1400
Количество комплектов для выработки 100 тыс. м ³ /щепы	13	9	7

3. Внутривозводской транспорт щепы

В технологическом процессе производства и потребления технологической щепы значительное место занимают переместительные операции, выполняемые внутривозводскими транспортными и погрузочными средствами. Внутривозводской транспорт и погрузка технологической щепы обычно выполняются механическими и пневматическими средствами. К широко применяемым механическим транспортирующим средствам относятся скребковые и ленточные конвейеры, часто используемые как погрузочные, а к погрузочным — бункерные галереи, краны с грейферными захватами, ковшовые автопогрузчики.

Конструкции, принцип действия и условия эксплуатации этих механических транспортных и погрузочных средств широко освещены в специальной литературе, поэтому в книге рассматриваются только некоторые вопросы вибрационного перемещения и пневмотранспорта щепы.

Вибрационное перемещение. Среди вибрационных транспортирующих машин широкое применение находят вибрационные конвейеры, которые в настоящее время выпускают различными по конструкции и назначению. Имеются вибрационные транспортеры для перемещения по горизонтали или с небольшим подъемом вверх и любым наклоном вниз. Специальные типы конвейеров (с винтовым желобом) применяются для перемещения грузов вверх.

Вибрационные конвейеры могут перемещать самые различные материалы, а технические параметры их разнообразны. Производительность виброконвейеров изменяется от нескольких килограммов до 300...500 т/ч; возможная длина рабочего органа, работающего от одного привода, находится в пределах 2,5...30 м.

Широкое применение найдут вибрационные питатели и дозаторы. Их применение обеспечивает точность дозирования и позволяет достигать высокой степени автоматизации. В особых случаях электровибрационные дозаторы выпускают со счетно-решающими устройствами для дозирования многих компонентов в зависимости от хода технологического процесса.

Надежное обеспечение непрерывной, бесперебойной подачи материала достигается применением вибропобудителей. Вибропобудители используют в бункерах разнообразной конструкции; их устанавливают непосредственно на стенке с внешней стороны на вибролисте или внутри бункера на специальных приспособлениях. Эффективными признаны виброочистители, предназначенные для обеспечения полной разгрузки и очистки вагонов МПС при перевозке щепы. Повышение степени загрузки подвижного состава достигается при использовании виброуплотнителей, устанавливаемых в местах загрузки железнодорожных вагонов, автощеповозов и других транспортных средств.

Принципиальные особенности устройства вибрационных машин заключаются в том, что они являются динамическими системами с неподвижными кинематическими связями. В вибрационных машинах имеется возможность полностью или частично уравновесить возникающие в движущихся частях силы инерции и достигнуть больших скоростей, что приводит к снижению непроизводительных затрат энергии и при соответствующей настройке колебательной системы может увеличить ход (размах колебаний) рабочего органа.

По характеру воздействия динамических усилий на рабочие органы вибрационные машины подразделяются на машины уравновешенной и неуравновешенной систем. Транспортёры последней системы характеризуются более высоким расходом энергии, чем установки уравновешенного типа. Обычно уравновешенные вибрационные транспортёры работают в резонансном режиме. Этим объясняется малая энергоёмкость таких машин, так как подводимая извне энергия при резонансе затрачивается в основном на покрытие потерь в упругой системе и на преодоление сопротивлений от демпфирования транспортируемого материала.

По числу приводов горизонтальные виброконвейеры могут быть разделены на одноприводные и многоприводные. Вследствие сложности обеспечения синхронно-синфазной работы большого числа приводов при установке их на одном не вполне жестком рабочем органе наибольшее практическое применение получили одноприводные машины. К недостаткам таких машин следует отнести малую длину транспортирования (до 6 м). Горизонтальные виброконвейеры большой длины и производительности чаще всего выполняют по двухмассной схеме с резонансной или околорезонансной настройкой. Такая настройка позволяет значительно снизить усилия, действующие в приводе в режиме установившихся колебаний, и соответственно уменьшить его габарит.

Для привода горизонтальных двухмассных виброконвейеров наиболее широкое применение получили кривошипно-шатунные механизмы. Двухмассные виброконвейеры могут иметь один или два грузонесущих органа.

Уравновешенные виброконвейеры с двумя грузонесущими органами достигают 100 м длины на один привод. Виброконвейеры с одним грузонесущим органом достигают 30 м длины на один привод.

В отечественной практике из всех рассмотренных схем чаще всего используют схемы одномассного питателя с дебалансным приводом и двухмассного питателя с электромагнитным приводом; для легких горизонтальных конвейеров — схема одномассного питателя с дебалансным приводом и для горизонтальных конвейеров большой длины и производительности — схема двухмассного питателя с кривошипно-шатунным приводом.

Вертикальные виброконвейеры предназначены для подъема сыпучих материалов. Они позволяют совместить транспортирование с технологической обработкой, подогревом, сушкой, увлажнением и т. д. По числу колеблющихся масс вертикальные виброконвейеры различают одномасные и двухмасные. Наибольшее распространение получили более простые одномасные машины с дебалансным приводом. Ряд таких машин разработан во ВНИИстройдормаше. Мэру технологической эффективности можно определить длиной транспортирования и производительностью установки. Сравнение энергоемкости различных типов транспортных устройств целесообразно производить по величине удельной энергоемкости.

Удельная энергоемкость скребковых конвейеров зависит от конструкции, при этом нет большой разницы в энергоемкости скребковых конвейеров отечественных и зарубежных конструкций. Анализ показал, что ленточные горизонтальные конвейеры имеют небольшие удельные энергоемкости, которые возрастают с увеличением угла наклона. Минимально потребляют электроэнергии вибрационные конвейеры уравновешенной конструкции.

Учитывая опыт применения вибрационного транспорта в разных отраслях промышленности для различных материалов, следует считать принципиально возможным использование виброконвейеров для перемещения щепы. Наиболее целесообразно применять виброконвейеры для внутрицехового и внутрискладского транспортирования щепы на небольшие расстояния (до 100 м), в качестве дозаторов, при погрузке щепы в подвижной состав транспорта и т. п.

Используя данные по энергоемкости виброконвейеров, применяемых в различных отраслях промышленности, получены ориентировочные показатели для технологической щепы, пересчитанные на горизонтальное перемещение 1 м³ в час на 1 м (табл. 34).

Основной характеристикой виброконвейеров, как и транспортирующих устройств, является производительность, которая зависит от скорости. Теоретическое определение скорости связано с большим объемом сложных счетных работ даже по упрощенным формулам. Кроме того, многие факторы не поддаются учету при теоретическом анализе, и поэтому в расчетные формулы

34. Технико-экономическая характеристика конвейеров

Тип конвейера	Длина конвейера, м	Производительность, м ³ /ч	Удельная энергоемкость, Вт·ч/м ³ ·м
Скребковый конвейер ТОЦ16-4	80	15	3,08
Ленточный конвейер КЛС8050-60	70	170	0,84
Виброконвейер (уравновешенный)	60	110	0,84

обычно вводятся экспериментальные коэффициенты. В связи с этим были проведены исследования вибрационной транспортировки для установления возможности применения вибромеханизмов на транспортно-технологических операциях.

Опыты показали, что на характер движения слоя щепы основное влияние оказывает режим движения желоба, фракционный состав и влажность щепы. С увеличением частоты колебаний происходит интенсивный рост скорости перемещения, а с увеличением амплитуды колебаний скорость растет менее интенсивно (рис. 5). С увеличением угла вибрации (угол между плоскостью для желоба и направлением колебаний) примерно до 25° скорость перемещения щепы интенсивно растет, затем темп роста снижается и после $30 \dots 35^\circ$ скорость начинает уменьшаться (рис. 6). Кроме основных параметров вибрации скорость зависит от угла наклона желоба к горизонту и с его увеличением в направлении движения увеличивается, а при движении на подъем, наоборот, уменьшается. Предельный угол подъема слоя щепы по плоскости желоба составляет $17 \dots 18^\circ$ (рис. 7).

Увеличение толщины слоя щепы на желобе виброустановки до 10 см вызывает уменьшение скорости перемещения щепы, причем с увеличением частоты колебаний влияние толщины увеличивается.

Повышение влажности щепы от 30 до 150 % также вызывает снижение скорости перемещения, и с повышением частоты колебаний это влияние уменьшается.

Для оценки влияния параметров вибрации на скорость v (м/с) перемещения щепы может быть использована эмпирическая формула

$$v = a\omega \cos \beta \sqrt{1 - g^2 \cos^2 \alpha / (a^2 \omega^4 \sin^2 \beta)} \times \left(\sqrt[3]{a\omega^2/g} \pm \sqrt{(a\omega^2/g) \sin^2 \alpha} \right), \quad (11)$$

где a — амплитуда колебаний, м; ω — угловая частота колебаний, с^{-1} ; β — угол вибрации; g — ускорение свободного падения, м/сек^2 ; α — угол наклона желоба к горизонту.

В скобках знак плюс подставляется при перемещении материала по наклону вниз, минус — при перемещении вверх.

Пневматический транспорт. В связи с постоянным ростом производства технологической щепы из низкокачественной древесины и отходов широкое распространение получил пневматический транспорт. В ряде случаев он оказывается более простым и удобным, а иногда и наиболее эффективным видом транспорта измельченной древесины. В частности, пневмотранспортные установки применяют для перемещения и погрузки щепы в транспортные средства (пнеумопогрузчики), которые обеспечивают уплотненную загрузку щепы, повышая ее полно-

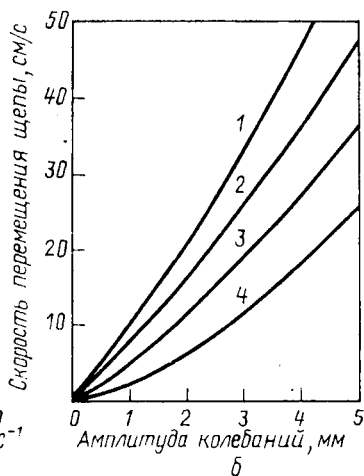
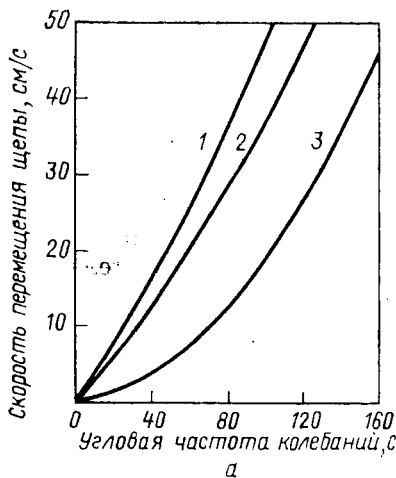


Рис. 5. Зависимость скорости перемещения щелы от:

а — частоты колебаний при амплитуде, мм, 1 — 5,2; 2 — 4,3; 3 — 2,3; б — амплитуды колебаний при угловой частоте, с⁻¹, 1 — 126; 2 — 105; 3 — 34; 4 — 64.

Рис. 6. Зависимость скорости перемещения щелы по горизонтальному желобу от угла приложения вибрации при амплитуде колебаний 2,3 мм, угловой частоте, с:

1 — 147; 2 — 126; 3 — 105; 4 — 84; 5 — 63; 6 — 52

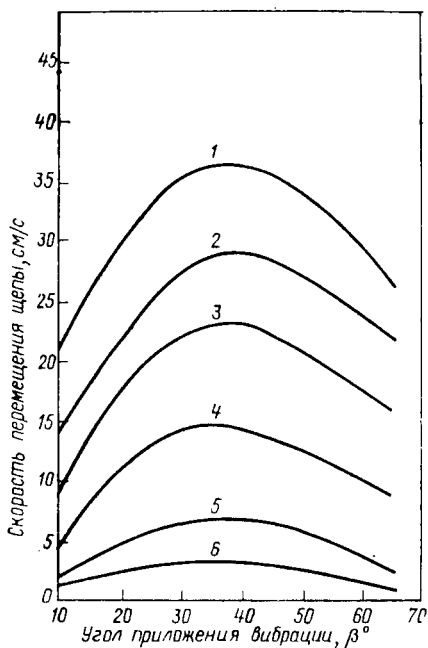
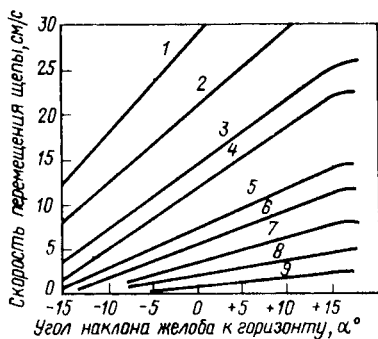


Рис. 7. Зависимость скорости перемещения щелы от угла наклона желоба к горизонту при амплитудах колебаний, мм:

1 — 4; 2 — 2,8; 3 — 1,7; 4 — 2,8; 5 — 4,8; 6 — 4,0; 7 — 2,8; 8 — 1,7; 9 — 1,7



древесность на 20...30% и снижая соответственно затраты на доставку от поставщика потребителям.

Расчет пневмотранспортных установок заключается в определении их основных параметров, исходными данными для чего являются физико-механические свойства транспортируемого ма-

териала (плотность, влажность, крупность, форма и размеры частиц), необходимая производительность, дальность перемещения, план и профиль трассы трубопровода.

Потери давления в трубопроводе определяются из выражения

$$P = P_{\text{вс}} + P_{\text{раз}} + P_{\text{м}} + P_{\text{п}} + P_{\text{вых}} + P_{\text{т}}, \quad (12)$$

$P_{\text{вс}}$ — потери давления во всасывающем трубопроводе; $P_{\text{раз}}$ — потери давления на разгон материала; $P_{\text{м}}$ — потери давления в местных сопротивлениях (отводах и переключателях); $P_{\text{п}}$ — потери давления на подъем материала в вертикальном трубопроводе; $P_{\text{вых}}$ — потери давления на выходе аэросмеси из трубопровода; $P_{\text{т}}$ — потери давления на перемещение материала в горизонтальном трубопроводе.

Для расчета пневмотранспортных установок разработаны различные методы, опубликованные в специальной литературе. По этим методам при расчете установок низкого давления ($P \leq 4900$ Па), изменениями параметров воздуха пренебрегают ввиду их незначительности (до 5%), чем упрощаются все расчеты.

В пневмотранспортных установках среднего ($P > 4900$ Па) и высокого ($P > 19600$ Па) давления температура и плотность воздуха по длине нагнетательного трубопровода существенно изменяются. Для их расчета применяют формулы, учитывающие взаимосвязь скорости воздушного потока и потерь давления в трубопроводе, но без учета изменения температуры воздуха, что в конечном итоге приводит к неточности в расчетах.

Предлагаемая методика расчета высоконапорных пневмотранспортных установок учитывает взаимосвязь всех параметров воздуха. Формула для определения потерь давления в горизонтальном нагнетательном трубопроводе выведена из следующего дифференциального уравнения:

$$dP = (\lambda/D) [8G^2/(\pi^2 D^4 \gamma_v)] (1 + k\mu) dL, \quad (13)$$

где λ — коэффициент сопротивления трубопровода; L — длина горизонтальных участков трубопровода, м; D — диаметр трубопровода, м; G — расход воздуха по массе, кг/с; γ_v — объемная масса воздуха, кг/м³; k — опытный коэффициент; μ — весовая концентрация аэросмеси.

Подставляя значения объемной массы и температуры воздуха из выражений

$$\gamma_v = P/(RT); \quad (14)$$

$$T = T_0 (P/P_0)^{1 - \frac{1}{\kappa}} \quad (15)$$

и интегрируя дифференциальное уравнение, получим

$$P_{\text{т}} = \sqrt[5]{\left[\frac{40}{3} \lambda \frac{L}{D^5} \frac{gG^2 RT_0}{\pi^2 \sqrt[3]{P_0}} (1 + k\mu) + P_0^3 \sqrt[3]{P_0^2} \right]^3} - P_0, \quad (16)$$

где g — ускорение свободного падения, м/сек² (9,81 м/сек²); R — газовая постоянная, кгм/кг · град. ($R=29,27$); T_0 — абсолютная температура воздуха при начальных условиях ($T_0=293$ °К); κ — показатель адиабаты ($\kappa=1,5$); P_0 — атмосферное давление, Па ($P_0=101\,367$ Па).

Коэффициент сопротивления трубопровода может быть определен по формуле А. Д. Альтшуля

$$\lambda = 0,1 (1,46\Delta/D + 100/Re)^{0,25}, \quad (17)$$

где Δ — абсолютная шероховатость внутренней поверхности трубопровода (для электросварных труб $\Delta=0,04 \dots 0,10$ мм); Re — число Рейнольдса, определяем по формуле

$$Re = vD/\nu, \quad (18)$$

где ν — коэффициент кинематической вязкости воздуха (для стандартного воздуха $\nu=14,9 \cdot 10^{-6}$ м²/с); v — скорость воздушного потока, м/с.

Расчет пневмотранспортных установок начинают с выбора величины весовой концентрации аэросмеси. При этом рекомендуют принимать возможно большее ее значение в пределах допустимого по условиям устойчивого транспортирования материала, но практически из условий экономической целесообразности ее принимают в пределах 2...6 кг/кг. По выбранному значению весовой концентрации аэросмеси сначала определяют необходимый секундный расход воздуха по массе из соотношения.

$$\mu = Q\gamma_d/G = 4Q\gamma_d/(\pi D^2 v \gamma_v), \quad (19)$$

где Q — объем перемещаемого материала, пл. м³/с; γ_d — объемная масса древесины, из которой получена щепа, кг/м³.

Затем определяют необходимую скорость воздушного потока, используя экспериментальные данные, представляемые в виде таблицы их взаимозависимости или пропорциональности скоростям витания и трогания, зачастую громоздкие и с большим диапазоном значений необходимых для расчета величин. Для этой цели может быть рекомендована формула

$$v = \sqrt[3]{(\gamma_d/\gamma_v) 2g v_s \sqrt{\pi D l} \sqrt[4]{\mu}}, \quad (20)$$

где v_s — скорость витания частиц, щепы, м/с; D — диаметр трубопровода, м; l — длина (большой размер) частицы щепы, м; μ — весовая концентрация аэросмеси.

Скорость воздушного потока по формуле (20) не учитывает изменения параметров воздуха в трубопроводе и поэтому может быть применена только при расчете низконапорных установок. В средне- и высоконапорных установках давление и плотность воздуха изменяются заметно и для сохранения его транспорти-

рующей способности в начале трубопровода скорость воздуха должна удовлетворять условию

$$v_n \geq v \sqrt{\gamma_b/\gamma_n} = v \sqrt[3]{P_0/P_n}, \quad (21)$$

где γ_n — объемная масса воздуха в начале трубопровода, кг/м³.

Объемная масса воздуха в начале трубопровода выражается зависимостью

$$\gamma_n = \sqrt[3]{P_0 P_n^2 / (gRT_0)}. \quad (22)$$

Тогда скорость воздуха в конце трубопровода будет равна

$$v_{\text{вых}} = v \sqrt[3]{P_n/P_0} = \rho v, \quad (23)$$

где ρ — коэффициент, учитывающий относительное повышение давления в начале трубопровода.

Из полученного выражения (23) следует, что для обеспечения транспортирующей способности скорость воздуха, полученную по формуле (20), следует увеличить с учетом давления в начале трубопровода, которое пока неизвестно. Поэтому расчеты необходимо выполнять методом постепенного приближения, задаваясь величинами коэффициента ρ . Для средненапорных установок он находится в пределах $1,01 < \rho \leq 1,06$, высоконапорных $\rho > 1,06$ и обычно не более 1,2. Предварительная оценка установки по величине напора производится по данным аналогичных установок.

Необходимый расход воздуха, определяемый по формуле (19) через диаметр трубопровода, выражается зависимостью

$$G = (\pi D^2/4) v_{\text{вых}} \gamma_b. \quad (24)$$

Тогда, решая совместно уравнения (20) и (24), получим зависимость диаметра трубопровода от производительности установки и характеристики транспортируемого материала:

$$D = 0,648 \sqrt[13]{G^6 / (\rho^6 \gamma_b^4 \gamma_d^2 v_s^2 l \mu \sqrt{\mu})}. \quad (25)$$

После решения равенства по соответствующим ГОСТам подбирают трубу ближайшего к расчетному диаметра, но для перемещения технологической щепы не менее 200 мм с целью исключения возможной закупорки. Затем, решая совместно равенства (19) и (20), определяют уточненные величины концентрации аэросмеси и скорости воздушного потока, соответствующие выбранному диаметру трубопровода, т. е.

$$v_\phi = \sqrt[5]{4Q\gamma_d\rho^4 / (\pi D_\phi^2 \gamma_b)} \sqrt[3]{\left(\frac{\gamma_d}{\gamma_b} 2gv_s\right)^4 (\pi D_\phi l)^2} \quad (26)$$

и

$$\mu_\phi = 4Q\gamma_d / (\pi D_\phi^2 \gamma_b v_\phi). \quad (27)$$

Скорость витания частиц щепы с высокой для практических расчетов точностью может быть определена по формуле С. Н. Святкова (ЛТА им. С. М. Кирова)

$$v_s = 0,14 \sqrt{\gamma_d \left[\left(0,02 + \frac{a}{h} \right) \gamma_b \right]}, \quad (28)$$

где a — опытный коэффициент для частиц с квадратным или округленным поперечным сечением, $a=1,1$; для частиц с прямоугольным поперечным сечением $a=0,9$; h — толщина частицы, мм.

Определяют опытный коэффициент, выражающий степень влияния концентрации на величину потерь давления в трубопроводе, по формуле

$$k = 0,25 \sqrt[3]{\frac{\gamma_d}{\gamma_{a.c}} + \frac{gD \sqrt[3]{\mu}}{(\lambda v^2)}}, \quad (29)$$

где g — ускорение свободного падения, м/сек²; D — внутренний диаметр трубопровода, м; λ — опытный коэффициент трения (безразмерный); v — транспортирующая скорость воздуха в горизонтальном трубопроводе, определяемая по формуле (20); γ_d — объемная масса древесины, из которой получена щепа (при транспортировании щепы смешанных пород — менее плотной древесины) кг/пл. м³; $\gamma_{a.c}$ — объемная масса той же щепы в абсолютно сухом состоянии, кг/м³.

После вычисления указанных величин можно определить потери давления на перемещение материала в горизонтальном трубопроводе, в местных сопротивлениях, на разгон и подъем материала. Для определения потерь давления в местных сопротивлениях, на разгон и подъем материала необходимо располагать данными об объемной массе и скорости воздуха в местах их прохождения по длине трубопровода, которые зависят от давления и еще неизвестны. Поэтому задачу приходится решать методом постепенного приближения, задаваясь давлением воздуха в начале трубопровода исходя из данных по аналогичным установкам. Если нет таких данных, по потери давления на перемещение материала увеличиваются на 10...20 % для высоконапорных и 20...30 % для средненапорных установок.

Пример расчета высоконапорной установки. Расчет выполнен на примере первой в нашей стране высоконапорной установки, разработанной для Астраханского ЦКК.

Исходные данные: производительность, м³/ч — 67; 54; расстояние подачи щепы, м, — 500; высота подъема материала, м, — 10; объемная масса древесины щепы, кг/м³, — 800; расчетная объемная масса воздуха, кг/м³, — 1,2; размеры транспортируемой щепы, мм: длина — 25, толщина — 6, длина всасывающего патрубка — 10 м.

Порядок расчета:

1. Расходную концентрацию аэросмеси примем $\mu = 3$.

2. Тогда требуемый расход воздуха составит

$$G = 54000 / (3600 \cdot 3) = 5 \text{ кг/с.}$$

3. Скорость витания частиц щепы равна

$$v_s = 0,14 \sqrt{800 / \left[\left(0,02 + \frac{0,9}{6} \right) 1,2 \right]} = 8,77 \text{ м/с.}$$

4. Для первого приближения примем коэффициент $\rho = 1,14$ и определим диаметр трубопровода

$$D = 0,648 \sqrt[13]{5^6 / (1,14^6 \cdot 1,2^4 \cdot 800^2 \cdot 8,77^2 \cdot 0,025 \cdot 3 \sqrt{3})} = 0,363 \text{ м.}$$

Подбираем трубопровод с наружным диаметром 377 мм, толщиной стенок 7 мм. Тогда внутренний диаметр $D = 363$ мм.

5. По выбранному значению диаметра определяем необходимую скорость воздушного потока при начальных условиях и с учетом изменения давления в трубопроводе:

$$v = \sqrt[5]{4 \cdot 15 / (\pi \cdot 0,363^2 \cdot 1,2)} \sqrt[3]{(800 / 1,2 \cdot 2 \cdot 9,81 \cdot 8,77)^4}$$

$$\cdot \pi \cdot 0,363 \cdot 0,025^2} = 36,3 \text{ м/с;}$$

$$v_{\text{вых}} = 4 \cdot 5 / (\pi \cdot 0,363^2 \cdot 1,2) = 40,3 \text{ м/с; } v_{\text{нач}} = 36,3 / 1,14 = 31,8 \text{ м/с;}$$

6. Определим коэффициент трубопровода

$$\lambda = 0,1 (1,46 \cdot 0,06 / 363 + 100 \cdot 14,9 / (40,3 \cdot 0,363 \cdot 10^6))^{0,25} = 0,0136.$$

7. Определим величину опытного коэффициента

$$k = 0,25 \sqrt[3]{800 / 400} + 9,81 \cdot 0,363 \sqrt[3]{3} / (0,0136 \cdot 40,3^2) = 0,55.$$

8. По полученным данным определим потери давления в трубопроводе на перемещение материала:

$$P_{\text{тр}} = \sqrt[5]{\left[\frac{40 \cdot 0,0136 \cdot 500 \cdot 9,81 \cdot 5^2 \cdot 29,27 \cdot 293 (1 + 0,55 \cdot 3)}{3 \cdot 0,363^5 \cdot 3,14^2 \cdot 101 \cdot 367} + \right.}$$
$$\left. + 101 \cdot 367 \sqrt[3]{101 \cdot 367^2} \right]^3} - 101 \cdot 367 = 42 \cdot 413 \text{ Па.}$$

9. Потери давления на выходе аэросмеси из трубопровода в циклон с коэффициентом сопротивления 2,5.

Скорость воздуха при входе в циклон в два раза меньше, чем в конце трубопровода. Тогда

$$P_{\text{вых}} = G \frac{\gamma_e v_{\text{вых}}^2}{2}, \quad P_{\text{вых}} = 2,5 \frac{1,2 \cdot 20,15^2}{2} = 609 \text{ Па.}$$

10. Потери давления на подъем материала

$$P_{\text{п}} = \mu \gamma_{\text{в}} g h (v_{\text{в}} / v_{\text{м}}) P_{\text{п}} = 3 \cdot 1,2 \cdot 9,81 \cdot 10 \cdot 1,98 = 699 \text{ Па,}$$

где h — высота подъема материала, м; g — ускорение свободного падения, м/сек²; $v_b/v_m \approx 1,98$ (по опытным данным).

11. На трассе трубопровода имеются два отвода с углом поворота 45°. Коэффициент сопротивления сварного колена с таким углом поворота при радиусе, равным $10D$, составляет 0,07, опытный коэффициент $k=1,8$. Тогда потери давления

$$P_m = 2 \cdot 0,07 (1,2 \cdot 40,3^2/2) (1 + 1,8 \cdot 3) = 873 \text{ Па.}$$

12. Определим объемную массу воздуха в начале трубопровода:

$$\gamma_n = \sqrt[3]{101\,367^3 \cdot 1,14^4 / (g \cdot 29,27 \cdot 293)} = 1,43.$$

13. Потери давления на разгон материала и в питателе составят

$$P_{\text{раз}} = \gamma_n v_n^2 (\mu v_m / v_n + G_n / 2) = 1,43 \cdot 31,8^2 \left(3 \cdot 0,7 + \frac{0,6}{2} \right) = 3471 \text{ Па,}$$

где μ — концентрация аэросмеси; v_m — скорость движения материала в трубопроводе, м/с [$v_m = (0,6 \dots 0,7) v_n$]; ξ — коэффициент местного питателя ($\xi=0,6$).

14. Суммарные потери давления в нагнетательном трубопроводе составляют

$$P_{\text{изб}} = 42\,413 + 609 + 699 + 873 + 3471 = 48\,065 \text{ Па}$$

или абсолютное давление в начале трубопровода

$$P_n = 101\,367 + 48\,065 = 149\,432 \text{ Па.}$$

По полученным данным транспортирующая скорость воздуха в начале трубопровода должна быть равна

$$v = 36,3 \sqrt[3]{101\,367/149\,432} = 31,9 \text{ м/с.}$$

Фактическая скорость

$$v_{\text{факт}} = 40,3 \sqrt[3]{(101\,367/149\,432)^2} = 31,1 \text{ м/с.}$$

Полученная фактическая скорость отличается от необходимой транспортирующей только на 2,4 % при возможном допущении до 5 %. При большем расхождении этих величин необходимо было бы повторить расчет при другом значении коэффициента ρ .

15. Потери давления на всасывающем участке трубопровода определяют по формуле

$$P_{\text{вс}} = P_{\text{ф}} + \left[\sum_1^n \xi_i + \lambda (L_{\text{вс}}/D_{\text{вс}}) \right] (\gamma_v v_{\text{вс}}^2/2),$$

где $P_{\text{ф}}$ — сопротивление фильтра воздуха, Па; ξ_i — коэффициент местных сопротивлений всасывающего трубопровода (входа, отводов, дроссельной заслонки и др.); γ_v — объемная масса воз-

духа, кг/м³; $v_{вс}$ — скорость воздушного потока во всасывающем трубопроводе, м/с; λ — коэффициент сопротивления трубопровода; $L_{вс}$ — длина всасывающего трубопровода, м; $D_{вс}$ — диаметр всасывающего трубопровода, м; n — количество местных сопротивлений.

Величина этих потерь определяется с учетом следующих элементов. Для очистки атмосферного воздуха установлен висциновый фильтр, вызывающий потери давления 137 Па, для регулирования количества поступающего воздуха — дроссельная заслонка с коэффициентом сопротивления 0,9. Диаметр трубопровода принят равным 600 мм. Тогда скорость воздушного потока на входе и в трубопроводе равна

$$v_{вс} = 4 \cdot 5 / (\pi \cdot 0,6^2 \cdot 1,2) = 14,8 \text{ м/с.}$$

Коэффициент сопротивления трубопровода:

$$\lambda = 0,1 \{ 1,46 (0,06/600) + 100 \cdot 14,9 / (0,6 \cdot 14,8 \cdot 10^6) \}^{0,25} = 0,0133.$$

Подставляя численные значения в формулу, получим

$$P_{вс} = 137 + [0,9 + 0,0133 (10/0,6)] \cdot (1,2 \cdot 14,8^2/2) = 284 \text{ Па.}$$

Полное давление, необходимое для определения параметров воздуходувной машины, составляет

$$P_{п} = 149\,432 + 284 = 149\,716 \text{ Па.}$$

4. Перевозка щепы

Одной из важнейших задач использования низкокачественной древесины и отходов является ее транспортировка к местам потребления. Основным фактором, определяющим выбор типа транспорта щепы, являются сложившаяся схема транспортного обслуживания и наличие сети дорог. Перевозка щепы на дальние расстояния более эффективна железнодорожным транспортом. Более половины производимой в нашей стране щепы доставляется потребителю железнодорожным транспортом в вагонах общего назначения и специальных вагонах-щеповозах. Расстояние перевозки достигает 2000 км и более.

Недостатком вагонов общего пользования является возможность засорения щепы примесями, которые остаются от ранее перевозимых минеральных грузов. Перевозка технологической щепы в настоящее время в основном осуществляется в четырехосных 62-тонных полувагонах со съемной или постоянной надстройкой, в специальных щеповозных типа хоппер и шестиосных 93-тонных полувагонах общего назначения. Разгрузка этих полувагонов производится через люки, расположенные в нижней части кузова по всей его длине.

Для лучшего использования грузоподъемности борта универсального четырехосного полувагона наращивают в пределах, допускаемых габаритом подвижного состава. У шестиосного цельнометаллического вагона вместимостью 104 м³ борта не наращивают, так как небольшое увеличение его вместительности

35. Техническая характеристика вагонов общего и специального назначения, рекомендуемых для перевозки щепы [25]

Показатели	Четырехосный полувагон		
	с обычным выращиванием кузова	с устройством ЛТ-45	с устройством «Кареллесо- экспорт»
Грузоподъемность, кН	607,6	607,6	607,6
Вместимость кузова, м ³	64,8	64,8	64,8
То же с наращенными бор- тами, м ³	94	112	100
Число люков, шт.	14	14	14
Масса вагона, т	22,4	22,4	22,4
Суммарная длина разгру- зочного проема, мм	11 400	11 400	11 400

Продолжение

Показатели	Цельно- металличес- кий шестиосный полувагон	Четырехос- ный торфо- возный хоппер	Шестиосный саморазгру- жающийся вагон для угля	Торфовозный полувагон модели 22-473
Грузоподъемность, кН	921,2	235,2	882	590
Вместимость кузова, м ³	104	62	91,2	—
То же с наращенными бор- тами, м ³	115	—	105	120
Число люков, шт.	16	4	8	4
Масса вагона, т	31,5	17,4	36	26
Суммарная длина разгру- зочного проема, мм	13 600	9500	13 200	18 680

примерно на 10 % не покрывает достаточно высоких дополни-
тельных затрат на переоборудование. Нарращивание бортов тре-
бует дополнительных трудозатрат, расхода пиломатериалов и
увеличения времени простоя вагонов. Техническая характери-
стика вагонов, которые могут быть применены для перевоза тех-
нологической щепы, приведена в табл. 35.

Автомобильный транспорт применяют для перевозки щепы
на небольшие расстояния (в основном до 200 км). Возможность
транспортирования технологической щепы непосредственно на
склад потребителя и автономная разгрузка — важнейшие пре-
имущества автомобильного транспорта.

Автощеповозы различают по конструктивным и эксплуата-
ционным признакам. По подвижному составу, используемому
для перевозки щепы, различают кузовные автомобили общего
назначения, специальные автопоезда и автомобили с полупри-
цепами, прицепами и контейнерами. По грузоподъемности авто-
щеповозы бывают легкие, средние и большегрузные; по кон-

струкции кузова — рамные, безрамные; по способу разгрузки — самосвальные и саморазгружающиеся.

Кузовные машины общего назначения с наращенными бортами используют как внутризаводской транспорт или для перевозки щепы на близкие расстояния.

Легкие автощеповозы имеют кузов объемом до 30 м³, средние — до 45 м³, тяжелые — до 75 м³. Перевозка щепы легкими щеповозами осуществляется на базе автомобилей ЗИЛ, средними — МАЗ и тяжелыми КраЗ.

Эффективность применения щеповозов различной вместимости зависит от расстояния и объемов перевозки, а также эксплуатационных условий трассы. Легкие и средние автощеповозы применяют при малом грузообороте для перевозки на расстояние до 100 км, а большегрузные — до 200 км и более при значительном грузообороте технологической щепы.

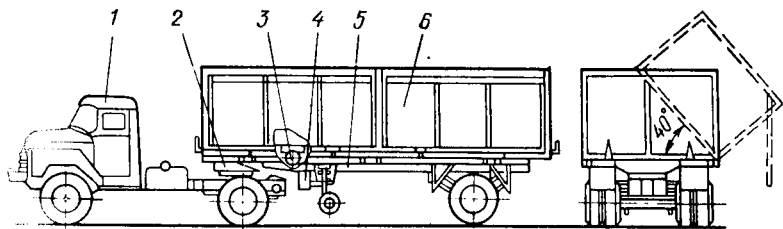
Саморазгружающиеся автощеповозы осуществляют выгрузку щепы из кузова при помощи подвижного пола, перемещение которого достигается специальным механизмом. У самосвальных автощеповозов разгрузка происходит при наклоне кузова на угол, превышающий угол естественного откоса щепы. Наибольшее распространение получила разгрузка наклоном кузова назад. Боковая разгрузка требует специального приемного устройства, так как щепы при высыпке на открытом складе осыпается под колеса и затрудняет выезд. Боковую или трехстороннюю разгрузку применяют у автопоездов, когда сцеплены два полуприцепа или полуприцеп и прицеп. Автощеповозы с индивидуальной разгрузкой эффективнее применять при небольших грузооборотах и незначительных расстояниях перевозки.

При больших грузопотоках и расстояниях до 200 км и более эффективнее применять саморазгружающиеся автощеповозы, при этом необходимо оборудовать склад потребителя разгрузочным устройством. В настоящее время наиболее эксплуатируемые автощеповозы типов: средние ЛТ-7, ЛТ-7А и большегрузный ЛТ-170.

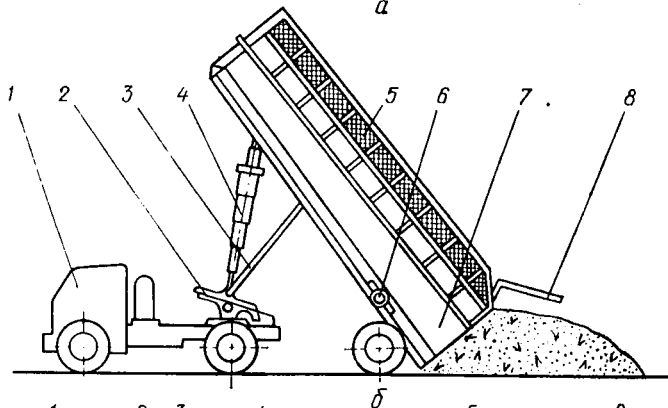
Автощеповоз ПС-22 (рис. 8, а) состоит из автомобиля-тягача 1 и одноосного полуприцепа с кузовом 4 объемом 22 м³. Базой щеповоза могут служить автомобили ЗИЛ-130В1 и КАЗ-608, оборудованные седельным устройством 2. На раме 5 полуприцепа кроме кузова 6, обшитого досками, монтируют два электровибратора 3 и подъемный механизм с двумя гидроцилиндрами.

При транспортировке кузов фиксируется на раме с помощью кронштейна. Боковые борта 7 открывают с помощью системы рычагов. Боковая разгрузка осуществляется наклоном кузова вправо или влево на 40°.

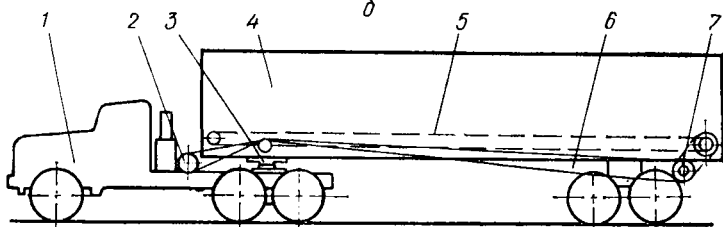
Автощеповоз ЛТ-57 (рис. 8, б) оборудован самосвальным одноосным полуприцепом, который унифицирован с автощепо-



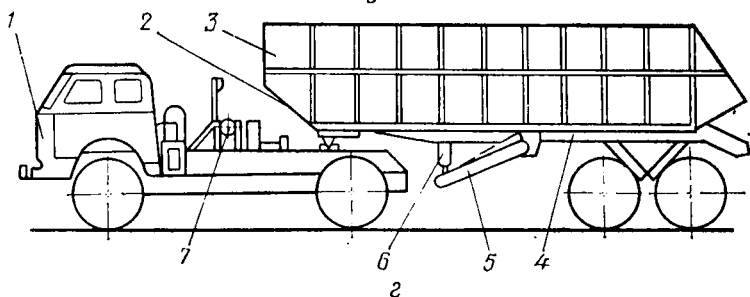
a



б



в



г

Рис. 8. Схема устройства автощеповозов:

a — автощеповоз ПС-22; 1 — автомобиль-тягач; 2 — седельное устройство; 3 — электро-вibrator; 4 — одноосный полуприцеп с кузовом; 5 — рама полуприцепа; 6 — кузов полуприцепа; *б* — автощеповоз ЛТ-7А (ЛТ-57); 1 — базовый автомобиль; 2 — седельное устройство; 3 — тяговая рама; 4 — гидropодъемник; 5 — надставные борта; 6 — электроvибратор; 7 — полуприцеп рамной конструкции; 8 — открывающийся задний борт; *в* — большегрузный щеповоз; 1 — автомобиль-тягач КрАЗ-258; 2 — лебедка автомобиля; 3 — седельно-щепное устройство; 4 — полуприцеп с двухосной тележкой ТМЗ-9383; 5 — скреповый конвейер; 6 — канатная передача; 7 — цепная передача; 8 — контейнеровоз типа ТМ-15; 1 — автомобиль-тягач МАЗ-509А; 2 — седельное устройство; 3 — сменный контейнер; 4 — специальный двухосный прицеп; 5 — подъемный рычаг; 6 — трехцилиндровый гидropодъемник; 7 — лебедка

возом ЛТ-7А и отличается только тем, что не имеет надставных бортов 5. В качестве базового автомобиля 1 используют тягач ЗИЛ-130В1, оборудованный седельным устройством 2. Полуприцеп 7 безрамной конструкции оборудован кузовом объемом 24 м³ с тентом, открывающим задним бортом 8, подъемным устройством и электровибратором 6. Боковые стенки и днище кузова выполнены с двойным дном — для обогрева в холодное время года и лучшей разгрузки смерзшейся щепы. Разгрузка осуществляется подъемом кузова на угол до 50°. Подъемное устройство имеет гидроподъемник 4 и тяговую раму 3, которая обеспечивает откатывание полуприцепа к тягачу одновременно с подъемом кузова.

Щеповозы ПС-22 и ЛТ-57 предназначены для работы на дорогах общего пользования. При вывозке щепы из лесосеки может быть использован щеповоз ЛТ-57П на базе автомобиля повышенной проходимости ЗИЛ-131В.

Наибольшее распространение получил автощеповоз средней грузоподъемности ЛТ-7 и его усовершенствованная модель ЛТ-7А. Объем кузова этих щеповозов разработан на базе автомобилей МАЗ-5430 (МАЗ-5047) и составляет соответственно 34,6 и 37 м³. Самосвальный полуприцеп этих щеповозов аналогичен по конструкции ЛТ-57. Для большей вместимости щепы кузов оборудован надставными сетчатыми бортами 5 (рис. 8, б).

Большегрузный автощеповоз ЛТ-111 предназначен для перевозки 74 м³ щепы при благоприятных дорожных условиях. Он состоит из тягача МАЗ-509 и двух полуприцепов, соединенных с одноосной подкатной тележкой. По конструкции полуприцепы аналогичны ЛТ-7А. Такие двухкомплектные автощеповозы получили только ограниченное распространение из-за низких тяговых и маневровых характеристик.

Большегрузный щеповоз ЛТ-70 (рис. 8, в) состоит из автомобиля-тягача КрАЗ-258 1 и полуприцепа 4 с двухосной тележкой ТМЗ-9383. Тросовая крестообразная сцепка позволяет совпадать колею автомобиля и полуприцепа, что обеспечивает хорошие маневровые качества при движении на кривых участках дороги. Кузов цельнометаллический, несущего типа, объем 70 м³, оборудован легкоъемными надставными сетчатыми бортами. Двойное дно служит для подвода теплоносителя, когда требуется оттаивание примерзшей к кузову щепы. Разгрузка осуществляется скребковым конвейером 5, который движется по всей ширине днища и ссыпает щепу через открывающийся в сторону двухстворчатый задний борт. Привод ведомого шкива конвейера осуществляется от лебедки 2 автомобиля через канатную 6 и две цепные передачи 7. Ветви канатной передачи пропущены над седельно-сцепным устройством 3 через свободно вращающийся обводной блок. Это обеспечивает взаимное перемещение тягача и кузова на поворотах при постоянной длине каната. Кузов снабжен легкоъемным тентом из капронового сетчатого

36. Техническая характеристика сухогрузных судов для перевозки технологической щепы [25]

Тип судна	Номер проекта	Класс	Грузоподъемность, т	Основные размеры, м			Осадка с грузом, м	Грузоподъемность на 1 м осадки, т
				Длина	Ширина	Высота борта		
Несамоходные								
Барка-площадка	183Б	Р	200	35,3	7,5	1,3	1,08	230
	Р92	Р	400	48,7	12,2	1,8	1,10	505
	943	Р	600	57,3	12,1	2,0	1,37	605
	565	Р	1000	70,2	14,4	2,0	1,50	807
	942	Р	1000	65,0	14,0	2,0	1,57	833
Трехтрюмный лихтер финской постройки	1000	Л1М	1000	64,8	12,4	3,5	2,35	600
Открытая баржа с двойным дном и с двойными бортами	567	О	1800	78,2	13,5	3,5	2,50	845
Полусекционная беспалубная баржа	Р29	О	3000	85,6	17,5	4,0	2,80	1360
Открытая баржа с двойным дном и двойными баржами	461Б	О	3000	86,2	14,2	4,5	3,20	1050
Самоходные								
Теплоход с тремя трюмами и люковым закрытием	765	О	600	62,0	9,2	2,3	1,87	1132
Теплоход с тремя трюмами и люковым закрытием	1000/800	М	1000	78,0	11,0	3,7	2,56	1963
Теплоход-площадка с палубным бункером	559Б	О	1200	79,9	15,0	2,8	1,71	960
Теплоход с четырьмя трюмами и люковым закрытием	576	О	2000	90,0	13,0	4,8	2,80	2820

полотна, который препятствует выдуванию частиц из кузова встречным потоком воздуха.

Контейнеровоз типа ТМ-15 (рис. 8, з) состоит из автомобиля-тягача МАЗ-509А 1 с седельным устройством 2, специального двухосного полуприцепа 4 и двух сменных контейнеров 3 объемом по 29 м³. Разгрузка и погрузка контейнера осуществляются наклоном контейнера на полуприцепе с помощью подъемного рычага 5 и трехцилиндрового гидropодъемника 6, который обеспечивает встряхивание кузова в конце подъема.

Для перевозки щепы из лесосеки могут быть использованы полуприцепы, буксируемые тракторами.

Для перевозок щепы по внутренним водным путям используют сухогрузные суда общего назначения и специально модернизированные с учетом характера грузов. Одно из важнейших требований, предъявляемых к судну, — достаточная ширина люков и высокий коэффициент вертикальной проницаемости, который показывает отношение площадей просвета люков и трюма. Для щепы целесообразно использовать баржи-площадки, открытые самоходные суда, имеющие достаточную вертикальную проницаемость, что позволяет применять на погрузке краны с грейферами для щепы. Для повышения вместимости судов примерно вдвое производится наращивание бортов деревянными или металлическими щитами. Грузоподъемность баржи-площадки колеблется от 200 до 1000 т. Открытые трюмные суда с двойным дном и бортами имеют грузоподъемность от 1800 до 3000 т. Большинство открытых трюмных судов и некоторые типы барж-площадок выполнены и предназначены для толкания буксиром.

Загрузка щепой всех видов судов установлена в размере 50 % их грузоподъемности. При условии дополнительного оборудования судов использование их грузоподъемности составляет 70...80 %. Технические данные о судах для перевозки технологической щепы приведены в табл. 36.

5. Зарубежные машины и оборудование

Практически во всех странах мира уделяется большое внимание вопросам рационального использования лесосырьевых ресурсов, включая и лесосечные отходы. Создаются стационарные рубильные машины переработки отходов деревообработки, в том числе и короткомерных, с повышенным выходом качественной технологической щепы, передвижные — для освоения различных видов лесосечных отходов и переработки целых деревьев в щепу.

Одним из последних типов финской фирмы «Кархула» является рубильная машина РХ1600. Машина перед верхним подающим вальцем имеет прижимные рычаги, направляющие сырье до самых ножей, благодаря чему получают качественную

щепу однородных размеров даже из коротких кусков древесины.

Техническая характеристика машин фирмы «Кархула»

	PX1600/3	PX1600/5
Диаметр ножевого диска, мм	1600	1600
Число ножей, шт	3	5
Частота вращения ножевого диска, мин ⁻¹	650	650
Размеры отверстия патрона, мм:		
ширина × высота	440 × 260	440 × 260
Производительность, м ³ /ч	60	100
Мощность, кВт:		
главного двигателя	50 75	75 100
подающего устройства	4	7,5
Масса, кг	4,800	5000

Для переработки лесосечных отходов, маломерных деревьев, низкокачественной древесины на щепу в условиях верхних и нижних лесоскладов, а также отходов лесопиления акционерным обществом «Перусюхтюмя» разработаны высокопроизводительные передвижные рубильные машины барабанного типа ТТ910Р и дисковая машина ТТ-1500ЛП. Качество получаемой щепы зависит от вида перерабатываемого сырья; щепу можно использовать для химической переработки, в производстве древесных плит и в качестве топлива. Диаметр барабана рубильной машины ТТ910Р 900 мм, частота вращения 650 мин⁻¹, максимальный диаметр перерабатываемого сырья 45 см. Механизм подачи состоит из нижнего гусеничного транспортера закрытого типа и подающего горизонтального приводного вальца с шинами. Фактически достигнутая производительность на переработке лесосечных отходов составляет 50 м³/ч, на дровяном долготье, маломерных деревьях и горбыле 50 . . . 100 м³/ч.

Диаметр диска рубильной машины ТТ1500ЛП равен 1500 мм, частота вращения 625 мин⁻¹, количество ножей 3. Машина оборудована гидроманипулятором «Фискарс Ф120Л», масса машины с гидроманипулятором 15 т, общая масса — 24 т, производительность 70 . . . 120 м³/ч.

Для производства кормовой щепы создана небольшая подвесная лентоножевая рубильная машина ТТ54Р с гидроманипулятором, которая монтируется на сельскохозяйственный трактор. На машине перерабатываются небольшие листовые деревья, кустарник и хвойные ветки. Производительность машины 5 . . . 12 м³/ч, длина частиц 3 . . . 5 мм, диаметр ножевого барабана 500 мм, количество ножей 12, потребляемая мощность 30 . . . 60 кВт, масса 600 кг.

Рубильная машина ТТ1000ТС установлена на прицепной двухосной тележке и оборудована самосвальным кузовом. Двухножевой диск машины диаметром 1070 мм приводится во вращение карданным валом от вала отбора мощности трактора и вращается с частотой 1000 мин⁻¹.

Длина получаемой щепы может изменяться. Кузов машины имеет вместимость 18 м³, производительность рубильной машины 25...60 м³/ч.

Акционерное общество «Саастомайнен» выпускает систему оборудования для подготовки и сжигания древесного топлива из отходов. В систему входят рубильные машины для производства дробленки и оборудование для сжигания.

Рубильные машины каждой серии САСМО НР-15 и САСМО НР-30 выпускаются трех типов: НР-15Л, НР-15М, НР-15С и НР-30Л, НР-30М, НР-30С. Особенностью машин каждой серии является применение конических рубильных шнеков. Длину вырабатываемой щепы регулируют путем установки шнека разной длины. Например, для получения щепы длиной 60...80 мм в машине НР-30 применяют шнек модели 30Л, для щепы 30...50 мм 30М и для щепы 20...30 мм 30С.

Применение конического шнека исключает необходимость в механизме подачи, так как сам шнек обладает способностью захватывать и продвигать ствол дерева вперед при его измельчении.

Техническая характеристика рубильных машин САСМО НР-15, САСМО НР-30

	САСМО НР-15	САСМО НР-30
Масса машины, кг	380	3000
Потребляемая мощность, кВт	20 ... 60	60 ... 111
Максимальный диаметр перерабатываемого сырья, мм	150	—
Скорость подачи, м/с	0,5 ... 0,8	0,4 ... 0,8
Частота вращения рубильного шнека, мин ⁻¹	540 ... 1000	540 ... 1000
Производительность, м ³ /ч	10 ... 20	20 ... 40

Для сжигания дробленки фирма выпускает автоматическую топку САСМО СМ-2-ТХ, которая может работать как на дробленке, так и на опилках. Древесина может быть сырая, что исключает необходимость предварительной просушки топлива.

Передвижная установка для дробления сучьев АХЦ производства ГДР применяется для переработки отходов древесины мягких пород диаметром до 200 мм, твердых — до 120 мм. Барабанная машина монтируется на одноосном пневмоколесном прицепе, оборудованном: гидроманипулятором с вылетом стрелы до 7500 мм, высотой подъема груза до 3600 мм; загрузочным механизмом и ленточным транспортером для удаления щепы. Частота вращения барабана 85 мин⁻¹, диаметр барабана 800 мм, мощность двигателя 73 кВт.

Дисковая передвижная машина «Кархула» фирмы Альстрем (Швеция) установлена на двухосном прицепе и предназначена для переработки лесосечных отходов на щепу длиной 22 см. Сечение входного отверстия патрона, 255×255 мм, позволяет перерабатывать древесину диаметром до 25 см. Диск диаметром 1200 мм с тремя ножами имеет частоту вращения 750 мин⁻¹.

Для переработки маломерных деревьев, ветвей и вершин деревьев машина снабжается подающей тележкой. Привод машины осуществляется от двигателя трактора через вал отбора мощности. Мощность, необходимая для привода рубильной машины, 75 кВт, масса машины 1,8 т.

Фирма «Брукс» (Швеция) поставляет системы машин для заготовки дробленки на лесосеке, состоящие из машины для сбора и измельчения древесины, рубильной машины и автощеповоза. При использовании такой системы дробленка однородна по размеру, мало загрязняется песком, гравием, грунтом.

Перечисленное оборудование можно комплектовать в три системы. Первая система включает машину для сбора и измельчения отходов Брукс 1001СТ, которая работает на лесосеке по окончании сплошных и выборочных рубок. Когда бункер машины заполняется, щепа доставляется к погрузочной площадке и сыпается в контейнеры или бункер для щепы. Производительность машины для сбора и измельчения отходов в дробленку равна 17...60 м³/ч щепы. Диаметр барабана равен 1000 мм, размер загрузочного окна 780×420 мм, размер щепы 20...40 мм, вместительность бункера 18 м, мощность двигателя 200 кВт.

Вторая система включает машину для сбора и измельчения лесосечных отходов Брукс 1001СГ и автощеповоз. Когда бункер машины 1001СГ заполнен, щепа сыпается в бункер автощеповоза, из которого перегружается в контейнеры или прицепы на погрузочной площадке. Вместимость бункера автощеповоза 25 м³.

Третья система включает рубильную машину Брукс 1001СТ, смонтированную на прицепе. Машина имеет дистанционное управление и может быть установлена на нижнем лесоскладе, около бункера отопительной установки или у трелевочного волака. Производительность рубильной машины, установленной на прицепе, составляет 80 м³/ч щепы.

Щепа для использования на технологические цели из маломерных деревьев и лесосечных отходов содержит много коры и зелени, поэтому требуется ее облагораживать. Основной подход в облагораживании щепы из целых деревьев состоит в том, чтобы простейшими способами разделить щепу на фракции более высокого и более низкого качества, сократив тем самым объем щепы, подлежащей дополнительному облагораживанию.

Применяемый в США многоступенчатый способ очистки щепы от вредных примесей состоит в следующем [18]. Смесь щепы, коры, веток и листья (хвои) подвергается сначала аэрофлотации для удаления из смеси листьев (1-я ступень). Далее следует просеивание щепы на трехситовой плоской сортировке (2-я ступень). Каждая из верхних трех фракций направляется на свою аэрофлотационную установку (3-я ступень), где дважды подвергается воздействию вертикального воздушного

потока. При этом сначала из материала отсеивается чистая щепа, не содержащая значительных количеств коры, затем щепа, имеющая на себе кору (промежуточная фракция), подлежащая последующему облагораживанию, и, наконец, с конвейера сходит кора, направляемая в отходы. Промежуточная фракция подвергается прессованию между вращающимися валками (4-я ступень) с целью измельчения и отделения коры от щепы. Этот метод отделения коры от щепы основан на том, что кора прочнее прилипает к поверхности валков, с которых снимается шаберами и падает в приемники для отходов. Для увеличения стабильности процесса окорки щепы на валках рекомендуется проводить предварительную пропарку неокоренной щепы. Окоренная щепа еще раз просеивается на плоской сортировке (5-я ступень) для отделения мелочи.

Несмотря на сложность пятиступенчатой схемы облагораживания щепы и значительные потери древесины, содержание коры в щепе иногда выше допустимого (3—4 %).

Фирма Екар Продактс Инк. (США) исследует более простой способ окорки щепы из целых деревьев, основанный на избирательном истирании коры и древесины между выступами вращающегося барабана и выступами корпуса, расположенными под различными углами к горизонтальной оси ротора, с последующим просеиванием щепы на сите с отверстиями 9,5 мм. Эффективность этого способа невысокая: удаление коры находится в пределах 44...60 %, остаточное содержание коры в щепе от 9 до 17,5 %, потери древесины составляют от 8 до 15 %. Кроме того, щепа сильно измельчается в процессе истирания.

Фирма «Морбарк» (США) разработала принципиально новый тип сортировки для удаления хвойных лапок, длинных веток и других частиц. Сортирующими элементами являются зубчатые диски, насаженные в шахматном порядке на горизонтальные параллельные валы, вращающиеся в одном и том же направлении с одинаковой скоростью.

На первой секции дисковой сортировки происходит отделение крупных частиц, которые направляются в дробилку. Материал, провалившийся в широкие зазоры между дисками, поступает на вторую секцию дисковой сортировки с более узкими зазорами между дисками. На этой секции в поддон проваливается кора, мелочь и минеральные включения. Облагороженная щепа (верхняя фракция на дисках второй секции) направляется в производство, а мелкая фракция подвергается дополнительному сортированию на плоской сортировке. Преимуществом дисковой сортировки является ее способность самоочищаться, однако она не обеспечивает отделения сросшейся с древесиной коры.

Содержание минеральных включений удаётся значительно снизить путем промывки щепы в воде, которую рекомендуется

проводить при высокой концентрации смеси и интенсивном перемешивании.

Таким образом, в настоящее время практически нет способов эффективного облагораживания щепы из целых деревьев простыми приемами за один проход, поскольку эта щепа представляет собой разнородный и трудно сортируемый материал.

Глава IV

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДРЕВЕСНОЙ КОРЫ

1. Свойства коры

Кора имеет более сложное строение, чем древесина. Она предназначена для выполнения сложных функций: проводить питательные вещества, выработанные листьями, и для защиты дерева от внешних неблагоприятных условий. Кора состоит из двух слоев: внутреннего — луба и наружного — корки.

Основными элементами луба, выполняющими проводящую функцию, являются ситовидные клетки (у хвойных пород) и ситовые трубки (у лиственных пород). Они образуют в лубе тонкий проводящий слой толщиной 0,1...0,3 мм. Ситовидные элементы — это живые клетки с неодревесневевшими оболочками. Ситовидные клетки коры хвойных пород имеют те же размеры, что и трахеиды древесины. Участки стенок этих клеток пронизаны многочисленными отверстиями (ситечками), через которые соединяются полости соседних клеток. Диаметр ситечек не превышает 15 мк. Ситовидные трубки у лиственных пород устроены сложнее, и на общих стенках имеют ситовидные пластинки с перфорациями, через которые свободно проходят жидкие вещества.

Отмершие ситовидные элементы образуют непроводящий слой луба. Этот слой включает до 17% живых паренхимных клеток. Паренхимные клетки содержат резервные питательные вещества, таниды и воду. Они имеют многочисленные поры, соединяющие их друг с другом.

Внешняя кора (корка) защищает луб и древесину от резких колебаний температуры, испарения влаги и механических повреждений. Корка состоит в основном из пробки — защитного слоя, образованного пробковыми клетками. Пробковые клетки имеют призматическую форму и плотно прилегают друг к другу радиальными углами. Оболочки пробковых клеток не имеют пор и пропитаны особым химически стойким веществом — суберином, делающим их непроницаемыми для газов и воды. В полостях клеток содержится только воздух. Снаружи кора покрыта отмершей тканью с глубокими трещинами и бороздами, разрывами и чешуйками. У некоторых пород (у березы) гладкая поверхность пробковой ткани сохраняется в течение всей жизни.

37. Среднее количество коры, % от объема ствола без коры

Порода древесины	В свежесрубленном состоянии	При поставке сухопутным транспортом и в судах	При поставке молевым и плотовым сплавом
Сосна, ель, береза, осина, кедр, пихта	13,0	10,0	9,0
Дуб	19,0	15,0	—
Лиственница	28,0	22,0	20,0

В корке находятся немногочисленные живые клетки пробкового камбия, не образующего сплошного слоя. Для пропуска воздуха в толщу древесины служат рыхлые участки в коре — чечевички (у березы) или неплотности в пробковом слое (у сосны).

Количество коры, находящееся на древесине, зависит от возраста дерева, условий его произрастания, диаметра ствола, а при поступлении на предприятие — от способа транспортировки.

Данные о количестве коры различных пород древесины приведены в табл. 37 и 38.

Толщина коры зависит в основном от породы и диаметра ствола, а также от возраста и условий произрастания. Толщина слоя луба ели по отношению к общей толщине коры в среднем составляет 40...50 %, а сосны 30...40 %.

Толщина коры сосны в срединной и вершинной частях ствола с увеличением диаметра ствола увеличивается незначительно и резко возрастает у комля. Влажность коры на свежесрубленном дереве зависит в основном от места расположения коры по высоте ствола, а также от времени рубки. Скорость высыхания коры зависит от времени рубки, способа транспортировки, условий роста дерева и других условий.

38. Количество коры на балансах, % к объему бревна без коры

Порода древесины	Балансы 1—3-го сортов при поставке		Балансы 4-го сорта при поставке	
	сухопутным транспортом и в судах	молевым и плотовым сплавом	сухопутным транспортом и в судах	молевым и плотовым сплавом
Ель	10	8,5	11,0	9,5
Сосна	9,5	8,0	10,0	9,0
Лиственница	21,0	18,5	23,0	20,0
Кедр	13,0	11,0	14,0	12,0
Пихта	12,0	10,0	13,0	11,0
Береза	12,5	11,0	14,0	12,0
Осина	10,0	8,5	11,0	9,5

Особенное влияние на высушивание коры оказывает длительное пребывание древесины в воде при сплаве. В среднем влажность отходов окорки еловой древесины, поставляемой сплавом, составляет 194 %, сосновой 246 %.

При сплаве древесины кора загрязняется песком, илом, глиной, поэтому содержание минеральных примесей (зольность) в отходах окорки больше, чем в коре растущего дерева. Зольность отходов окорки сосновых бревен, поставляемых сплавом, составляет 4,9 %, еловых 5,2 %. Коэффициент изменчивости при этом находится от 12,8 % (сосна) до 7,9 % (ель).

Древесная кора и древесина имеют различное назначение в жизнедеятельности растущего дерева и поэтому отличаются по химическому составу. Кора содержит значительно больше экстрактивных веществ. Клетки тканей луба отличаются от клеток корки повышенным содержанием урсонных кислот и пентозанов, отсутствием суберина. Оболочки ситовидных клеток состоят из целлюлозы, гемицеллюлоз и не содержат лигнина.

Из-за неоднородного строения коры и различий в толщине корки и луба ее механические свойства даже для одной и той же породы древесины колеблются в больших пределах. Большинство механических свойств коры находятся в прямой зависимости от ее плотности, хотя коэффициент корреляции при этом не является высоким.

Механические свойства коры зависят в основном от ее структуры и влажности. Так, при влажности менее 16 % кора представляет собой хрупкий материал, который легко ломается вдоль и поперек волокон, при влажности более 30 % кора становится пластичной. Химический состав корки и луба различен. В лубе содержится больше экстрактивных веществ, урсонных кислот и пентозанов, но меньше лигнина по сравнению с коркой. Для химической переработки кора представляет даже больший интерес, чем древесина. Это связано с тем, что в коре содержится ряд веществ, которых в древесине либо нет, либо их содержание ничтожно.

Значительная часть водорастворимых веществ, содержащихся в коре, вымывается и соответственно повышается содержание нерастворимых в воде веществ: целлюлозы, лигнина, золы и др.

2. Кора для выработки дубильного экстракта

Для повышения устойчивости против гниения и механических повреждений шкуры животных подвергаются дублению с помощью дубильных веществ. При этом дубильные вещества вводятся в кожу, прочно с ней связываются и не вымываются под действием воды. Кроме предохранения от гниения и высушивания дубильные вещества придают коже устойчивость против

температурных воздействий, т. е. хорошо продубленная кожа, в отличие от необработанной, в горячей воде не растворяется и не дает клейкого вещества.

Многие природные вещества органического и неорганического происхождения обладают дубящими свойствами. Наибольшее распространение из них получили растительные дубильные вещества, или таниды, содержащиеся в коре, древесине, корнях, листьях, плодах и болезненных наростах многих растений.

К минеральным дубителям относятся соли металлов, наибольшее распространение из которых получили хромовые и циркониевые, используемые для выработки мягких сортов кожи. В последнее время все большее значение приобретают синтетические дубители, называемые синтанами.

Несмотря на наличие большого количества танидоносных растений, не все могут быть использованы в промышленности. Для использования их в промышленности требуется высокое содержание танидов, возможность выработки с их помощью кожи высокого качества, широкое распространение танидоносных растений при высокой концентрации танидов, технологической и экономической доступности. Низкий предел танидности дубильных материалов установлен для древесины 4 %, для коры 7..8 %, для листьев 8..10 % в воздушно-сухом состоянии.

Танидность растений зависит от вида растений, возраста, условий произрастания, времени и способов заготовки, условий транспортировки и хранения заготовленного материала и других факторов.

Растительные таниды представляют собой не какое-либо определенное химическое соединение, а группу веществ, отличающихся друг от друга по химическому составу, но имеющих некоторые общие свойства, основным из которых является способность связываться с волокнами шкуры. В различных частях одного и того же растения и даже в одной и той же его части молекулы танидов имеют различный химический состав и строение.

Таниды в чистом виде существуют только в твердом аморфном состоянии и хорошо растворяются в воде. Ввиду нестойкости в водных растворах таниды разрушаются при воздействии высоких температур, минеральных кислот, плесени и др. Основная масса растительных дубильных веществ используется кожевенной промышленностью в виде экстрактов, вырабатываемых на экстрактных заводах.

Технологический процесс производства экстрактов заключается в следующем. Измельченный дубильный материал загружается в цилиндрические сосуды, называемые диффузорами, в которых обрабатывается горячей водой, иногда с добавлением химических веществ. При этом таниды переходят

в раствор, образуя диффузионный сок. Процесс извлечения танидов из дубильных материалов называется экстрагированием или выщелачиванием. Диффузионный сок поступает в выпарные аппараты, где с помощью пара нагревается до кипения, при котором значительная часть воды, содержащейся в соке, испаряется; в результате получается либо густой вязкий продукт — жидкий экстракт, либо при дальнейшем выпаривании или высушивании — твердый или порошкообразный экстракт.

Дубильное сырье после извлечения из него танидов является отходом производства и называется одубиной, которая на экстрактовых заводах частично или полностью используется как топливо или сырье для производства картона, фурфурола, спирта, кормовых дрожжей, древесных плит и других материалов.

Из большого количества танидоносных растений в качестве сырья для производства экстракта применяется только небольшая их часть. Наиболее богаты дубильными веществами кора хвойных пород — ели, пихты и лиственницы, а у лиственных пород — ивы и дуба.

Сырьевая база для производства еловых экстрактов имеется. Достаточно сказать, что ежегодная заготовка еловой древесины как сырья для целлюлозно-бумажной промышленности и как материала для строительных нужд превышает 50 млн. м³, а с 1 м³ древесины можно получить 25...30 кг воздушно-сухого корья. Качество корья как дубильного материала можно оценить по внешнему виду. Крупночешуйчатая кора с глубокими трещинами имеет танидность ниже, чем мелкочешуйчатая. Накопление танидов в коре происходит с увеличением возраста дерева. Но вместе с возрастом увеличивается толщина коркового слоя, уменьшающая общую танидность. Поэтому до 60...80-летнего возраста дерева, когда корковый слой еще небольшой, танидность и доброкачественность коры увеличиваются, а затем начинают уменьшаться.

Кора еловых деревьев в возрасте до 40 лет содержит 1...6% дубильных веществ, в возрасте от 40 до 80 лет 12,4%, а самое низкое их содержание, до 4% — в коре перестойных деревьев. Самую ценную часть еловой коры здесь составляет лубяной слой.

Кора лиственницы является одним из самых перспективных дубильных материалов. Лиственничный экстракт обладает высокими дубящими свойствами и дает кожу хорошего качества. Площади лиственничных лесов представляют собой мощную сырьевую базу для дубильно-экстрактовой промышленности. Кора лиственницы отличается от коры других древесных пород. Светолюбивое дерево с хорошо развитой кроной лиственница быстро наращивает ствол с толстой корой, состоящей большей частью из наружного пробкового слоя. Танидность и доброкачественность зависят от соотношения в ней пробкового и лубя-

ного слоев. Кора нижней части лиственницы содержит большую часть пробкового слоя, кора верхней части — большую часть лубяного слоя. Поэтому танидность и доброкачественность коры по высоте ствола обычно повышается.

Производство дубильного экстракта из ивового корья для дубильно-экстрактовой промышленности занимает в нашей стране важное место. Как сырье для производства дубильного экстракта в основном используют кустарниковые виды ив в возрасте от 2 до 4 лет, их стволы достигают к этому времени до 2 см в диаметре. Кора растения, не имеющего толстого пробкового слоя, в нижней части содержит танидов больше, чем в верхней части.

О качестве корья можно судить прежде всего по возрасту дерева. Хорошее корье должно быть без коркового слоя, матово-серого или светло-серого. Удовлетворительное качество корье имеет при танидности 7..12 % в воздушно-сухом состоянии и доброкачественности 58 %. Ивовое корье заготавливается вручную; механизации заготовок пока не существует.

Еловое и лиственничное корье заготавливают окоркой свежесрубленной несплавной древесины механизированным или ручным способом. Относительная влажность стандартного корья не должна превышать 16 %. В период с 1 октября по 1 мая допускаются поставки влажностью до 22 %. Содержание дубильных веществ при минимальной заданной влажности должно быть не менее 7 % для ивового и лиственничного корья и 8 % для елового. Заготовка корья ручным способом ведется только в весенне-летний период с помощью специального окорочного инструмента — скобеля.

После атмосферной сушки для удобства транспортирования и хранения высушенное корье прессуют в тюки длиной 1 м, шириной 0,6..0,7 и высотой 0,5..0,6 м. Вес тюка примерно около 80 кг. Лиственничная кора не прессуется и транспортируется россыпью. Прессованное корье занимает в два раза меньше места, чем непрессованное. При этом облегчаются погрузочно-разгрузочные работы, уменьшаются потери корья от россыпи и площади складов для хранения. Высушенное корье необходимо тщательно предохранять от увлажнения; атмосферная влага, попадающая в корье, вызывает его плесневение и гниение, сопровождающееся разложением танидов.

Механизированная заготовка корья осуществляется на лесных складах при роторной окорке древесины ели и лиственницы. Размер частиц коры вдоль волокон должен быть не менее 20 мм. Отходы барабанной окорки не пригодны для производства дубильного сырья. Они содержат не только мелко истертые частицы коры, но и значительные примеси гнили и здоровой древесины.

Технологический процесс заготовки корья на лесных складах включает следующие операции: роторную окорку древесного

сырья, сортировку отходов окорки, сушку коры и отгрузку ее потребителю. Механизированная линия для заготовки корья типа ЛО-45 состоит из устройства для отбора еловой или лиственничной коры от роторных окорочных станков, сортировочного барабана и 17 сетчатых контейнеров для складирования, атмосферной сушки и отгрузки коры. Сменная производительность линии 1,3...2,0 т воздушного сухого корья.

Другая линия для механизированной заготовки елового корья разработана с конвективно-тепловой сушкой предварительно измельченной коры. Годовая производительность составляет 750 т корья.

Для измельчения корья (ивы, ели) применяются машины, работающие по принципу резания, которые называются корьезками или корьезными станками. Различные конструкции станков отличаются друг от друга способами подачи корья к режущим станкам, формой режущих ножей и их расположением. Основной частью корьезного станка барабанного типа является ножевой барабан, состоящий из двух дисков, наглухо насаженных на вал. В прорези дисков вставляются режущие ножи, которые располагаются параллельно валу, образуя вокруг него цилиндрическую поверхность.

Частота вращения вала корьезного станка 170...180 оборотов в минуту, производительность небольшая. Корьезный станок характеризуется неравномерной работой. Резкие удары при попадании под режущие ножи толстых пучков коры или посторонних предметов приводят к быстрому износу движущихся частей. Особенно быстро изнашивается механизм передачи движения, состоящий из шестерен с мелкими зубьями. Другим недостатком корьезки является неравномерность степени измельчения корья и снижение производительности при переработке влажного сырья.

Для повышения равномерности степени измельчения корья стружка после корьезки дополнительно измельчается. На дубильно-экстрактовых заводах чаще всего применяется быстходная корьезка Селифанова, или корьезка БКСС-49. Достоинствами корьезки БКСС-49 являются: высокая скорость резания с частотой вращения барабана до 1300 оборотов в минуту, равномерность нагрузки за счет спирального расположения режущих ножей и наличие колосниковой решетки под барабаном, дающей возможность дополнительно измельчать кусочки дубильного материала. Производительность корьезки БКСС-49 2...2,5 т/ч.

Сухое корье, измельченное на корьезке БКСС-49, может не подвергаться дополнительному измельчению. При переработке влажного корья производительность корьезки понижается. Кроме корьезки БКСС-49 на заводах дубильно-экстрактовой промышленности применяются также корьезные станки КС-1, которые дают более мелкую стружку (5...10 мм), во мно-

гих случаях не требующую дополнительного измельчения. Производительность корьезки 3..5 т/ч, потребляемая мощность 22 кВт.

Ивовое корье, как длиноволокнистый материал, измельчается в две стадии: сначала на корьезке, а затем на ударных центробежных станках (дробилках). При измельчении в одну стадию на корьезках стружка получается неравномерной, присутствует большое количество стружки крупной фракции. При измельчении в одну стадию на дробилках материал получается длиноволокнистым, как мочало. И в том и в другом случае длиноволокнистое корье дает низкий выход танидов.

Еловое корье ручной заготовки в виде лент и трубок также должно быть измельчено в две стадии. В одну стадию измельчается только очень сухое корье.

Ивовое и еловое корье ручной заготовки иногда измельчается в одну стадию на корьезке КС-1.

Лиственничное корье из-за преобладания пробкового слоя характеризуется низкой механической прочностью и измельчается сразу на дробилках, кроме особо крупных кусков, измельчаемых предварительно на корьезках.

Ежегодно в стране потребляется более 6 млн. м³ березового сырья, при этом получают до 300 тыс. т отходов окорки в пересчете в абсолютно сухую массу. Такие отходы содержат 20..40 % бересты, 55..75 % луба и до 5 % древесины, причем известно, что береста хорошо отделяется от луба. Из лубяной части, содержащей до 8 % танидов и до 24 % пентозанов, можно вырабатывать дубильные экстракты, а из одубины — фурфурол или корм для животноводства.

Для выявления целесообразности использования отходов окорки березовой древесины Таллинский фанерно-мебельный комбинат, Вышневолоцкий завод дубильных экстрактов и Ленинградский кожевенный завод им. Радищева осуществили производственный опыт применения березового дубителя для выделки кожи. Доброкачество дубильного экстракта составила 45,3 %, результаты положительные. Наиболее эффективной является следующая технологическая схема переработки отходов окорки березовой древесины: сначала отходы окорки разделяют на луб и бересту; луб направляют для выработки дубильного экстракта, фурфуролов или кормовых дрожжей, а бересту — для выработки препарата ПМБК (заменителя березового дегтя) или суберина.

3. Строительные и изоляционные материалы

Одним из перспективных направлений использования отходов окорки является изготовление из них древесно-корьевых плит, применяемых для облицовки потолка, пола, стен, изоляционных плит, а также строительство материала. В этой области

применения отходов окорки накоплен значительный отечественный и зарубежный опыт, хотя промышленных масштабов производства плит и строительных материалов из них пока не имеется. Технические и технологические разработки проводятся во многих научно-исследовательских институтах страны (ЦНИИМОД, СвердловНИИДрев, КарНИИЛП и др.). Они охватывают многочисленные варианты получения плит на корьевой основе.

Первые сообщения о применении древесной коры в качестве компонента строительного материала на неорганическом связующем появились в 1931 г. В институте Ленстройматериалов был получен материал «Флоэманит» из одубины с минеральным связующим — известью-пушонкой и глиной.

В настоящее время ЦНИИМОДом разработана технология изготовления конструктивно-технологического материала королита — аналога арболита, в котором в качестве заполнителя используются измельченные на фракции размером от 2 до 10 мм отходы окорки в сочетании с цементом [12].

При изготовлении этих видов плит применяется кора древесины хвойных пород (сосны, ели) сплавной доставки, обработанная минерализатором (хлористым кальцием). Наличие водорастворимых веществ в коре здесь нежелательно, так как под действием атмосферных осадков происходит вымывание их из готовых плит, изделий, что приведет к снижению прочности строительных деталей. Водорастворимые вещества в отходах окорки являются нежелательными. В качестве связующего рекомендуется применять портланд-цемент марки М400—500, 350—420.

Состав королитовой смеси (в пересчете на сухое вещество) в килограммах на 1 м³ уплотненной массы принят следующий: отходы окорки 30...320; портланд-цемент М400...400; хлористый кальций 16, вода 420...460.

Объемная масса полученных плит составляет 750...800 кг/м³, предел прочности на сжатие достигает 2,5...3,5 МПа. Этот материал огнестоек и морозоустойчив. В 1974—1975 гг. были построены первые опытные одноэтажные здания из королита.

Применение королита наряду с арболитом и вместо него значительно снизит затраты на строительство, даст экономию древесины, применяемой как заполнитель в арболите, и возможность применять ее для других нужд народного хозяйства.

Корьевые плиты без связующего. Наибольший интерес представляют плиты из коры без связующего. Такие исследования проводятся в СвердловНИИПДреве. Связующим служат природные фенольные соединения, находящиеся в составе коры в большом количестве по сравнению с древесиной. В качестве исходного материала здесь используется кора еловой древесины, доставленной сухопутным транспортом.

Отходы окорки измельчают до частиц размерами 10...12 мм и сушат в сушилках по принципу «кипящего слоя» до влажности 10...12 % и направляют на вторичное дробление в молотковую мельницу, а затем просеивают через сито с ячейками 3 мм. Измельченная и просеянная масса идет на формирование пакетов, которое проводят на поддонах. Прессование проводят в два этапа: сначала холодная подпрессовка, затем горячее прессование. Прессование производится при давлении 5 МПа с выдержкой в расчете 1 минуты на каждый миллиметр толщины плиты при температуре равной 150 °С. Полученные таким образом плиты могут быть использованы как изоляционно-конструкционный материал при устройстве полов (в качестве основы пола под паркет).

Разработка промышленной технологии производства корьевых плит без связующего и ее внедрение на предприятиях отрасли является наиболее рациональным направлением плитного производства из этого вида сырья, так как в полной мере позволяет использовать ценные химические составляющие, имеющиеся в древесной коре.

Древеснокорьевые плиты со связующим. Древеснокорьевые плиты (ДПК) могут быть однослойными (100 % отходов окорки) и трехслойными с наружными слоями из спецстружки и внутренним слоем из отходов окорки. Оптимальным размером частиц отходов окорки для однослойных плит и внутреннего слоя является фракция 2...7 мм.

В качестве связующего в ДПК могут быть использованы мочевино-формальдегидные смолы КС-68М, УКС, КФ, МТ и т. д.

Технология изготовления практически не отличается от применяемой технологии производства древесностружечных плит (ДПС) за исключением процесса измельчения и сушки отходов окорки.

ДПК могут быть шлифованными и нешлифованными, допускается изготовление плит с гидрофобными и антисептическими добавками. Влажность готовых плит не должна превышать 8 %.

Сырьем для производства ДПК являются предпочтительно отходы окорки сплавной еловой древесины, влажность которых после окорочных станков составляет около 194 %. Измельчение осуществляется в вертикальных молотковых мельницах МК. Влажность измельченных отходов окорки перед смешиванием со связующим должна быть 4...5 %. Для сушки рекомендовано следующее сушильное оборудование: для первой фазы от начальной влажности до 60...80 % — циклонно-спиральная сушка; для второй — сушильный барабан типа «Прогресс». Плотность ДПК может быть различной в пределах от 700 до 900 кг/м³. Оптимальной для ДПК является плотность 800 кг/м³. Характеристика ДПК на основе мочевино-формальдегидного связую-

Показатели	Древеснокорьевые плиты	
	однослойные	трехслойные
Расход сырья на 1 м ³ плит, м ³ :		
отходов окорки	2,6	1,74
древесной спецстружки	—	0,54
Расход связующего, кг	90	90
Расход отвердителя, кг	0,9	0,9
Плотность плит	800 ... 900	800 ... 900
Предел прочности при статическом изгибе, МПа	14 ... 15	20 ... 21
Предел прочности при растяжении перпендикулярно пласти плиты, МПа	0,4	0,3
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

шего КФ, МТ (12 % абсолютно сухого вещества к весу абсолютно сухого наполнителя) приведена в табл. 39.

Качество ДПК соответствует техническим требованиям, предъявляемым к ДПС марки П-2 групп А и Б. Однослойные ДПК отличаются от ДПС внешним видом (наружные пласти имеют темно-коричневый цвет) и более низкой прочностью при статическом изгибе. Трехслойные ДПК с наружными слоями из древесной спецстружки имеют высокие физико-механические свойства, по внешнему виду не отличаются от ДПС, а по теплопроводности, био-, огнестойкости превосходят их.

Плиты из коры с добавками, заменяющими связующие. В ЦНИИМОДе исследована возможность использования одубины (отхода, получаемого после экстракции танидов из елового корья в дубильно-экстрактовом производстве, составляющем до 80 % массы исходного сырья) для изготовления однослойных мягких плит с добавлением в качестве связующего сульфитной барды (отхода производства целлюлозы по сульфитному методу), которая, как и отходы окорки, не находит пока широкого применения. Для повышения водостойкости и огнестойкости в плиты добавляли серную кислоту 60 %-ной концентрации и антипирены (сульфат аммония и диаммоний-фосфат). Физико-механические свойства мягких плит из одубины по сравнению с аналогичными древесностружечными плитами приведены в табл. 40.

Таким образом, прочностные показатели у корьевых плит значительно ниже, чем у аналогичных древесностружечных, а теплоизоляционные показатели почти в два раза выше, что является преимуществом перед другими видами плит из древесных материалов, применяемых в качестве изоляционного материала.

40. Физико-механические свойства мягких древеснокорьевых плит из одубины

Показатели	Древеснокорьевые плиты из одубины, однослойные, при фракции коры		Древесно-стружечные плиты однослойные
	15/2	10/2	
Плотность, кг/м ³	400	400	500
Предел прочности на изгибе, МПа	0,78	0,52	1,4
Объемное разбухание за 24 ч, %	30	26	20
Коэффициент теплопроводности, Вт/м·К	0,0723	0,0747	0,1385

4. Удобрения

Одним из путей использования отходов окорки является применение их после предварительной обработки и компостирования для повышения плодородия почвы, занятой сельскохозяйственными и лесными культурами. Исследования по использованию отходов окорки в сельском и лесном хозяйстве различных регионов проводятся более 20 лет. Переработка древесной коры на удобрения основана на возможности разложения органического вещества под действием химических и биологических факторов.

Кора содержит много лигнина и имеет большой гумусовый потенциал. Лубяная и прикамбиальная части коры богаты питательными элементами, необходимыми для развития микроорганизмов. Благодаря естественным физическим свойствам, пористости и влагоемкости кора хорошо накапливает и удерживает влагу, высокое содержание органических соединений делает ее более пригодной для удобрений, чем большинство органических отходов растительного происхождения.

Кора характеризуется высокой биологической сорбцией особенно по отношению к азоту и фосфору. В химическом составе сухой массы сосновой коры углерод составляет 38..50 %, азот 0,3..0,4, фосфор и калий обычно менее 0,1 %, магний 0,3 %, сера 0,5 %, микроэлементы железа 10..20 мг/л, марганец 7 мг/л, меди 2..3 мг/л, кальций 13..26 мг/л, которые в результате разложения становятся доступными для питания растений.

Необработанная кора мало пригодна для использования в качестве средства улучшения почвы. Поэтому оставленная в лесу кора не дает почти никаких результатов как удобрение. Кора сгнивает медленнее древесины. Она вызывает истощение азота в почве, так как соотношение углерода и азота в коре является чрезвычайно неблагоприятным и составляет 35 : 1. Поэтому кору обычно компостируют в целях повышения содержания азота, доведения минеральных составных частей до уровня,

необходимого для интенсификации биологических процессов, и получения качества кормовых компостов, необходимых почве, где они будут применяться.

Компост медленно разлагается в почве, сохраняясь на протяжении 5..7 лет, что свидетельствует о большом экономическом эффекте удобрения. Обладая большой способностью удерживать в почве влагу и питательные вещества, компост вместе с тем способствует аэрации почвы и стимулирует деятельность почвенных бактерий. Особенно хорошо действуют удобрения из коры на глинистые почвы.

Изготовление компоста из древесной коры в смеси с опилками и стружками является одним из вариантов использования отходов лесопильных заводов с небольшим объемом производства.

Целью компостирования является устранение недостатка азота в коре, доведение минеральных составных частей до уровня незаменимого для интенсификации биологических процессов, получение соответствующих биологических, физических и физико-химических качеств корокомпостов соответствующих типам почв, на которых они будут использованы.

Методы компостирования коры различны, и они должны быть приспособлены к условиям мест концентрации, т. е. зависеть от характера производства, на котором получают отходы окорки, и объемов, в которых их получают. Процесс получения компоста из коры хвойных пород с применением специальных ускорителей состоит в следующем: кора измельчается на фракции 2..5 мм и при влажности 230 % укладывается без уплотнения в кучи высотой 1,5 м, шириной 2 м при неограниченной длине. Куча заливается раствором экомита (предлагаемый австрийским ученым Хольцингером) и мочевины. Кора не должна утрамбовываться и уплотняться. На 1 м³ требуется 1 л раствора экомита и 1,5 кг мочевины, растворенной в 2 л теплой воды. В летних условиях процесс компостирования при этом способе продолжается 7..9 недель, а в зимних — 5..6 мес. Первые опыты по компостированию коры с использованием экомита были поставлены Архангельским институтом леса в сентябре 1976 г.

В процессе объем компоста снижается примерно на 30 % против начального объема кучи коры. В связи с этим стоимость 1 м³ компоста для расчетных условий составит 1,4 руб/м³. Транспортные расходы (с учетом погрузочно-разгрузочных затрат) при перевозке на расстояние 10 км составят примерно 1,6 руб/м³ и расходы по внесению компоста в почву 0,4 руб/м³. Всего с учетом рентабельности производства стоимость компоста, внесенного в почву, составит около 4,5 руб/м³.

Рекомендуемая Архангельским институтом леса и лесохимии технология приготовления компоста из коры имеет следующие этапы.

1. Измельчение сырой коры, поступающей от окорочных станков, на корорубках.

2. Добавление в измельченную кору азота и фосфора в виде мочевины в количестве $4,3 \text{ кг/м}^3$ и двойного суперфосфата $1,5 \text{ кг/м}^3$, что соответствует 1 % азота и 0,25 % фосфора в расчете на сухой вес.

3. Измельченная и обогащенная азотом и фосфором кора влажностью 185..300 % выдерживается в буртах 2..4 мес.

Минеральные удобрения в дробленую кору можно вносить разными способами. Сухие удобрения добавляются в гранулированном виде, подаются непосредственно в бункер-накопитель по мере его заполнения дробленой корой или послойно при формировании буртов, чередуя с 40-сантиметровыми слоями коры. В растворенном виде удобрения вносятся очагами в воронкообразные отверстия сверху буртов или послойно при их формировании.

Различные исследователи дают разные размеры буртов — от 1,2 до 3,0 м по высоте, от 2 до 6 м по ширине у основания.

Наиболее объективным критерием пригодности компостов служат данные роста и урожайности различных культур.

Опыты по внесению компостов в почву проводили в овощесовхозе «Северодвинский» (Архангельская обл.). На различных участках проверяли различные композиции торфа и компоста из коры, где торф составлял 25; 50; 75 и 100 % [17].

Значительное повышение урожайности за время проведения экспериментов показало полное преимущество внесения в грунты коры по сравнению с чистым торфом. Средний урожай огурцов за 3 г. на вариантах с различным содержанием компостов в смеси с торфом и на чистом компосте выше, чем на традиционном торфе, на 12..29 %, а прибыль с 1 м^2 теплицы повысилась на 10 р. 80 к. В 1976—1977 гг. урожай огурцов в среднем составил $34,6 \text{ кг/м}^2$, т. е. по сравнению с 1973 г. он увеличился почти в 2 раза. При этом выход ранних огурцов вырос вдвое (с 12 до 24 кг/м^2) на 1 июля. Положительные результаты получены и при выращивании томатов. Рентабельность овощесовхоза «Северодвинский» увеличилась с 35 до 75 %.

Однако размол коры является дорогостоящей операцией: на 1 т требуется до 50 кВт/ч электроэнергии, кроме того, на отжим коры при мокрой окорке расходуется еще около 20 кВт-ч/т. В связи с этим себестоимость компостов из коры с минеральными добавками по сравнению с торфом еще высока.

Для снижения себестоимости коровых компостов вместо минеральных удобрений в композиции используют отходы целлюлозно-бумажного и гидролизного производств, осадки сточных вод, избыточный активный ил и т. д.

В Институте леса Карельского филиала АН СССР разработаны рекомендации по компостированию отходов окорки хвойных пород древесины и гидролизного лигнина. В работе

использовали гидролизный лигнин Сегежского ЦБК и кору хвойных пород древесины с окорочного узла Петрозаводского лесопильно-мебельного комбината. Полученные компосты готовили на территории опытного лесного питомника Института леса в Кондопожском районе КарАССР и испытывали под посевы сосны и ели. Доза внесения в почву составила 100 т/га. Почва на территории питомника относится к дерновым-слабоподзолистым, недостаточно обеспеченным гумусом и бедным содержанием калия и фосфора. После внесения компоста в почве снизилась кислотность до величины оптимальной для семян хвойных пород, существенно повысилось количество фосфора (более, чем в 5 раз) и калия (почти в 10 раз). Выход стандартного посадочного материала (саженцев сосны и ели) на опытном участке выше, чем на контрольном, в 2 раза и выше нормы, установленной для таежной зоны, в 1,5 раза.

Проведенные опытные работы по компостированию ивовой и еловой одубины показали перспективность ее использования в качестве субстратов в тепличном хозяйстве.

При компостировании одубина не требует дополнительного измельчения и в момент выгрузки из экстракторов имеет высокую температуру, что позволяет компостировать ее в любое время года. В качестве добавок при компостировании вносят 0,7 кг азота, 0,4 кг калия, 0,2 кг фосфора на 1 м³ одубины при влажности 65..75 % (относительной). Срок компостирования в буртах 2—4 мес. Потери органического вещества при компостировании еловой одубины составляют 20..40 %, ивовой одубины 18..25 %.

В Мстинском овощесовхозе Калининской области к тепличным грунтам добавляли по объему 40 % компоста из еловой одубины и 60 % из ивовой. Повышение урожая огурцов составило 30..40 %.

Исследования, проведенные Адлерской опытной станцией Научно-исследовательского института овощного хозяйства (ЦИИОХ) с компостами из одубины, показали их высокую эффективность. Прибыль с 1 м² площади в опытах с компостами из одубины составила 7,38..8,39 руб., что обеспечило уровень рентабельности 77..87 %.

Лаборатория Сибирского научно-исследовательского института целлюлозы и картона (СибНИИЦК) занимается изучением вопроса рационального использования отходов окорки целлюлозно-бумажных предприятий Сибири, в частности производственного объединения Братского лесопромышленного комплекса. Проведенные исследования показали, что удобрительная ценность компостов, приготовленных в лабораторных условиях из коры различных пород (березы, осины, лиственницы, кедра, ели и др.), практически одинакова. Прирост зеленой массы овса, полученного на участке с внесением компоста, по сравнению с контрольным составляет от 155 до 177 %.

Использование компоста под культуру огурца в теплично-парниковом хозяйстве совхоза «Пурсай» (Иркутская обл.) дало прибавку урожая с 1 м² 2,4 кг при смешении компоста в соотношении 1:10 с субстратом, используемым в совхозе (опилки, птичий помет).

Вегетационные опыты в открытом грунте совхоза «Пурсай» на культуре укропа показали, что при внесении в грунт коры, компостируемой с аммиачной водой и суперфосфатом, прибавка урожая с 1 м² составила 31 % по сравнению с контрольными, при внесении коры с мочевиной и суперфосфатом 28 %, а коры без добавок 11 %.

В полевых опытах на культуре картофеля «Тулунский сеянец» выявлено, что в случае внесения компоста из расчета 30 т на 1 га почвы (тяжелый суглинок) прибавка урожая составила 17,2 % по сравнению с контролем; на второй год ценность компостов снижена, прибавка составила 5,8 %.

В лабораторных условиях были проведены опыты по приготовлению компостов из только что снятой с древесины коры и коры, хранившейся в отвалах более 10 лет. В качестве источников минеральных добавок использовали активный ил цеха очистки промстоков Братского лесопромышленного комплекса, содержащий 5 % азота, 2,5 % фосфора, мочевины (7,5 кг на 1 т абсолютно сухой коры) и суперфосфата (12 кг на 1 т абсолютно сухой коры). Соотношение почвы и компоста по массе 60:40. Почва контрольного участка являлась чистым суглинком.

Результаты вегетационных опытов на овсе показали, что наилучший результат получен на участке, где был внесен компост из отходов окорки с добавлением 0,75 % азота и 1,2 % суперфосфата, где зеленая масса весит в 3,1 раза больше, чем на контрольном участке, и в 6,25 раз больше, чем выращенная на компосте из отходов окорки из отвалов. При использовании активного ила в качестве источника минеральных веществ зеленая масса овса повышается в 1,9 раз по сравнению с контрольным и 3,25 раза по сравнению с применением компоста из отходов окорки из отвалов. Использование отходов окорки без добавки минеральных веществ улучшает только структуру почв, не увеличивая урожайность выращиваемых на них культур.

Ежегодно цех благоустройства Братского ЛПК закладывает для компостирования отходы окорки объемом 250 м³, по технологии разработанной СибНИИЦКом (г. Братск). Часть полученного компоста (около 100 м³) используется в тепличном хозяйстве объединения для выращивания цветов, остальное передается жилищному хозяйству города под городские посадки.

Таким образом, приведенные данные позволяют сделать следующие выводы:

1) добавка коры улучшает водно-физические свойства тепличных грунтов;

2) обеспечивает благоприятный температурный режим в грядках для роста корней, а также снижает отпад растений из-за корневых гнилей;

3) использование коровых компостов в тепличных хозяйствах ведет к повышению урожайности различных сельскохозяйственных и других культур;

4) применение коровых компостов экономически эффективно — величина эффекта при этом зависит от технологии выращивания овощей, расстояния транспортировки компоста и др.;

5) коровые компосты являются заменителями многих традиционных грунтов, недостаток которых постоянно испытывают тепличные хозяйства.

5. Кора как вид топлива

Значительная доля потребности в энергии лесной, целлюлозно-бумажной и деревообрабатывающей промышленности может быть удовлетворена за счет использования собственных ресурсов, к которым относятся отходы окорки, не используемые для выработки продукции по технологическим или экономическим причинам. Анализ основных направлений использования отходов окорки показывает, что наиболее массовым в настоящее время и в ближайшей перспективе является сжигание их в промышленных котельных. При таком потреблении отходов окорки высвобождаются из топливного баланса более качественные виды древесных отходов и дров, которые могут быть направлены на технологическую переработку, или сокращается потребление ископаемых видов топлива, что соответственно сокращает их перевозки к местам потребления.

У древесной коры есть преимущества по сравнению с некоторыми видами топлива: теплота сгорания абсолютно сухой коры в среднем выше, чем у древесины той же породы. Продукты ее сгорания в меньшей степени оказывают вредное воздействие на внешнюю среду, так как практически не содержат соединений серы в отличие от ископаемых видов топлива. Недостатком является высокая влажность, понижающая теплоту сгорания, что особенно характерно для коры сплавной древесины или полученной после мокрой окорки, а также наличие минеральных примесей, загрязняющих топку в процессе сжигания. Несмотря на это, для предприятий отрасли потребление отходов окорки в качестве топлива имеет определенные преимущества, так как стоимость их в этом случае будет складываться только из затрат на подготовку к сжиганию и транспортировку к котельным установкам. Кроме того, исключаются непроизводительные затраты, связанные с отвозкой и уничтожением коры или содержанием мест свалки.

41. Зависимость теплоты сгорания коры от влажности

Влажность коры (относительная), %	Теплота сгорания коры, МДж/кг			Влажность коры (относительная), %	Теплота сгорания коры, МДж/кг		
	ели	сосны	березы		ели	сосны	березы
35	10,68	11,82	13,70	55	6,62	8,0	10,47
45	8,67	9,75	11,53	65	4,59	4,91	5,48

Главными элементами в коре, при сжигании которых образуется тепло, являются углерод и водород. При сжигании углерода выделяется 34,1 МДж тепла, водорода 143,1 МДж, и поэтому абсолютно сухая кора обладает высокой теплотой сгорания. Так, удельную теплоту сгорания древесины на горючую массу независимо от породы, по данным ЦКТИ (Центральный котлотурбинный институт) им. Ползунова, можно принимать в среднем 18,89 МДж/кг, коры сосны 20, ели 18,63, березы 22,73 МДж/кг. С повышением влажности удельная теплота сгорания снижается (табл. 41).

Для обеспечения нормального горения в топках кору обезвоживают, доводя, как правило, до 50 % относительной влажности. Отрицательное влияние на удельную теплоту сгорания отходов окорки оказывает также зольность коры. Количество золы при сжигании коры зависит от породы древесины и составляет от 2 до 8 %, у древесины — от 0,2 до 1,7 %. Практически величина зольности выше из-за присутствия минеральных примесей, налипающих на деревья в процессе заготовки и транспортировки.

Удельное количество теплоты сгорания отходов окорки можно определить по формулам (по экспериментальным данным ЦКТИ им. Ползунова):

для хвойных пород и осины

$$Q_{\text{к}}^{\text{р}} = 19,5 - 0,217(A^{\text{р}} + W^{\text{р}}), \text{ МДж/кг}; \quad (30)$$

для березы

$$Q_{\text{к}}^{\text{р}} = 22,2 - 0,222(A^{\text{р}} + W^{\text{р}}), \text{ МДж/кг}, \quad (31)$$

где $A^{\text{р}}$ — зольность рабочей массы топлива, %; $W^{\text{р}}$ — относительная влажность коры, %.

Так как основную часть коры предполагается сжигать в качестве топлива на действующих предприятиях отрасли, повышение экономичности ее сжигания приобретает особую значимость. Количество потребления коры на эти цели в 1975 г. составило 1,8 млн. м³, в 1980 г. 2,9 млн. м³, в 1985 г. 3,4 млн. м³

[17]. Объем использования отходов окорки в качестве топлива на целлюлозно-бумажных предприятиях увеличивается. Это объясняется такими факторами: большая энергоемкость целлюлозно-бумажного производства, значительная концентрация отходов окорки в одном пункте и вследствие этого наличие ощутимых непроемких расходов на уничтожение отходов окорки.

За истекшее десятилетие потребление коры по предприятиям Минлесбумпрома СССР возросло почти в 2 раза. В топливном балансе отдельных предприятий доля коры достигает 20 %. Так, в 1985 г. на Котласском ЦБК количество сжигаемых в качестве топлива отходов окорки в пересчете на условное топливо составили 86 тыс. т. усл. топлива, на Усть-Илимском ЛПК 72, на Братском ЛПК 120, что равнозначно сжиганию каменного угля соответственно 150; 126; 205 тыс. т к общей массе сжигаемого топлива.

С увеличением доли коры, используемой в теплотехнических хозяйствах предприятий, снижается себестоимость вырабатываемого пара и уменьшается потребляемый объем привозного топлива.

Количество сэкономленного топлива по всем целлюлозно-бумажным предприятиям в пересчете на уголь составило за 1985 г. 1230 тыс. т, что в денежном выражении составит около 29,3 млн. руб.

На лесопильных и лесозаготовительных предприятиях Минлесбумпрома СССР опыт сжигания коры с целью получения энергии незначителен. Подобное положение вызвано более низким уровнем концентрации отходов окорки. В Архангельской области, где наиболее развита лесопильная промышленность, отходы окорки в качестве топлива используют только два предприятия (ЛДК № 4 и Соломбальский ЛДК).

Одним из способов улучшения теплотехнических свойств и повышения транспортабельности отходов окорки (и мелких древесных отходов) является брикетирование.

На топливные брикеты разработаны ТУ 13-785—84 «Брикеты топливные из коры и мелких древесных отходов», на брикеты технологические — ТУ 13-836—85 «Брикеты из еловой коры для производства дубильных экстрактов» и на экспортные брикеты — ТУ 81-04-184—78 «Брикеты из отходов лесопиления и деревообработки».

В нашей стране и за рубежом разработано различное оборудование для подготовки и брикетирования отходов окорки и других видов биомассы. Линия КирНИИЛПа для брикетирования коры и мелких отходов без добавления связующих состоит из измельчителя коры, топочно-сушильного агрегата и брикетного пресса, соединенных в единую технологическую цепь системой транспортно-дозировочных устройств и межоперационных накопителей.

Техническая характеристика линии КирНИИЛПа для брикетирования коры и мелких отходов

Объем переработки сырья, м ³ /см	18 . . . 22
Производство брикетов, кг/см	6000
Установленная мощность электродвигателей, кВт	300
Габаритные размеры линии, м	43×18,7×2
Масса, т	50
Размеры брикетов, мм	160×68×25 . . . 40
Влажность брикетов, %	10 . . . 15
Плотность брикетов, кг/м ³	950 . . . 1100

В 1985 г. начал работать цех по производству топливных брикетов на базе линии КирНИИЛП в Кондопожском ДОЗе. Производительность установки 5,2 тыс. т брикетов в год, срок окупаемости цеха по проектным данным три года.

На Пермском лесозаводе строится цех по брикетированию еловой коры для поставки дубильно-экстрактовому заводу. В цехе устанавливается линия КирНИИЛПа.

Установки по брикетированию опилок и стружки на базе прессов «Новобалт» работают на мебельном комбинате «Вильнюс», Таллинском фанерно-мебельном комбинате; на Лобвинском лесокомбинате строится цех по брикетированию опилок и стружек для гидролизного производства на базе линии КирНИИЛПа.

Установки для производства брикетов выпускают многие зарубежные фирмы. В табл. 42 приведены технические данные некоторых установок различных стран, предназначенных для брикетирования коры и измельчения древесных отходов.

Одновальные роторные корорубки КР-4 и КР-5 с вертикально расположенным ротором предназначены для грубого измельчения коры (табл. 43). Корорубки выпускает ПО «Калининградбуммаш».

В связи с разработкой новых способов сжигания и выработки из коры товарной продукции возникла необходимость измельчения ее на более мелкие фракции. Для этой цели разработаны новые конструкции установок. Одна из таких установок — молотковая мельница МК-10, обеспечивающая получение основной массы частиц размерами 5...10 мм (разработана ВНОбумпром и ЦНИИМОДом). Мельницу серийно выпускает Ижевский ЭМЗ Минлесбумпрома СССР.

Техническая характеристика молотковой мельницы МК-10

Производительность, м ³ /ч	25
Размеры частиц измельченной коры, мм	До 10
Установленная мощность, кВт	75
Частота вращения ротора, мин ⁻¹	735
Диаметр ротора, мм	1000
Габаритные размеры, мм: длина×ширина×высота	2325×1240×1550
Масса, кг	3660

42. Техническая характеристика брикетных установок

Страна, фирма	Производительность установки, кг/ч	Влажность сырья, %		Топливо для сушки
		начальная	конечная	
Великобритания: «Супалог»	5000	100	10	Древесные отходы То же
«Супалог»	1000	100	10	
Италия: «Джип Джиза»	2000	12 . . . 80	12	Мазут, опилки
Финляндия: «Фексима»	1500	45	6 . . . 10	Древесные отходы
Франция: «Шамбон Инженеринг»	2500	150	5 . . . 8	То же
ФРГ: «Крупп»	1000	50	10	»
«Штельн»	2400	12 . . . 90	9 . . . 14	»
Швеция: «Кэер Маркинер»	1000	—	15	»
Югославия: «Словениялес»	1200	100 . . . 120	12 . . . 15	»
Япония: «Ниссо И ван»	1500	12	12	Без сушки
«Тое Менка»,	1500	15	15	То же
«Осака Трейдинг»	2000	30 . . . 100	6	Древесные отходы
«Тайрину Трейдинг»	2000	30 . . . 65	15	Керосин
«Прогресс Трейдинг»	2000 . . . 2800	50	15	Древесные отходы

Продолжение

Страна, фирма	Мощность электродвигателей, кВт	Размеры брикетов, мм		Ориентировочная стоимость, тыс. руб.
		Сечение или диаметр	Длина	
Великобритания: «Супалог»	670	75	400	1111
«Супалог»	195	75	400	356
Италия: «Джип Джиза»	407	70×70	400	847
Финляндия: «Фексима»	330	52×52	250 . . . 400	486
Франция: «Шамбон Инженеринг»	600	90	50 . . . 200	717
ФРГ: «Крупп»	150	55×130	—	354
«Штельн»	350	75	400	610
Швеция: «Кэер Маркинер»	335	75	20 . . . 300	860
Югославия: «Словениялес»	142	90	300	—
Япония: «Ниссо И ван»	—	50×50	100	666
«Тое Менка»	330	52×52	250 . . . 400	402
«Осака Трейдинг»	350	70	350	583
«Тайрину Трейдинг»	600	6 . . . 8	5	2285
«Прогресс Трейдинг»	570	70	300	442

Показатели	КР-4	КР-5
Производительность при влажности 50...80 %, т/ч	25	50
Ножевой ротор:		
диаметр, мм	1300	1500
частота вращения, мин ⁻¹	960	830
Диаметр загрузочной воронки, мм	1280	1500
Установленная мощность, кВт	110	200
Габаритные размеры, мм:		
длина × ширина × высота	2820 × 1950 × 1700	3150 × 2260 × 1950
Масса, кг	5125	6500

КирНИИЛП разработал двухступенчатый измельчитель с принудительной подачей сырья, который работает в составе поточной линии по производству брикетов из отходов окорки древесины. Механизм подачи измельчителя коры состоит из подающего ленточного и прижимного пластинчатого конвейеров, приводных рифленых валиков. Отходы окорки, проходя первую ступень барабанного измельчителя, поступают во вторую, однороторную вертикальную, где доизмельчаются до средних размеров 3 мм. Производительность установки 10 пл. м³/ч, установленная мощность электродвигателей 56 кВт, масса 3500 кг.

Механическое обезвоживание коры производится в короткоотжимных прессах, которые по конструкции подразделяются на валковые, цепные и поршневые. Однако механическое обезвоживание имеет существенные недостатки, один из которых — удаление воды происходит только из лубяной части коры. Промёрзшая 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 охраны водоемов от загрязнения. Сброс таких стоков в водоем может допускаться только после очистки.

Одним из эффективных способов обезвоживания коры является ее подсушка в сушилках. Для этой цели может быть применена циклонно-спиральная сушилка ЦНИИФ, в которой влажность коры можно снизить с 180...250 до 60...80 %. Более низкая влажность (3...20 %) достигается применением на второй ступени сушильного барабана «Прогресс».

КирНИИЛП совместно с НПО «Научфанпром» разработал топочно-сушильный агрегат для использования в составе линии брикетирования отходов окорки. В качестве топлива используется до 50 % высушенной до влажности 3...20 % коры, остальная кора превращается в топливные брикеты. Первая ступень

44. Технические характеристики сушилок

Показатели	Циклонно-спиральная сушилка для подсушивания коры отходящими газами котлоагрегата	Топочно-сушильный агрегат	
		с сушильным агрегатом	с циклонной топкой
Производительность по абсолютно сухой товарной коре, кг/ч	1 000	750	3 000
Количество циркулирующих топочных газов, кг/ч	30 000	16 000	55 000
Температура топочных газов на входе в сушилку, °С	300 . . . 400	600 . . . 800	800 . . . 900
Абсолютная влажность коры, %:			
до сушки	200	200	200
после первой ступени сушки	60 . . . 80	60 . . . 80	60 . . . 80
после сушильного барабана	—	10 . . . 20	10 . . . 20
Длина, м:			
циклонно-спиральной части (с топкой)	5	10	16
сушильного барабана	—	8	14
Высота циклонно-спиральной сушилки с топкой, м	10	8	6
Диаметр сушильного барабана, мм	—	1,2	2,8
Ширина циклонно-спиральной сушилки, м	4	4	5
Масса металлоконструкций, т	5	12	16

топочно-сушильного агрегата состоит из камеры горения, вертикальной камеры дожигания топлива и циклонно-спиральной сушилки, навитой на камеру дожигания. В качестве второй ступени применен барабан сушилки «Прогресс».

НПО «Научфанпром» совместно с ВНИПИЭИ энергопромом разработал топочно-сушильный агрегат для первой ступени сушки коры на базе циклонной топки, работающей под наддувом.

Характеристики сушилок приведены в табл. 44.

В связи с изложенным сжигание коры требует специальной подготовки с целью улучшения ее топливной характеристики, включающей измельчение и обезвоживание.

Для измельчения коры применяются различные типы корорубок и молотковые мельницы. Широкое распространение получили машины роторного типа со специальными подвижными и неподвижными ножами. Кора измельчается при проходе между ножами и просеивается через сита, установленные на выходе из машины. Рабочим органом дробилок являются билы, которые шарнирно закреплены на дисках, насаженных на вал. Техническая характеристика корорубок приведена в табл. 45.

45. Техническая характеристика корорубок

Показатели	КР-6	ЦБ-02	КРН-1/7	КРН-1/15
Производительность, т/ч	6	15	7	15
Число дисков	17	9	9	20
Диаметр окружности резания, мм:				
большой	540	320	600	600
малый	480	220	570	570
Размер ножа, мм:				
ширина	30	70	33	33
выступ	40	50	44	44
Число ножей на диске	2	1	3	3
Угол заточки ножа, град:				
передний	10	10	10	10
задний	0	8	15	15
Частота вращения, мин ⁻¹	980	600 . . . 1000	1010	1010
Мощность привода, кВт	40	75	40	50
Масса, т	2,4	1,9	—	—

Продолжение

Показатели	КРН-1/25	КР-2	КРН-2/25	
			Ротор первой ступени	Ротор второй ступени
Производительность, т/ч	25	2	25	25
Число дисков	33	15	33	49
Диаметр окружности резания, мм:				
большой	600	320	600	600
малый	570	290	570	570
Размер ножа, мм:				
ширина	30	30	30	30
выступ	36	44	36	24
Число ножей на диске	3	3	3	4
Угол заточки ножа, град:				
передний	10	10	10	10
задний	0	0	6	6
Частота вращения, мин ⁻¹	1010	980	980	980
Мощность привода, кВт	75	20	75	75
Масса, т	5,8	0,5	8,3	—

6. Опыт использования коры за рубежом

Решение проблемы повышения уровня комплексного использования древесного сырья тесно связано с вопросами вовлечения отходов окорки в хозяйственный оборот. Вопросы рационального использования отходов окорки в свою очередь взаимосвязаны с проблемой охраны окружающей среды, в связи с чем

возникает необходимость очистки от них промышленных площадок, ликвидации мест отвалов, устранения дыма и сажи от сжигания коры, защиты от шума при окорке древесины и измельчении коры и т. п.

С технологической точки зрения имеется ряд направлений использования коры, но практически удается реализовать лишь небольшую часть. Значительные объемы коры могут быть использованы для выработки теплоэнергии при сжигании в специальных топках, переработки на удобрения компостированием и производства плит. Чем многограннее возможности использования коры, тем больше перспектив для включения ее в ресурсы вторичного сырья от переработки древесины. Но пока множество других направлений позволяет вовлечь в переработку незначительное ее количество.

Использование отходов окорки в качестве топлива. Использовать древесные отходы в качестве топлива стали из-за роста дефицитности традиционных видов топлива. При этом проводятся исследования по повышению экономичности их потребления за счет усовершенствования процесса сушки, сжигания и удаления золы. Большое внимание стало уделяться использованию отходов деревообрабатывающих предприятий Тихоокеанского побережья США и Канады.

В США ежегодно образуется 590 млн. т биомассы (в пересчете на сухую массу), содержащей теплоэнергию $8,65 \times 10^{15}$ КДж, или 12 % общегосударственного потребления энергии. Примерно 20 % этой биомассы образуется в лесной промышленности, главным образом на лесозаготовках в виде маломерных деревьев, ветвей, вершинок, пней, корней, коры и хвои. Основным сдерживающим фактором их использования до настоящего времени являлись большие затраты на сбор и доставку к местам потребления. Поэтому выгоднее было оставлять их в лесу для последующего сжигания или разложения [35].

С внедрением оборудования для заготовки целых деревьев возможности использования указанных видов древесного сырья для выработки продуктов химической переработки и энергии увеличились за счет снижения затрат на заготовку и транспорт. При этом основное внимание уделено возможности выработки из всех видов отходов древесины метилового спирта, который может быть использован в качестве топлива для автомобилей и жилых домов. В местах образования отходы можно сжигать в котельных для получения тепло- и электроэнергии.

В связи с возросшим интересом к коре и другим малоиспользуемым частям дерева с целью использования их в качестве топлива появилась необходимость определения их теплоты сгорания, которая для средней влажности образцов 9,3 % составила 20 . 22 МДж/кг для всех элементов дерева.

Вид отхода	Теплота сгорания, ГДж/нас. м ³	Коэффициент полезного действия	Влажность (относительная), %	Полезная теплоэнергия, ГДж/нас. м ³
Кора ели	1,85	0,75	55	1,39
Кора сосны	1,85	0,75	55	1,39
Опилки	2,05	0,70	40	1,44
Щепа	2,43	0,70	40	1,70
Стружка	1,47	0,70	20	1,03

При современной организации производства в Финляндии отходы окорки в основном сосредоточиваются на деревообрабатывающих предприятиях. Из-за отсутствия потребителей отходы окорки мелких предприятий вывозят в отвалы, где они накапливаются в больших количествах, загрязняя окружающую среду. Ранее существовавшие установки для сжигания отходов окорки предназначались с целью их уничтожения и поэтому работали при плохом горении и низком коэффициенте полезного действия. Современные установки дают возможность эффективно сжигать отходы деревообработки и окорки, причем кора рассматривается как резерв топлива. При годовом объеме лесопиления по сырью 15...17 млн. м³ выход коры составляет 2 млн. пл. м³, или 5...6 млн. нас. м³, что эквивалентно 0,20...0,25 млн. т минерального топлива. Теплота сгорания различных видов топлива характеризуется данными табл. 46.

При постепенном переходе на искусственную сушку всего объема пиломатериалов необходимо было изыскать новые источники дешевой электроэнергии. В связи с этим на лесозаводе Юкая (Финляндия) построен автоматизированный теплоцентр, вступивший в строй в 1978 г. Влажность сжигаемой коры 40...60 % (отн.), и количество отходов окорки, образующихся на предприятии, достаточно для сушки годового объема пиломатериалов [36].

Мощность теплоцентра 8,4 ГДж, или 2,3 МВт·ч. Производительность сушилки 12 тыс. м³ пиломатериалов в год. Капитальные вложения составляют 800 тыс. марок, в том числе на строительные-монтажные работы 200 тыс. марок. На строительство теплоцентра такой же мощности, работающего на легком топливе, потребовалось бы 200 тыс. марок, а на установку, работающую на тяжелом топливе, 250 тыс. марок, в том числе на строительные-монтажные работы 70 тыс. марок.

Из этих данных видно, что капитальные вложения в установку в 3...4 раза больше, чем для установок, работающих на легком и тяжелом топливе. Расходы на содержание и эксплуатацию также больше в связи с повышенным расходом электроэнергии, так как для отходов окорки необходимы уст-

ройства для транспортировки, бункеры для хранения и подачи коры на сжигание. Создание необходимой для горения тяги и подачу воздуха осуществляют при помощи воздуходувок. Удаление золы также требует больших грузозатрат, чем для работы котельной на газе.

Годовая потребность топлива, сжигаемого в теплоцентре, определена исходя из расчета электроэнергии, необходимой для сушки 25 тыс. м³ пиломатериалов, что составляет 26 170 ГДж/год. Цена отходов окорки как топлива определяется разницей между закупочной ценой, равной 3,2 марок/нас. м³, и расходами на транспортировку. Годовая потребность коры для теплоцентра с учетом ее теплоты сгорания составляет 21 тыс. нас. м³.

Расчеты показывают, что эти затраты окупаются по сравнению даже с дешевым легким топливом менее чем за 1,5 г., а по сравнению с тяжелым за 3,5 г.

Зольность чистой коры 1...2 %, но она может повышаться за счет минеральных включений у коры древесины сухопутной доставки, и поэтому в отчетах зольность коры принимают 5 %. Исходя из этого, при средней мощности котла 2 МВт в процессе эксплуатации может образоваться 540 кг золы в сутки, или примерно 1 м³. Физико-механические свойства коры таковы, что для ее подготовки к сжиганию и для сжигания требуется специальное оборудование, что связано с дополнительными затратами. При этом себестоимость теплоэнергии в условиях Финляндии определяется из капитальных вложений на установку теплоцентра мощностью 12,56 гДж/ч, которая составляет 1200 тыс. марок (машины и оборудование 900 тыс. марок, здания и сооружения 300 тыс. марок). Теплоцентр снабжает теплом сушилку для экспортных пиломатериалов; максимальное время ее работы 5700 ч в год, количество потребляемого тепла 72 000 ГДж/год [37].

Текущие расходы составляют, тыс. марок в год: амортизационные отчисления 196,8, заработная плата 45,0, электроэнергия 41,2, топливо (кора) 66, ремонт, контроль, удаление золы 17. Всего текущие расходы составляют 366 тыс. марок, или 5,1 марки Г/Дж; себестоимость теплоэнергии при сжигании тяжелого топлива — 9,5 марки/ГДж. Несмотря на высокую теплоту сгорания коры (20 МДж/кг), ее трудно сжигать ввиду высокой влажности, составляющей 60 % (отн.) и более.

С целью повышения качества отходов окорки как топлива Шведской фирмой «Банко Вентилейшн» разработан комплект оборудования, который может обеспечить подготовку топлива для целого лесозавода, причем его производительность изменяется в зависимости от потребности предприятия в электроэнергии. В установке для предварительной сушки отходов применяют отходящие от котельной дымовые газы. У этого способа есть свои преимущества по сравнению с существующими:

из каждой тонны сжигаемой коры получают на 10..15 % больше энергии; мощность топки можно поднять до 40 %; котел можно сделать более надежным в эксплуатации, если он не будет зависеть от влажности коры. Технологический процесс сжигания следующий: из шлюзового затвора кора попадает в центр сушилки и направляется вверх сильным потоком газа, который направляется на отражательный конус и падает на край сушилки, поднимаясь вверх в потоке газа по каскаду. После 2-минутной циркуляции в сушилке кора удаляется из нижней части и попадает на конвейер, который направляет кору в топку. Тяжелые предметы (камни, сучья, попавшие с корой в сушилку) отделяются автоматически в центральной трубе сушилки и попадают в накопитель. Отделение пыли происходит в мультициклоне. Из сушилки вылетают мелкие частицы коры, составляющие 10..20 % всего объема коры. Работа мультициклона разделена на два этапа: на первом происходит грубое отделение, на втором — отделяется зола; очищенный газ направляется в дымовую трубу. Отсортированные мелкие частицы коры направляют вместе с сухой корой в топку, газ возвращается в камеру предварительной очистки.

Разработано несколько типов сушилок производительностью от 0,5 до 10 т/ч коры. Самую производительную сушилку установили на шведском заводе по производству древесностружечных плит и пиломатериалов.

Техническая характеристика сушилки производительностью 10 т/ч

Производительность пара, т/ч	45 . . . 70
Количество потребляемой коры, скл. м ³ /ч	90
Влажность коры, %:	
до сушки	60
после сушки	50
Количество топочного газа, м ³ /ч	1300
Температура топочного газа, °С:	
до сушки	220 . . . 240
после сушки	110 . . . 115

В комплект установки входит классификатор, где от коры отделяются камни, гравий, песок и прочие посторонние примеси. Принцип действия классификатора основывается на разделении коры и более тяжелых предметов в потоке воздуха. Кора транспортером подается в классификатор, где она во время движения вниз продувается поперечным потоком воздуха. При этом тяжелые минеральные частицы продолжают движение вниз, собираясь в бункере для отходов, а кора выбрасывается потоком воздуха в сторону и попадает в специальный бункер. Воздух затем подвергается очистке в циклоне.

Результатом работы шведских специалистов над созданием специальных устройств для сжигания отходов окорки является также топка, в которой для поддержания горения без применения вспомогательных топлив даже при влажности 60 % исполь-

зована двухстадийная система. Системы этого типа имеют мощность от 37 до 1175 кВт. Установки мощностью 295 кВт производят 6,35 т/ч пара и горячей воды при сжигании 454 т коры за неделю. За год сжигается 23 600 т коры, что эквивалентно 3400 т нефти. Ежегодная экономия составляет 280 тыс. долларов, общая стоимость установки 350 тыс. долларов окупается за 1,25 г.

В Канаде первая сушильная установка с использованием тепла от сжигания сырой коры и древесных отходов лесопиления смонтирована на лесозаводе Platcou в северной части Британской Колумбии. Топка может работать на топливе любых размеров, влажности, степени загрязнения и отвечает требованиям охраны окружающей среды. Топка имеет нижнюю и верхнюю камеры сгорания. Топливо, поступающее в дозирующий бункер, разгружается цепным транспортером с регулируемой скоростью в зависимости от требуемого теплового режима.

Установка для сжигания коры и опилок при общей стоимости 500 тыс. долларов окупилась за один год на предприятии, выпускающем бобины для проволоки и каната. Через сушилку в сутки проходит 470 м³ древесины сосны при снижении влажности с 57 до 15 %. Такие темпы сушки требуют большого количества теплоэнергии, которое обеспечивается установкой для сжигания коры и опилок. Некоторые специалисты считают, что наиболее рациональным способом подготовки отходов к сжиганию является брикетирование. В США разработан технологический процесс превращения коры и других органических отходов в гранулированный материал, который горит так же хорошо, как и каменный уголь, но получаемая при этом теплоэнергия в два раза дешевле. Первая установка по выработке этого продукта, названного «Вудекс», работает на коре сосны орегонской. По мнению автора установки, для этой цели можно применять любые органические вещества. По разработанной технологии биомасса вначале измельчается в порошок, затем высушивается до 20 % влажности. Прессование производится под высоким давлением — 2×10^8 Па. Температура за счет трения поднимается до 160... 175 °С. При такой температуре в сочетании с высоким давлением изменяется молекулярное строение волокна и получается быстростгораемое без остатка топливо. На собственные нужды для получения необходимой энергии завод потребляет 12 % выпускаемой им продукции. Все оборудование может быть смонтировано под открытым небом.

Швейцарская фирма «Фред Хаусманн» имеет предприятие, брикетирующее отходы производства целлюлозы в течение 20 лет. В качестве исходного материала используются различные виды кусковых древесных отходов, кора, опилки, древесная пыль, скорлупа земляных орехов, шелуха семян подсол-

нечника и др. Древесные отходы в виде брикетов имеют лучшую характеристику, так как горят почти без дыма, и количество доли золы для большинства пород деревьев составляет менее 1 % по сравнению с некоторыми сортами угля, содержащих 5...25 % золы.

Фирма выпускает специальные сушильные установки, в которых сушка производится очень быстро, так как частицы отходов находятся в вихревом потоке горячего воздуха и почти не соприкасаются друг с другом.

Изготовление плитных материалов. Положительные результаты по выработке плитных материалов из отходов окорки получены в Швеции, Норвегии, Канаде, США и ряде стран членов СЭВ. В США при производстве волокнистых и стружечных плит кору используют преимущественно в виде добавок к древесине. В производстве древесноволокнистых плит добавка коры пихты дугласовой составляет 50 % общей массы. Механические свойства при этом ухудшаются незначительно.

При изготовлении древесностружечных плит кору добавляют в средний слой до 50 %, что незначительно влияет на прочностные показатели, хотя набухаемость плиты увеличивается.

В ГДР также проведены опыты по использованию отходов окорки для изготовления древесностружечных плит. Измельчение отходов окорки производится в ножевых станках или дробилках. Отверстия сит измельчающих машин при этом выбирают так, чтобы размеры стружки совпадали с размерами древесной стружки. Наилучшая толщина стружки и оптимальное содержание мелких частиц достигается при использовании сит с отверстиями 12×12 мм. Получаемую стружку можно использовать в качестве добавки к внутреннему слою трехслойных плит.

В ЧССР при производстве древесностружечных плит средний слой полностью изготавливают из измельченной и высушенной коры ели. Толщина среднего слоя к двум наружным относится как 1 : 3. Связующим служит мочевино-формальдегидная смола.

Теплоизолирующая способность коры выше, чем древесины, и поэтому она может быть использована как чистый изолирующий наполнитель. Разработан способ изготовления изоляционных плит из измельченных отходов окорки ели совместно с опилками. После измельчения на специальных машинах и дефибрирования в сыром виде корьевую массу смешивают с опилками в соотношении 7 : 3 и добавляют гидрофобное вещество. Затем из полученной волокнистой массы формируют непрерывную ленту толщиной 20...40 мм, каждую разрезают по формату и высушивают в специальной сушилке горячими газами. Полученные изоляционные плиты имеют следующие качественные показатели: плотность 360 кг/м³, прочность на изгиб 10⁶ Па,

водопоглощение за 24 ч 60 %, деформация сжатия при давлении $5 \cdot 10^5$ Па 2,4 %.

Химические продукты из коры. Пригодность коры для выработки различных видов химических продуктов (воск, клей, лаки, краски, средства очистки воды, флотационные агенты, антиокислители и др.) зависит от многих факторов и прежде всего от породы древесины.

В Северной Америке кора применяется для очистки промышленных сточных вод от примеси тяжелых металлов. При этом используют способность соединений танида в коре притягивать к себе тяжелые металлы из водных растворов путем ионного обмена.

В США для получения фенолов высокого выхода разработан способ разложения коры в среде паров муравьиной кислоты. В Австрии предложен способ обработки коры горячей водой под давлением с целью получения кислот, полисахаридов, глюкозы, окиси метилфурфурола и других веществ, которыми кора богаче, чем древесина.

В Японии проводятся промышленные опыты по использованию основного продукта скоростного пиролиза коры — полукокса, применяемого при производстве чугуна. Дисперсионный уголь, получаемый в этом случае из коры ели и лиственницы, является лучшим восстановителем, чем из ископаемого топлива. Важнейшим положительным фактором его является более высокая реакционная способность, почти полное отсутствие фосфора и серы, а значительно большая зольность не является препятствием. Кроме того, в Японии разработана технология и созданы производства по выделению из коры высокоабразивных веществ.

В ГДР кора используется при выплавке ферросплавов и чистого кремния. При использовании кремния в электропечи образуется плотный слой шихты. Равномерное распределение восстановительного газа затрудняется, скорость восстановления снижается. Добавление коры к шихте способствует ее разрыхлению, и процесс восстановления протекает значительно равномернее.

При использовании коры в электропечи происходит двойной процесс. Кора действует как разрыхлитель и одновременно в верхней части она пиролизуется. Возникает носитель углерода, который может использоваться как восстановитель двуокиси кремния. Содержание пепла в коре 2..2,5 %, и нет составных частей, вредных для производства кремния.

Использование коры в качестве разрыхлителя и восстановителя в промышленности по производству ферросплавов способствовало уменьшению потребления энергии на 400 кВт·ч/т при выплавке ферросплавов и на 2000 кВт·ч/т при выплавке чистого кремния. Кроме потребления коры на топливо, для выработки плитных материалов и продуктов химической пере-

работки, кора является хорошим материалом в качестве удобрения в сельском, парниковом и лесном хозяйствах. По данным проведенных исследований, при внесении гумуса из коры значительно повышается урожайность сельскохозяйственных культур и продуктивность леса.

Глава V

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВСЕЙ БИОМАССЫ ДЕРЕВА

1. Переработка целых деревьев в технологическую щепу

Рациональное использование древесного сырья достигается сокращением объемов потребления древесины в необработанном виде за счет расширения сферы ее применения и улучшения использования биомассы дерева. К важнейшим факторам, обуславливающим использование всей биомассы дерева, относятся рост потребности и дефицита лесопродукции в отдельных районах, необходимость повышения эффективности производства и расширения сырьевой базы потребителей за счет вовлечения в переработку неиспользуемых до настоящего времени больших объемов древесных отходов. Использование всей биомассы дерева при различных технологических процессах заготовки и вывозки древесины достигается полным использованием всех видов отходов деревообработки и лесозаготовок и переработкой целых деревьев в технологическую щепу. Если в использовании отходов деревообработки достигнуты значительные успехи во всех странах мира, то сбор и переработка отходов лесозаготовок связаны с дополнительными трудностями и, ряд вопросов требует своего решения.

В ряде стран мира накоплен некоторый опыт по использованию всей биомассы дерева, который свидетельствует о возможности значительного повышения ресурсов древесного сырья, получаемого с единицы площади лесонасаждений. Исследования показывают, что в отдельных случаях переработка целых деревьев на щепу является более эффективной, так как позволяет существенно снизить затраты на заготовку древесного сырья и обеспечивает более полное освоение лесосечного фонда. Экономия при этом достигается за счет снижения затрат на погрузочно-разгрузочные, транспортные операции, подготовительные работы, строительство дорог, обрезку сучьев, очистку лесосек и др.

Переработка целых деревьев на технологическую щепу в нашей стране производится в небольших объемах при заго-

47. Ресурсы и использование маломерной древесины (без учета сучьев, ветвей)

Вид рубки	Площадь, тыс. га	Объем, м ³ /га	Весь объем, тыс. м ³	Использова- ние, тыс. м ³
Главное пользование	—	—	3 470	450
Осветление и прочистка	1645	2,10	3 464	158
Прореживание	362	5,08	1 838	367
Проходные	454	6,48	2 943	530
Санитарно-выборочные	1370	2,64	3 615	689
Всего	—	—	15 330	2 194

товке маломерной древесины в процессе рубок ухода за лесом, рубок главного пользования и реконструкции низкоствольных насаждений. Ежегодные объемы спиливания и использования маломерных деревьев толщиной до 6 см на высоте 1 м в среднем за 1980—85 гг. показаны в табл. 47.

Для переработки маломерной древесины в ЦНИИМЭ разработаны технологические схемы производства щепы на базе передвижных рубильных машин с механизированной подачей сырья [25].

При заготовке щепы из маломерной древесины от рубок ухода за лесом и главного пользования валку деревьев производят бензиномоторной пилой «Тайга-214» с высокой рамой, доставку сырья к рубильной машине на расстояние до 50 м — малогабаритным трелевочным трактором Т-40М или ЛКТ-80. При расстояниях трелевки более 50 м трелевочный трактор может работать в режиме формирования пачек, а доставку сырья и складирование древесины в штабеля на площадке у рубильной машины производят погрузочно-транспортной машиной ЛТ-168. Переработке на щепу после выполнения рубок главного пользования подлежат также обломки деревьев, образующиеся при валке и трелевке, верхинки на верхних лесоскладах, образующиеся при формировании веза лесовозного транспорта.

Маломерные деревья на щепу перерабатывают на специально подготовленной площадке, на которой размещают штабеля сырья, передвижную рубильную машину и съемные контейнеры автопоезда ТМ-12, предназначенного для вывозки щепы к местам потребления или отгрузки.

При отсутствии погрузочно-транспортной машины ЛТ-168 древесину к рубильной машине можно доставлять подборщиками-погрузчиками ПЛО-1А или подборщиками на базе трактора ТБ-1 с навесным оборудованием ЛП-23.

*Технико-экономические показатели системы машин ЛЩ-1,2
для производства щепы из маломерных отходов*

Состав оборудования, шт:

бензиномоторная пила	3
малогабаритный трелевочный трактор Т-40М или ЛКТ-80	3
передвижная рубильная машина УРП-1	1
контейнерный автопоезд ТМ-12	2
Годовая производительность, тыс. м ³	11,8
Количество рабочих, чел	9
Капитальные вложения, тыс. руб.	142
Себестоимость производства щепы, руб/м ³	13,5
Комплексная выработка на одного рабочего, м ³ /чел.-год	940

При реконструкции низкотоварных насаждений валку деревьев производят бензиномоторными пилами «Тайга-214» с высокой рамой, если средний диаметр не превышает 10 см, и валочно-трелевочной машиной в режиме валка и пакетирование при больших средних диаметрах деревьев.

Сбор и подвозку деревьев к месту переработки производят погрузочно-транспортной машиной ЛТ-168, переработку на щепу — передвижной рубильной машиной, вывозку щепы — контейнерным автопоездом.

Технико-экономические показатели системы машин ЛЩ-1,3

Состав оборудования, шт:

валочно-трелевочная машина ЛП-17 (ЛП-17А), работающая в режиме валка — пакетирование	2
погрузочно-транспортная машина ЛТ-168 (168А)	2
передвижная рубильная машина УРП-1	1
контейнерный автощеповоз ТМ-12	1
Годовая производительность, тыс. м ³	14,7
Количество основных и вспомогательных рабочих, чел.	10
Капитальные вложения, тыс. руб.	193
Себестоимость производства щепы, руб/м ³	14
Комплексная выработка на одного рабочего, м ³ /чел. год	1400

Для экспериментальных исследований заготовки деревьев с корнями фирмой Rome Industries (шт. Джорджия, США) был разработан и испытан специальный агрегат для подрезания боковых корней, выдергивания деревьев со стержневыми корнями и укладки их в пачки для трелевки [14].

При испытаниях на участке насаждений южной сосны диаметром до 33 см производительность агрегата доходила до 1... ..2 деревьев в минуту. В спелых сосновых насаждениях пни и корни составили 18 % относительно сырой массы стволов, учтенных на расстоянии 5 см от пня до верхнего отруба диаметром в коре 7,5 см. Для сосны болотной и длиннохвойной это отношение составило 22 % при диаметре верхнего отруба хлыста в коре 5 см.

На технологическую щепу для выработки крафт-бумаги было переработано несколько тысяч деревьев болотной и длиннохвойной сосны. При этом каких-либо дополнительных в производстве крафт-бумаги проблем в связи с изменением состава щепы не возникало. В процессе испытания опытного образца

48. Необходимые усилия для подрезания боковых корней и выдергивания деревьев, кН

Почвенные условия и диаметр на высоте груди, см	На подрезание корней	На выдергивание деревьев	Почвенные условия и диаметр на высоте груди, см	На подрезание корней	На выдергивание деревьев
Влажная почва			Сухая почва		
12,7	93	93	12,7	120	111
17,8	132	132	12,7	132	132
17,8	132	160	15,2	231	222
20,3	107	107	17,8	132	132
20,3	120	116	20,3	132	186
22,9	146	146	20,3	200	240
22,9	160	160	20,3	240	—
25,4	132	132	30,5	208	240
27,9	186	177	35,5	333	289

выяснилось, что минеральные частицы, находящиеся на стержневых корнях, при укладке деревьев в пачки в основном стряхиваются, но некоторая их часть остается на древесине. Усилия для подрезания боковых корней и выдергивания деревьев приведены в табл. 48.

При заготовке леса со стержневыми корнями ресурсы древесного сырья на отведенной в рубку лесосеке увеличиваются на 18 % относительно массы ствола (с 1360 до 1614 кг), или на 13 % относительно массы всего дерева (с 1659 до 1913 кг).

Испытания такой системы заготовок в искусственных насаждениях сосны болотной и длиннохвойной показали, что при диаметре ствола до 25 см производительность достигает 114 деревьев в час. Часть деревьев перерабатывалась на щепу на передвижной рубильной машине, предназначенной для переработки целых деревьев. При этом ножи рубильной машины затуплялись быстрее обычного, а неровности в корневой части вызывали затруднения при подаче в машину. Все части дерева перерабатывали в неокоренном виде. Анализ показал, что щепы из пней и корней имеет меньшую влажность и плотность по сравнению со щепой из стволовой древесины, но размеры по длине и толщине, а также содержание золы выше.

Распределение элементов деревьев по массе

Элементы деревьев	Масса, кг
Стволовая древесина	1360
Пни со стержневыми корнями:	
до очистки от земли	399
после очистки от земли	254
Масса земли	145
Вершины и сучья	299
Итого: надземная часть деревьев	1659
деревьев со стержневыми корнями	1913

При вывозке деревьев с корнями наблюдалась меньшая загрузка лесовозного автомобиля по сравнению с вывозкой хлыстов, что объясняется закомелистостью деревьев и искривлениями корней. Несмотря на трудности, связанные с полным изменением технологии, оборудования лесозаготовок и обработкой получаемой при этой системе древесины, специалисты считают, что она имеет определенные преимущества, к которым относятся: выход древесного сырья с единицы площади лесосеки увеличивается примерно на 20 %; стоимость подготовки вырубаемых площадей для лесовосстановительных работ значительно снижается; удаление корней и части земли снижает опасность поражения молодых деревьев вредителями леса.

Другим источником увеличения ресурсов древесного сырья на единицу площади лесонасаждений является переработка древесины от рубок ухода за лесом для использования в качестве сырья или топлива. Считают также, что при этом с учетом лесосечных отходов можно получить дополнительно до 90 т биомассы дерева с одного гектара на каждый оборот рубки южной сосны. На участках с истощенной почвой измельченные отходы древесины целесообразно разбросать равномерно для обогащения почвы органическими удобрениями. Ресурсы таких видов древесного сырья зависят от системы ведения лесного хозяйства. Анализируются два варианта: один предполагает оборот рубки леса 30 лет с получением пиловочника, фанерного сырья и балансов; второй — 25 лет с получением только балансов.

В первом варианте рубки прореживания могут проводиться на 6-м году, профилактическая плановая заготовка топливной древесины — на 14-м году, рубки ухода с получением деловой маломерной древесины — на 15-м году, деловой более крупномерной древесины — на 20..25-м году и конечные сплошные рубки — не позднее 30-го года. При такой системе в конце оборота можно получить круглые лесоматериалы диаметром в среднем 28 см (в комле).

При обороте рубок 25 лет рубки прореживания производятся в возрасте 6 лет, удаление слабых деревьев без использования — в возрасте около 17 лет.

При такой рубке заготавливается объем древесины, который может быть оценен в следующих размерах.

1. Через 6 лет при рубках прореживания в естественных и искусственных насаждениях южной сосны, где густота составляет 12..40 тыс. деревьев на 1 га, объем заготовки может составить 24..45 т/га, включая кору и хвою.

2. Переработка маломерной древесины и лесосечных отходов сразу после сплошных рубок может дать дополнительно 41..57 т/га древесного сырья.

Исследования показывают, что при заготовке деловой древесины диаметром в верхнем отрубе до 15,2 см лесосечные

отходы составляют 263 кг на каждые 1000 кг вывезенной древесины в пересчете на абсолютно сухую древесину; если диаметр деловой древесины в верхнем отрубе 10,2 см, то количество лесосечных отходов снижается до 196 кг на 1000 кг вывезенной древесины, а при диаметре деловой древесины 5,1 см и использовании толстых (5 см и более) сучьев лесосечные отходы составляют 100 кг на каждые 1000 кг вывезенной древесины с корой. Установлено, что стволовая часть дерева без сучьев, вершин, листья и пней составляет по массе 60..65 % надземной части дерева, которая, в свою очередь, составляет примерно 75 % всей его массы; около 25 % производится на подземную часть. При полном использовании лесосечного фонда, т. е. вывозке надземной части всех деревьев, включая низкотоварную, сухостойную древесину, валежник и отходы лесозаготовок, дополнительно можно получить древесного сырья от 30 до 300 %.

К числу основных преимуществ заготовки щепы из целых деревьев относятся следующие: увеличение объема заготовок древесины с 1 га (до 100 % и более), возможность заготовки любого тонкомера, улучшение состояния вырубленной лесосеки, снижение затрат на лесовозобновление, снижение стоимости лесозаготовок, упрощение технологии, улучшение условий труда на лесозаготовках. Переработку целых деревьев на щепу на лесосеке производят у лесовозных дорог с помощью мощных передвижных рубильных установок. Обычно они монтируются на колесном шасси и включают дробильную установку, грузочную стрелу манипуляторного или выдвижного типа и пневмоустановку для выброса щепы. В решении проблемы использования всей биомассы дерева значительное место занимает заготовка лесосечных отходов, остающихся после вывозки стволовой древесины.

С целью оценки пригодности щепы из лесосечных отходов для использования в качестве сырья в сульфатцеллюлозном производстве финскими специалистами проведены обширные исследования. При этом удалось доказать, что целлюлоза из лесосечных отходов сосны, ели и березы имеет худшее качество по сравнению со стволовой древесиной тех же пород, причем эта разница для хвойных пород больше, чем для лиственных. Если целлюлозу, полученную из разных частей дерева, расположить в порядке изменения прочностных свойств, то лучшая целлюлоза получается из пневой древесины, затем следуют толстые корни, вершинки, сучья, кора, листва (хвоя). На переработку щепы из лесосечных отходов расходуется больше химикатов как при варке, так и при отбелке, при этом выход готовой продукции значительно меньше, чем из стволовой древесины. Эти показатели оказывают влияние на качественные показатели целлюлозы, вырабатываемой из технологической щепы, полученной при переработке целых деревьев.

49. Трудозатраты на заготовку щепы из целых деревьев на болотистых участках, чел.-дней/пл. м³ (расстояние трелевки 300 м, средний объем дерева, включая ветви, 0,04 м³)

Показатели	Измельчение пучков деревьев на лесосеке	Измельчение на верхнем лесоскладе
Валка и пакетирование	0,188	0,188
Трелевка	—	0,040
Измельчение в щепу	0,050	0,038
Подача щепы в контейнер	0,005	0,005
Всего:		
на 1 пл. м ³	0,243	0,271
на 1 т сухой щепы	0,622	0,692

Исследованиями были определены трудозатраты при заготовке щепы из целых деревьев на различных грунтовых условиях [15]. Например, было установлено, что валка и пакетирование сосны на болотистых участках, где ранее не велось промышленных заготовок, требует трудозатрат 0,188 чел.-дней/пл. м³ (табл. 49).

На средних обычных почвах заготовка тонкомерных деревьев и производство из них щепы в лесу требуют меньших затрат. При производстве щепы из сосны со средним объемом дерева 0,034 м³ затраты труда составляют 0,082 чел.-дня при переработке непосредственно на лесосеке и 0,101 чел.-день — у лесовозной дороги (табл. 50).

По результатам проведенных работ сделан вывод, что наилучшие показатели достигаются при сплошных рубках даже при малых объемах деревьев. Наиболее сложные проблемы при переработке технологической щепы из лесосечных отходов и целых деревьев возникают из-за наличия в ней коры, хвои, листьев и различных примесей. Опыт, накопленный в разных

50. Трудозатраты на заготовку щепы из целых деревьев сосны (расстояние подвозки 300 м), чел.-дней/пл. м³

Показатели	Измельчение на лесосеке	Измельчение у лесовозной дороги
Валка и пакетирование	0,040	0,050
Трелевка	—	0,027
Измельчение	0,025	0,021
Подача щепы в контейнер	0,017	0,001
Всего	0,082	0,099

странах, свидетельствует, что предпосылкой широкого применения щепы из целых деревьев является разработка и внедрение методов удаления коры, хвои, листьев, песка и других включений.

2. Использование древесной зелени

Одним из важнейших условий комплексного использования лесных ресурсов является переработка лесосечных отходов, включая древесную зелень, которая является сырьем для выработки многих ценных продуктов. При использовании древесной зелени и частично коры представляет большой интерес химический состав этой части биомассы дерева. Установлено, что древесная зелень содержит биологически активные водо- и жирорастворимые вещества (каротин, хлорофилл, витамины, флавоноиды и др.), а также энергетические и пластические компоненты — углеводы, белки. Доказана целесообразность и экономическая эффективность использования зеленой массы деревьев и продуктов ее переработки в животноводстве, птицеводстве, медицине и других отраслях народного хозяйства.

Основными видами промышленной продукции из зелени являются витаминная мука, хлорофилло-каротиновая паста, эфирные масла, хлорофиллин натрия и др. Самым распространенным способом переработки древесной зелени является производство витаминной муки. В процессе комплексной переработки из древесной зелени вырабатывают несколько продуктов, используемых в парфюмерно-косметическом производстве, животноводстве, ветеринарии, медицине, в качестве кроветворного, тонизирующего и дезодорирующего средства.

Витаминная мука из древесной зелени. Витаминную муку вырабатывают из листьев, хвои, молодых неодревесневших побегов и отходов эфиромасличного производства основных древесных пород, произрастающих на территории СССР (сосна, кедр, пихта сибирская, береза, осина, ольха, серая ива) и получают путем быстрого высушивания измельченной древесной зелени (ДЗ) в потоке горячего теплоносителя и последующего ее размола до частиц размером 1,5...2,0 мм.

В соответствии с ГОСТ 21769—84 «Зелень древесная. Технические условия» ДЗ хвойных пород представляет собой покрытые хвоей ветки диаметром для выработки витаминной муки не более 6 мм и имеющие следующее соотношение составляющих, %: хвои и неодревесневших побегов — не менее 60, коры — не более 30; минеральных примесей — не более 0,2; органических примесей в виде листьев, мха, лишайников и др. — не более 10.

Витаминная мука должна соответствовать требованиям ГОСТ 13797—84 «Мука витаминная из древесной зелени». Основным качественным показателем витаминной муки является

51. Сроки хранения древесной зелени

Вид древесной зелени	Сроки хранения при температуре, сут		
	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 витаминной муки со Знаком качества.

содержание каротина и из-за невысокой стойкости его при хранении к срокам хранения предъявляются требования, приведенные в табл. 51.

В зависимости от качества витаминную муку из древесной зелени хвойных пород подразделяют на муку со Знаком качества, высшего, первого и второго сортов; муку из лиственных пород — на высшего, первого и второго сортов. Технология производства витаминной муки разделяется на две самостоятельные стадии: заготовка кондиционной ДЗ и переработка ДЗ на витаминную муку. Заготовка и транспортировка древесной зелени производятся следующими способами: отделение древесной зелени при обрубке сучьев на лесосеке или на верхнем лесоскладе и транспортировка сырья к месту переработки; сбор сучьев на лесосеке или верхнем лесоскладе и транспортировка их к цеху с отделением древесной зелени в месте переработки; заготовка древесной зелени с растущих деревьев и доставка хвойной лапки к цеху; отделение древесной зелени после механизированной обрубки сучьев на нижнем лесоскладе при вывозке деревьев.

Для транспортирования древесной зелени используют обычный автотранспорт повышенной проходимости с наращенными бортами или самопогружающий агрегат САС-2А. Самопогружающий агрегат САС-2А сконструирован на базе автомобиля ЗИЛ-157К, оборудованного мачтой с лебедкой, поворотным блоком, грузовой платформой с откидным бортом, установленной вместо кузова. Загрузка машины производится затаскиванием при помощи троса на платформу 3..6 пачек по откидному борту. После погрузки последней пачки груз сжимается и при транспортировке удерживается откидным бортом. Для отделения древесной зелени применяют отделители различной конструкции, в том числе стационарные ОДЗ-12А, ОДЗ-3, ОИЗ-1, ОЗУ, ИПС-1, СЗЩ-2 (СИКО-2) и др., передвижные

52. Технические характеристики отделителей древесной зелени

Показатели	Стационарные			Передвижные	
	ОДЗ-12А	ОДЗ-3	ОИЗ-1	ОЗП-1	ОЗП-44
Количество барабанов	1	3	2	2	1
Частота вращения барабанов, мин ⁻¹	550 ... 650	700 ... 1000	800 ... 1200	400 ... 500	350 ... 550
Производительность, кг/ч	1500 (сырья)	600 ... 900	1000	1000 (сырья)	270 ... 460
Установленная мощность, кВт	3,0	7,5	10,7	—	—
Масса, кг	706	100	1900	1320	850
Число обслуживающих рабочих	2	2	2	4	2

ОЗП-1, ОЗП-44 и переносные на базе бензиномоторных пил.

Основным рабочим органом всех типов отделителей древесной зелени является барабан с насаженными на поверхности ножами (табл. 52.).

Линия ИПС-1 производительностью 60...1000 кг/ч древесной зелени предназначена для получения из сучьев и маломерной древесины диаметром до 5 см кондиционной древесной зелени и топливной щепы. В состав линии входит измельчитель КИК-1,4 и пневмосортировщик.

Линия на базе пневмосортировщика зеленой щепы СЗЩ-2 предназначена для выработки из сучьев и маломерной древесины кондиционной древесной зелени, технологической и топливной щепы. Сортировщик СЗЩ-2 обеспечивает разделение зеленой щепы хвойных и лиственных пород, вырабатываемой на серийно выпускаемых стационарных и передвижных рубильных машинах. Из зеленой щепы хвойных пород при разделении на СЗЩ-2 получают до 40 % технологической щепы, 45 % древесной зелени и 15 % топливной щепы. Установку обслуживает 1 человек.

Витаминную муку из древесной зелени вырабатывают на передвижных установках СХБП-0,1, СХБП-2 и стационарных установках АВМ-04(А), АВМ-0,65. На практике наибольшее распространение получила установка СХБП-0,1, состоящая из дробилки древесной муки ДКУ-М, барабанной сушилки СЗПБ-2, дробилки ДКУ-1 и весов.

Технологический процесс производства витаминной муки заключается в следующем. Древесная зелень транспортером направляется в приемный люк дробилки ДКУ-М, где происходит измельчение. Измельченная древесная зелень пневмотранспортом подается в бункер сырья, а оттуда поступает в загрузочное устройство, затем в приемную воронку. Далее винтовым конвейером, смонтированным в сушилку, подается

в сушильный барабан, где высушивается топочными газами в течение 5...10 с при температуре 200...300 °С до влажности 6...9 %. Высушенная древесная зелень воздушным потоком доставляется к разгрузочному устройству, откуда она поступает на винтовой конвейер и далее на конвейер дробилки ДКУ-1. Полученная мука пневмотранспортом подается в бункер-циклон, откуда выгружается питателем-дозатором и затаривается в мешки. Техническая производительность установки 140 кг/ч. Обслуживают ее 4 человека.

При производстве витаминной муки на базе агрегата АВМ-0,65 измельченная на установке КИК-1,4 или «Волгарь-5» ДЗ после пневмосортировщика поступает в систему конвейеров, состоящую из конвейера с лотком, гидроподъемника и винтового конвейера. Конвейер с лотком служит для создания запаса измельченной массы и непрерывной подачи ее через винтовой конвейер на питающий конвейер, который направляет сырую массу в сушильный барабан АВМ-0,65. Равномерность подачи сырья обеспечивается с помощью битера, расположенного над подающим конвейером. Вращающийся барабан сушилки состоит из трех цилиндров с лопастями внутри для перемешивания древесной зелени. Передвигаясь в потоке теплоносителя и перемешиваясь в нем, древесная зелень высыхает. Сушильный барабан собран так, что сырая ДЗ поступает во внутренний цилиндр, имеющий самую высокую температуру. По мере высыхания ДЗ перемещается сначала в средний цилиндр, а оттуда — в наружный. Высушенная ДЗ поступает в дробилку, откуда витаминную муку с помощью вентиляторов, расположенных в циклонах, подают на винтовой конвейер. С нижней стороны корпуса конвейера имеются специальные горловины, через которые мука затаривается в мешки. Мешки направляются на мешкозашивочную машину ЗЗ-ЕМ, взвешиваются и отправляются на склад готовой продукции. Техническая производительность цеха 350 кг/ч. Расход жидкого топлива 160 кг/ч.

Для переработки кроны деревьев на нижних лесоскладах КарНИИЛПом разработана стационарная линия ВО-101, состоящая из манипулятора, двух ленточных конвейеров, рубильной машины, термомеханического устройства с подводщими и отводящими теплопроводами и бункерами для сухой зелени и мусора, узлов от сельскохозяйственного агрегата для выработки витаминной муки АВМ-0,65 — дробилки кормов, теплогенератора, систем отвода сухой массы и отвода муки [4].

Работа термомеханического устройства линии основана на том, что сухая древесная зелень легко осыпается при механическом воздействии. Основным рабочим органом устройства является сушильный барабан СБ-1, 6-8Л, выпускаемый Бердичевским заводом «Прогресс» для сушки сыпучих материалов.

Устройство состоит из двух термокамер, внутри которых смонтирован отделяющий барабан. Термокамеры с нижней стороны имеют приемные бункера для мусора и сухой зелени. Барабан состоит из трех частей—двух сетчатых и одной сплошной. Сетчатые части размещены в термокамерах, а сплошная — находится вне термокамер и имеет теплоизоляцию.

На линии производят групповую и непрерывную обработку сучьев и ветвей любых диаметров без предварительной подготовки. Сушка и отделение зелени производятся в термомеханическом устройстве одновременно. Зелень отделяется без примеси древесины и коры, т. е. отделяется только хвоя.

Техническая характеристика термомеханического устройства

Размеры отделяющего барабана, м:	
диаметр внутренний	1.5
длина общая	9.0
Частота вращения барабана, мин ⁻¹	3
Угол наклона барабана, град	1 . . . 3
Расход топлива, л/ч	50 . . . 70
Температура теплоносителя в барабане, °С:	
на входе	400 . . . 700
на выходе	90 . . . 110
Установленная мощность электродвигателей, кВт	175
Общая масса, т	40
Сменная производительность:	
витаминная мука, кг	1000 . . . 1200
технологическая щепка, пл. м ³	5 . . . 7,5
Число людей, обслуживающих линию	3 . . . 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. Плотность меньше единицы и для различных пород находится в пределах 0,86..0,92 г/см³.

Эфирные масла получают из древесной зелени хвойных пород (пихты, сосны, ели) в основном путем перегонки с водяным паром или путем экстракции. Химический состав хвойных эфирных масел в течение года меняется незначительно. При соблюдении правил хранения древесной зелени масло в хвое сохраняется полностью и качество его почти не меняется. Наибольшее распространение в промышленности получило пихтовое эфирное масло, представляющее ценное сырье для производства искусственной медицинской камфары, а также для душишек в мыловарении и парфюмерии. Ценится содержанием борнилацетата, камфена, борнеола.

В соответствии с требованиями ГОСТ 11680—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 ³	0,895 . . . 0,915
Показатели преломления при 20 °С	1,469 . . . 1,427
Кислотное число едкого калия на 1 г пихтового масла, мг	Не более 1
Угол вращения плоскости поляризации, град	37 . . . 46
Содержание борнилацетата, %	Не менее 32
Суммарное содержание борнилацетата и борнеола в пересчете на борнилацетат, %	Не менее 35

Наиболее ценной частью пихтового масла является борнилацетат (уксуснокислый эфир борнеола). Из всех составных частей эфирного масла борнилацетат имеет наибольшую плотность, и от его содержания в основном и зависит плотность масла. Более четкая зависимость существует между плотностью масла и содержанием в нем борнилацетата и борнеола в пересчете на борнилацетат (табл. 53).

Из пихтового масла вырабатывают полноценную медицинскую камфару, которая является остродефицитным препаратом и превосходит по своим лечебным свойствам натуральную камфару, добываемую из камфарного лавра.

Сырьем для производства пихтового масла служит в основном древесная зелень пихты. На территории СССР произрастает 8 видов пихты. Для получения масла используют зелень всех видов, в первую очередь пихты сибирской, сахалинской, белокорой.

Пихтовое масло содержится только в хвое (2..2,5 % по массе свежей хвои) и в коре (1,3 % массы свежей коры побегов). В древесине побегов масла нет, поэтому для производства

53. Характеристика пихтового масла

Содержание борнилацетата и борнеола, %	Плотность при 20 °С, г/см ³	Содержание борнилацетата и борнеола, %	Плотность при 20 °С, г/см ³
25,0 . . . 26,4	0,8900	38,0 . . . 40,2	0,9050
27,0 . . . 28,8	0,8925	40,2 . . . 42,4	0,9075
29,2 . . . 31,0	0,8950	42,4 . . . 44,8	0,9100
31,4 . . . 33,3	0,8975	44,8 . . . 47,0	0,9125
33,6 . . . 35,6	0,9000	47,0 . . . 49,2	0,9150
35,8 . . . 38,0	0,9025		

54. Выход хвойной лапки из пихты сибирской

Диаметр ствола, см	Выход лапки, кг/м ³ , по бонитетам			Диаметр ствола, см	Выход лапки, кг/м ³ , по бонитетам		
	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				

пихтового масла, как и витаминной муки, должна употребляться кондиционная древесная зелень, к которой ГОСТ 21769—84 «Зелень древесная» кроме хвой относит молодые неодревесневшие побеги.

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 % хвой, 18 % коры и 12 % древесины по массе. Такая лапка дает наибольший выход пихтового масла. Средний выход пихтовой лапки из 1 м³ стволовой древесины пихты сибирской приведен в табл. 54.

Хранить отделенную от веток пихтовую древесную зелень лучше в валах шириной и высотой 1,0...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 начинает нагреваться, его немедленно разворачивают.

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.

Технологический процесс производства пихтового масла начинается с заготовки древесной зелени, которая осуществляется путем сбора лесосечных отходов при разработке лесосек с преобладанием пихты или путем срезания веток с нижней части крон растущих деревьев пихты на специально выделенных участках лесонасаждений.

Получение пихтового масла основывается на трех важных его свойствах: 1) способности при прямом воздействии пара перегоняться вместе с ним; 2) нерастворимости в воде; 3) различии плотности воды и масла.

Пихтовое масло будет отгоняться из лапки при $+98^{\circ}\text{C}$, если через нагретую до этой температуры лапку пропускать водяной пар из отдельного парообразователя. Для выработки пихтового масла применяется несколько типов установок, в том числе вятская, западно-сибирская, передвижная ППУ-1, непрерывного действия УНП и др.

В установках вятского типа лапка загружается в специальный перегонный чан с решеткой вместо дна и со съёмной крышкой. Перегонный чан имеет коническую форму с расширенным верхом. Узкой частью чан вставляется в котел, служащий парообразователем, под которым размещена топка.

При кипячении воды пар, поднимаясь из котла вверх, проходит через загруженную в чан пихтовую лапку, прогревает ее и уносит с собой пихтовое масло. Для вывода паров воды и масла из чана ниже крышки его устанавливается пароотвод, соединенный с холодильником. Вода и масло из холодильника поступают в маслоотделитель (флорентину), откуда масло стекает в приемник.

В западно-сибирской установке для отгонки пихтового масла применяется котел-парообразователь, пар из которого по паропроводу подается в деревянный перегонный чан, загруженный пихтовой лапкой. Из чана пары воды и масла через отводной патрубок поступают в холодильник, затем в маслоотделитель и приемник. Эти установки, как более производительные и технически совершенные, почти полностью вытеснили установки вятского типа.

Передвижная пихтоваренная установка ППУ-1 смонтирована на санях длиной 6,5 м. Транспортируется по лесовозным дорогам трактором.

Здание котельной смонтировано на раме на одном конце саней. В здании установлены флорентина и маслосборник, а над ними — коленчатый горизонтальный холодильник. На другом конце саней установлен перегонный чан вместимостью $7,5\text{ м}^3$. Пихтовая лапка загружается в чан при помощи скипового подъемника с металлическим ковшом. Скип емкостью 2 м^3 смонтирован на подвижной тележке с четырьмя двухребордными роликами. Тележка скипа прокатывается по наклонному продолжению рельсового пути, проложенному над чаном и по крыше здания. Скип поднимается при помощи штурвала через редуктор, передающий вращение двум барабанам с тросами диаметром 6 мм.

Пихтоваренная установка непрерывного действия УНП состоит из перегонного аппарата в сборе, флорентины, парового коллектора, электрического шкафа, холодильника, паропере-

55. Техническая характеристика пихтоваренных установок

Показатели	Западно-сибирского типа	Передвижная ППУ-1	Непрерывного действия УНП
Продолжительность цикла отгонки масла, ч:			
летом	14 . . . 15	14 . . . 16	Непрерывный То же »
зимой	16 . . . 17	18 . . . 20	
Общая продолжительность операции (загрузка, отгонка, разгрузка)	19 . . . 22	23 . . . 28	
Выход пихтового масла из 1 т пихтовой лапки, кг:			
летом	17	17 . . . 19	85 % от содержания в сырье
зимой	15	15 . . . 16	
Производительность по сырью, т/ч	—	—	0,25
Время обработки сырья паром, ч	—	—	2,0
Расход дров на 1 т переработанной пихтовой лапки	0,8 . . . 1,3	0,85 . . . 1,0	—
Температура дистиллята, вытекающего из холодильника, °С	25 . . . 30	Не выше 30	35 . . . 40
Появление дистиллята после окончания загрузки чана, мин	30 . . . 50	30 . . . 60 летом, 90 . . . 120 зимой	—
Обслуживающий персонал, чел.:			
аппаратчики	3	3	—
заготовители	5—7	6—9	—
возчики	1—2	1—2	—
всего	9—12	10—14	—

гревателя, трубопроводов и арматуры, каркаса с площадками обслуживания, конденсатоотводчика, насоса, регулятора уровня сырья в аппарате.

Измельченное сырье поступает в бункер механизма загрузки и шнеком подается в нижнюю часть подъемной колонны, где подхватывается вертикальным шнеком и перемещается вверх к перевалочной камере. Затем сырье сбрасывается в пустотелую колонну, из которой после обработки паром выгрузочным шнеком выводится наружу. Оптимальный уровень сырья поддерживается регулятором уровня, управляющим работой привода выгрузочного шнека. При прохождении через аппарат сырье на всем пути движения обрабатывается острым паром. Технические данные установок различных типов приведены в табл. 55.

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 древесную зелень сосны, ели или их смесь разминают на специальных вальцах. Размятая масса подается в цех, где загружается в экстрактор при помощи подъемника. По окончании загрузки в подогреватель экстрактора насосом из бака подается бензин и производится нагрев глухим паром давлением 0,2..0,4 МПа. Пары бензина из подогревателя поступают в экстрактор. В начальный период пары бензина конденсируются на холодной технической зелени и конденсат стекает вниз в экстрактор. Затем пары бензина вместе с парами воды, содержащейся в сырье, поступают в конденсатор-холодильник, где конденсируются. Стекающая флегма смывает с поверхности древесной зелени растворимые в бензине вещества. Продолжительность экстракции 3,5 ч.

После окончания экстракции бензиновый экстракт перекачивается в отстойники. Экстракт с поверхности древесной зелени стекает не сразу, и поэтому требуется дополнительное отстаивание его в экстракторе в течение 1 ч, после чего отстоявшийся экстракт также перекачивается в отстойник. После окончания экстракции в экстрактор подается острый пар для отдувки бензина. Водно-бензиновые пары поступают в конденсатор-холодильник, где конденсируются и поступают во флорентину для разделения бензина и воды. Бензин из флорентины поступает в бак и используется снова в технологическом процессе, а вода через бензиноуловитель — в канализацию. Отработанная древесная зелень через нижний откидной люк экстрактора выгружается в вагонетку. Общая продолжительность одного экстракторооборота составляет 5..6 ч. При водяном охлаждении бензиновый экстракт отстаивается в отстойнике в течение 24 ч. При этом отстаивается вода и выпадают воскообразные продукты. Вода из отстойника вместе с механическими примесями направляется в промышленные стоки, а воскообразные вещества — в специальный сборник. Затем бензиновый экстракт фильтруется и насосом подается в перегонный куб. Периодически острым паром производится очистка отстойника от отложившихся на стенках воскообразных продуктов. Последний в горячем виде подается в сборник воска — сырца.

В перегонном кубе производят отгонку растворителя от смолистых веществ сначала глухим, а затем глухим и острым паром. Пары бензина и воды поступают в конденсатор-холодильник, откуда конденсат поступает в флорентину, где бензин отделяется от воды. Бензин перекачивается в бак рабочего растворителя, а вода через бензиноуловитель — в промышленные стоки.

Отгонка бензина продолжается до соотношения бензин : вода 1 : 25, после чего отбирается фракция эфирного масла-сырца в виде смеси эфирных масел и бензина. Эфирное масло-сырец

от воды отделяется в специальной флорентине. Масло-сырец поступает в сборник, вода через бензиноуловитель — в промышленные стоки. Отгонка масла продолжается до тех пор, пока в отгонке не останутся только следы эфирного масла. Полный оборот перегонного куба составляет 5,5 ч. Полученные в кубе смолистые вещества сливаются в промышленную емкость.

После отбора пробы и взвешивания смолистые вещества из промежуточной емкости поступают в омылитель. Здесь смолистые вещества разбавляются горячей водой (конденсатом) и омыляются 40 %-ным раствором едкого натра. Омыление протекает при перемешивании и нагревании. Дозирование горячей воды и раствора производят с помощью мерников, установленных над омылителем. Готовая хвойная хлорофилло-каротиновая паста в горячем виде разливается в стеклянные банки или металлические бидоны. Воск-сырец из сборника сливается в специальный перегонный куб, в котором происходит отгонка воды и бензина от хвойного воска. Обогрев куба осуществляется глухим паром, подаваемым в змеевик. Пары воды и бензина поступают в конденсатор-холодильник, затем конденсат — во флорентину, где бензин отделяется от воды и направляется в сборник бензина, а вода через бензиноуловитель — в промышленные стоки. Полученный хвойный воск в горячем виде разливается в металлические формы.

3. Использование пней и корней

В общей проблеме комплексного использования древесного сырья значительное место занимают вопросы вовлечения в переработку древесины пней и корней. Основным направлением использования пнейвой древесины в настоящее время является канифольно-экстракционное и смоло-скипидарное производства. Из пнейвой древесины сосны и кедра вырабатывают канифоль, скипидар, флотационное масло и ряд других ценных продуктов. Осмол пнейвой сосновый представляет собой сосновую древесину с повышенным содержанием смолистых веществ, получаемую из ядровой наземной и корневой частей сосновых пней, остающихся на лесосеках после заготовки леса. На месте заготовки пнейвой осмол должен быть очищен от остатков почвы, гнили, заболонной древесины и обугленных частей при поражении огнем.

При существующих технологических процессах заготовки и переработки сосновый пнейвой осмол используют, как правило, после созревания сосновых пней. Процесс созревания осмола состоит в относительном обогащении ядровой части пня смолистыми веществами за счет разрушения менее смолистой заболони в результате жизнедеятельности грибов и бактерий. За класс спелости пней принят срок 5 лет. Пни различают I класса 1..5 лет (свежие), II класса 6..10 лет (припевающие),

56. Уровень концентрации сырья и осмолозаготовок

Запасы осмола, пл. м ³ /га	Удельный вес заготовки осмола, %	Удельный вес предприятий, %	Запасы осмола, пл. м ³ /га	Удельный вес заготовки осмола, %	Удельный вес предприятий, %
0,1 ... 2,0	7,4	14,7	6,1 ... 8,0	13,0	9,3
2,1 ... 4,0	33,6	33,3	Более 8,0	2,6	6,7
4,1 ... 6,0	43,4	36,0			

III класса 11...15 лет (спелые), IV класса 16...20 лет (спелые) и V класса 21...25 лет (спелые).

Распределение смолистых веществ в пне неравномерно: во всех случаях часть пня около корневой шейки является более смолистой, части пня выше и ниже корневой шейки и корень менее смолисты. К моменту созревания осмол становится пригодным к промышленной переработке и отвечает предъявляемым к нему техническим требованиям. Спелый сосновый пневый осмол при 20 % влажности содержит 13...26 % и более канифоли [5].

Запасы пневого осмола на 1 га площади невелики, и его основные показатели характеризуются следующими данными [5]:

Средний запас осмола, пл. м ³ /га	3 ... 5
Число пней на 1 га, шт.	50 ... 80
Средний диаметр ядра пня, см	29 ... 32
Средняя высота пня, см	20 ... 30

Запасы пневого осмола на единицу площади оказывают большое влияние на технико-экономические показатели осмолозаготовок. В настоящее время 84 % предприятий заготавливают 84,4 % осмола общего объема на площадях с запасом до 6,0 пл. м³/га: Данные об удельном весе объема заготовок спелого осмола и количестве предприятий, работающих при различных запасах осмола на 1 га, приведены в табл. 56.

При современной технологии заготовки леса бензиномоторными пилами не менее 15...20 % древесины в виде пней и корней остается на лесосеке. При ежегодных общих объемах лесозаготовок около 400 млн. м³ эти потери составляют более 60 млн. м³ древесины, которая может быть извлечена различными механизированными способами. Из этого объема около 5 млн. м³ представляют собой потенциальные ресурсы спелого соснового осмола, которые могут быть использованы в качестве сырья для лесохимических производств, а фактический объем заготовки по Минлесбумпрому СССР (основной заготовитель) характеризуется следующими показателями, тыс. м³: 1975 г.—568, 1980 г.—424, 1985 г.—514 при общей потребности перерабатывающих производств около 2000 тыс. м³ [5, 20].

В настоящее время известны следующие направления использования пнево-корневой древесины сосны и проэкстрированной щепы канифольно-экстракционных заводов.

1. Выработка канифоли, скипидара и соснового флотационного масла из спелого пневого осмола в канифольно-экстракционном производстве.

2. Выработка смолы и скипидара из спелого соснового пневого осмола в смоло-скипидарном производстве.

3. Производство сульфатной целлюлозы и талловых продуктов из свежей пнево-корневой древесины и отработанной щепы.

4. В гидролизном производстве с целью увеличения ресурсов сырья за счет отработанной щепы канифольно-экстракционных заводов.

5. В производстве древесноволокнистых и древесностружечных плит из отработанной щепы.

6. В производстве активного угля и других продуктов пиролиза отработанной щепы.

7. Сжигание отработанной щепы в топках котельных с целью получения тепловой энергии.

Анализ показывает, что в перспективе в связи с переходом на заготовку деревьев срезанием их заподлицо с землей запасы спелого осмола для канифольно-экстракционного производства существенно уменьшатся. Кроме того, заготовка спелого осмола связана с высокой трудоемкостью, составляющей 1,0...1,2 чел.-дня на 1 пл. м³ и низким уровнем механизации основных работ (21...27 %). В среднем затраты труда на 1 пл. м³ при механизированной заготовке осмола по отдельным операциям технологического процесса распределяются следующим образом, чел.-дни: корчевка 0,2, трелевка 0,25, разделка 0,35, вывозка 0,14, погрузка-разгрузка при вывозке и отгрузке в вагонах МПС 0,14, всего 1,08 чел.-дня/пл. м³, а с учетом вспомогательных работ достигает 2 чел.-дня/пл. м³ [6], причем в связи с разрывом во времени после выполнения лесосечных работ заготовка спелого осмола на облесившихся площадях вступает в противоречие с лесохозяйственными требованиями по восстановлению лесов, что в свою очередь сдерживает повышение уровня механизации осмозаготовок. В связи с этим большой интерес представляет свежая пневая древесина, заготовка которой устраняет ряд недостатков, имеющих при заготовке спелого осмола, и ее можно совмещать с основными лесозаготовительными операциями. Свежая пневая древесина может использоваться не только в канифольно-экстракционном производстве, но как источник дополнительных сырьевых ресурсов для целлюлозно-бумажного, древесноплитного и гидролизного производств. Однако свежий пневой осмол в естественном состоянии в связи с низкой смолистостью и невысокого качества получаемой из него канифоли не может рассмат-

риваться как перспективное сырье для канифольно-экстракционного производства, но в сульфатно-целлюлозном производстве он может потребляться в виде 20...30-процентной добавки, позволяющей в 2 раза увеличить выход талловых продуктов, не оказывая влияния на качество целлюлозы и технологический процесс ее получения [5].

Решением имеющихся противоречий может явиться искусственное прижизненное просмоление сосновых и других хвойных древостоев. В связи с этим в нашей стране проводятся обширные исследования по прижизненному просмолению хвойных древостоев с помощью различных стимуляторов. Результаты показывают возможность резкого повышения смолистости сосновых древостоев и выхода из них канифоли, соответствующей техническим требованиям как по количеству, так и по качеству.

Для правильного ведения учета, хранения, оценки транспортабельности пневой древесины необходимо располагать данными о полндревесности укладки. По данным КирНИИЛПа, коэффициент полндревесности пней и корней в зависимости от способа разделки имеет следующие значения [20]:

Спелый пневый осмол механизированной корчевки, неразделанный:	
в кучах и валах	0,17
в кузовах трелевочных машин	0,18
в кузовах большегрузных транспортных средств:	
в начале пути	0,14
в конце пути	0,19
Осмол механизированной корчевки при вывозке в кузовах автомобилей:	
пни без корней, опиленных в 10 см от стволовой части	0,21
то же, с уложенными в кузов корнями	0,24
пни, корни которых опилены заподлицо	0,25
то же, и крупные из них погружены	0,33
то же, с укладкой всех корней	0,37
пни, расколотые после опилки корней, которые уложены в кузов с заполнением пустот	0,39
Неразделанный осмол взрывной корчевки:	
в кучах и валах без укладки	0,25
в кузовах трелевочных машин навалом	0,24
в кузовах большегрузных транспортных средств	0,30
Разделанный осмол:	
в штабелях и поленницах	0,43
при вывозке автомобилями с ручной укладкой объемом 9 . . . 12 скл. м ³	0,38
то же, в большегрузных кузовах при механизированной погрузке и уплотнении грейфером	0,30
При перевозке в железнодорожных вагонах:	
в открытых	0,43
в крытых	0,33

Большое значение для использования пневой древесины имеет ее загрязненность при заготовке. Исследования показывают, что после корчевки спелых пней клином-корчевателем на базе трактора Т-130, перевозки их и последующей разделки содержание балласта в виде грунтовых включений и подгнив-

57. Значения опытных коэффициентов

Вид пней	Показатели	а			b		
		наиболь- шее	наимень- шее	среднее	наиболь- шее	наимень- шее	среднее
Свежие	Усилие корчевания	0,90	0,32	0,61	5,5	1,9	4,3
	Масса пней с землей	0,04	0,015	0,025	0,28	0,10	0,18
	Масса пней без земли	0,019	0,007	0,012	0,167	0,06	0,11
Спелые	Усилие корчевания	0,38	0,10	0,23	0	0	0
	Масса пней с землей	0,025	0,006	0,012	0,25	0,06	0,12
	Масса пней без земли	0,01	0,003	0,0076	0,08	0,06	0,14

шей заболони, оставшейся после корчевки, составляет 51... ..62 % общей массы транспортируемого груза. Из изложенного следует, что рациональное использование сырья и снижение транспортных расходов достигается разделкой пней в месте корчевки и тщательной очисткой от минеральных примесей.

Для определения основных параметров корчующих машин необходимо располагать данными об усилиях корчевания и массе пней, оценка которых может быть сделана по следующему уравнению:

$$Q_n = ad_n - b, \quad (32)$$

где Q_n — усилие корчевания или масса пня, т; d_n — диаметр пней, см; a , b , — опытные коэффициенты, значения которых приведены в табл. 57.

Применяемый в настоящее время технологический процесс заготовки пневой древесины по способу извлечения пней подразделяется на взрывной и механический. Взрывной способ в свое время получил широкое распространение ввиду таких достоинств, как достаточно высокая производительность, очистка сырья от минеральных примесей и мелких корней, не имеющих промышленной ценности. Однако при этом ряд операций не поддается механизации и выполняется вручную, потери древесины составляют 15...20 %. В последнее время получает распространение механизированный способ, при котором для корчевки пней на необлесившихся участках при механизированной заготовке применяют корчеватель ЛД-9 на базе трактора Т-130 и машину МЛ-27 с рабочим органом в виде клина-корчевателя.

Механизированную корчевку пней на облесившихся участках производят машиной АКП-1, созданной на базе трактора ТДТ-55А. Корчевку пней машина выполняет с помощью гидродомкратов. Для подвозки осмола применяются машины ПЛО-1А, ТПО-МЛТИ на базе тракторов Т-40А, ЛТ-175, ЛП-18А с навесным оборудованием ВО-106 и др.; для очистки и раз-

58. Технико-экономические показатели машин и оборудование на заготовке осмола и деревьев с корнями

Типы машин и оборудования	Выполняемая операция	Сменная производительность, пл. м ³	Выработка на 1 чел.-день, м ³	Трудоемкость, чел.-ч/пл. м ³
АКП-1	Корчевка	10	10	0,700
МЛ-27	Трелевка	39	39	0,179
ТПО-МЛТИ	»	10	3,3	2,121
ПЛО-1А	»	15	15	0,467
ПЛ-16	»	19,5	19,5	0,359
Бензиномоторные пилы	Разделка	3,0	1,5	4,667
ЛП-19	Валка деревьев	70 . . . 200	70 . . . 200	0,035 . . . 0,100
ЛТ-157	Трелевка	70 . . . 133	70 . . . 133	0,053 . . . 0,100
ЛП-33	Обрезка сучьев	70 . . . 133	70 . . . 133	0,053 . . . 0,100
ЛП-17	Валка, трелевка	70	70	0,100
ЛП-30Б	Обрезка сучьев	140	140	0,050
ЛТ-72 с ПП-10	Погрузка в лесу	60	60	0,177
ТБ-1	Вывозка	48	48	0,146
ЛТ-7	»	10	10	0,700
ТМ-12	»	12	12	0,583
МРНП-30	Измельчение в щепу	96	96	0,073
СЩ-1	Сортировка щепы	96	96	0,083
ККС-10	Разгрузка хлыстов	300	300	0,023
БКСМ-14ПМ	Погрузка	150	150	0,047

делки на верхнем складе — электромоторные пилы ЭПЧ-3 или бензиномоторные пилы с Г-образными зубьями. На погрузке осмола на верхнем складе применяются машины ЛТ-72, ПЛО-1А, АКП-1 с грейфером ЛП-10 или ТПО-МЛТИ, на вывозке разделанного осмола — автощеповозы 7А, ТМ-16, а также агрегат ЛТ-143 на базе трактора Т-157.

Технико-экономические показатели осмолзаготовительной техники приведены в табл. 58 и 59.

В числе дополнительных ресурсов древесного сырья определенное место занимают низкокачественная древесина и пни, извлекаемые из торфяных залежей при добыче торфа и подготовке полей. По данным Минторфпрома РСФСР, только по Росторфу ежегодно заготавливается и вывозится 3,65 млн. м³ пней, из которых не используется около 2 млн. м³. Кроме этого, средний ежегодный объем заготовки и вывозки пней с торфяных полей Белорусской ССР составляет 4,9 млн. м³, из которых практически не используют 2,6 млн. м³. Не удовлетворительно используется стволовая древесина при валке леса в процессе подготовки полей для добычи торфа [21].

59. Эксплуатационные расходы и удельные капитальные вложения, руб/пл.м³

Фазы технологического процесса	Основная и дополнительная зарплата рабочих	Амортизационные отчисления	Затраты на ТО и ТР	Стоимость ГСМ
Заготовка	7,97 . . . 8,66	2,71 . . . 6,17	0,68 . . . 1,10	0,96 . . . 1,27
Вывозка и погрузка вагоны	1,63 . . . 3,08	1,22 . . . 2,02	0,70 . . . 1,43	0,69 . . . 1,41
Итого	9,60 . . . 11,74	3,93 . . . 8,19	1,38 . . . 2,53	1,65 . . . 2,68

Продолжение

Фазы технологического процесса	Прочие расходы	Итого эксплуатационных затрат	Удельные капиталовложения	Выработка, пл. м ³ /чел.-день
Заготовка	0,25 . . . 0,45	12,57 . . . 17,75	5,96 . . . 14,38	1,30 . . . 1,25
Вывозка и погрузка вагоны	0,14 . . . 0,26	4,40 . . . 8,20	5,66 . . . 8,13	4,6 . . . 8,6
Итого	0,39 . . . 0,71	16,97 . . . 25,95	11,62 . . . 22,51	1,02 . . . 1,16

Пни с торфяных полей имеют ряд преимуществ по сравнению с пнями с твердых почв:

запасы пневой древесины на единице площади торфяного поля значительны, что является хорошей предпосылкой для механизации их заготовки;

пни содержат небольшое количество минеральных частиц и камней, что облегчает процесс разделки и очистки;

большая часть пней не содержит коры;

при переработке пневой древесины в сульфат-целлюлозном производстве увеличивается выход канифольных продуктов;

в процессе подготовки торфяных полей в заготовку пней уже вложен живой труд, и они уже готовы к использованию.

Исследования показывают, что пневая древесина с торфяных полей является хорошим сырьем для производства древесностружечных плит и в целлюлозно-бумажной промышленности [21].

Использование древесины пней и корней в качестве дополнительного источника сырья привлекает внимание специалистов многих стран мира.

В Финляндии работы по изучению возможности использования пневой и корневой древесины проводились с начала 60-х годов и в результате с 1975 г. Акционерное общество Ioutseno Pulp Co впервые в мире начало использовать такую древесину в качестве добавки к сырью при производстве сульфатной целлюлозы. Одновременно с этим продолжались работы по совершенствованию технологии заготовки, машин для извлечения и разделки целых пней, а также для измельчения кусков пней, очистки от минеральных примесей вибрационным способом. Результаты продолжительных исследований показали, что практически наиболее эффективными являются две технологические схемы.

По первой схеме пни корчуют, разделявают и укладывают в штабель при помощи агрегата «Паллари». Перед разделкой пней может быть проведена их грубая очистка от минеральных примесей. Разделанные пни могут и не укладываться в штабеля, а сразу подвозиться к местам погрузки в транспортные средства для вывозки из леса. Вывозка может осуществляться грузовым трактором с опрокидывающимся кузовом или автомобилем прямо из лесосеки, если позволяют грунтово-почвенные условия. Для перевозки пней на большие расстояния наиболее приемлемыми являются автощеповозы.

По второй схеме корчевка пней осуществляется при помощи корчевального крюка, устанавливаемого на экскаваторе. Разделка пней производится агрегатом «Паллари», смонтированным на экскаваторе. Вывозка из леса и дальнейшая транспортировка производится, как по первой схеме.

Наиболее сложной операцией в заготовке пней и корней является их очистка от минеральных частиц и камней.

Установлено, что при выдержке пней в штабелях достаточно продолжительное время после корчевки часть камней и минеральных частиц осыпается под воздействием дождя, солнца и ветра. Частично пни и корни очищаются в процессе разделки на куски, транспортировки и последующей расколки на более мелкие куски. Но и после этого содержание минеральных частиц и камней в кусках пней и корней составляет 8...12 % по массе. Поэтому измельчение их производится без применения режущих ножей и состоит из следующих этапов:

подача сырья со склада погрузчиком на вибропитатель, который перемещает куски пней к дробильной установке, одновременно отделяет от них минеральные частицы;

дробление на специальной дробильной установке, при котором происходит наиболее эффективная очистка от минеральных частиц;

промывка дробленки струями при максимальном расходе 15 м³/мин оборотной воды. Содержание минеральных примесей в процессе промывки снижается до 0,2 %, коры 0,8...2 %;

просеивание и повторное измельчение крупных частиц.

Структура затрат по выработке щепы из пней выглядит следующим образом, %: корчевка и штабелевка 19; разделка 23; вывозка из леса 8; дробление 26; доставка к потребителю 18 и прочие затраты 6 [29].

В Швеции усилиями двух заинтересованных компаний построено предприятие Макьюра Целлюлозафмес АВ, вырабатывающее 150 тыс. м³ щепы из 300 тыс. м³ пнейвой древесины. Исследования показали, что добавка щепы из древесины пней и корней в количестве 20 % к щепе из стволовой древесины не оказывает отрицательного влияния при производстве крафт-целлюлозы.

Несмотря на большое количество посторонних примесей, достигающих до 50 % в исходном сырье, после подготовки и смешивании с обычной щепой количество примесей не превышает 0,1 %.

Корчевку пней производят в сухой период года. Пни складывают у дороги, чтобы солнце и ветер высушили грязь. После этого их разделяют и раскалывают на мелкие куски специальной установкой «Паллари». Затем автомобилями вместимостью кузова 130—140 м³ доставляют на завод и выгружают в кучи, откуда при помощи крана и транспортера направляют в окорочные барабаны длиной 30 м, диаметром 3,8 м. В первом барабане древесина в процессе одной обработки очищается от минеральных частиц и мелких корней, во втором — промывается водой, а загрязненная вода и мелкие куски корней поступают в бассейн.

Очищенные и промытые пни и корни, содержащие еще крупные камни, поступают во флотационную установку, где камни оседают на дно, а древесину подвергают повторной расколке. При этом оставшиеся крупные камни отделяются от древесины и во втором флотационном уловителе удаляются из общей массы. Чистые пни и корни перерабатываются на технологическую щепу, мелкие фракции используются в качестве топлива.

Предприятие обслуживают 146 чел. (46 — на производстве щепы, 100 — в лесу).

И после описанного способа очистки остаются минеральные примеси, что является причиной быстрого износа оборудования. В связи с этим на заводе установлены две линии для измельчения древесины в щепу, которые подключаются в работу поочередно при остановке одной из них на ремонт или техническое обслуживание [34].

4. Кормовые добавки из древесины

Большую роль в укреплении кормовой базы животноводства, пополнении ее различными кормами и питательными веществами могут сыграть разнообразные отходы, образующиеся при заготовке и переработке древесины. Ежегодная, невосполнимая

за счет традиционных видов кормов животноводства, потребность в углеводах в целом по нашей стране составляет около 5 млн. т.

Проведенные научные исследования и на их основе разработанные промышленные технологии производства кормовых добавок из продуктов леса позволяют расширить существующую кормовую базу. Промышленное производство этих добавок могло бы покрыть существующий недостаток сельского хозяйства в корморесурсах.

Объем замены традиционных видов кормов на кормовые добавки из отходов древесины для различных животных не одинаков. В среднем доля добавок составляет 15..20 % общего объема потребляемых кормов.

Доля потребления отдельных видов кормовых добавок также различна. Максимальная доля замены обычных кормов добавками составляет: витаминной мукой из древесной зелени — 25 %, кормовой древесно-витаминной мукой 20 %, полуфабрикатом из осиновой коры 10 %, кормами из коры 5 %, лесным комбикормом 20 %, осахаренной древесноволокнистой массой 10 %, углеводно-минеральной кормовой добавкой на основе отработанных сульфитных щелоков и последрожжевой бражки 5 %, белково-витаминным активным илом 5 %.

С учетом замены и имеющихся отходов заготовки и переработки древесины в табл. 60 показана возможность удовлетворения дефицита сельского хозяйства в корморесурсах за счет различных кормовых добавок. Доля общей замены кормов в пересчете на углеводы составила 18 %, или 6,6 млн. т кормовых единиц.

В пересчете на натуральные единицы объем кормовых добавок из древесины может составить 15,8 млн. т, в том числе витаминной муки 4,5 млн. т., кормовой древесно-витаминной муки 5,8 млн., полуфабрикатов осиновой коры — 0,6 млн., корм из коры — 0,8 млн, лесной комбикорм 2,8 млн, кормовая сахарная древесноволокнистая масса 0,08 млн, углеводно-минеральные добавки 1,1 млн, белково-витаминный активный ил 0,1 млн. т.

Ниже приводятся характеристики и условия применения кормовых добавок из продуктов переработки древесины.

Корм веточный (ТУ-46-РСФСР 253—82) применяется как заменитель грубых и сочных кормов. Сырьем для получения веточного корма служит древесная зелень, мелкие ветки, кустарник, часть коры и ряд других отходов. Наибольшую ценность представляют зеленые ветви диаметром 1,5 см, длиной 30..50 см, у которых на долю зелени приходится не менее 60 % массы. Измельченные отходы сами по себе могут использоваться в качестве корма, однако для повышения питательности их целесообразно смачивать водой, запаривать, добавлять комбикорма. Веточный корм употребляется также в виде

лесного силоса, который готовится как и обычный силос и по своим характеристикам не уступает ему.

Кроме того, из древесных веток лиственных пород зимней заготовки, измельченных на молотковой дробилке, могут быть изготовлены веточные хлопья, а древесная зелень хвойных пород, также измельченная на молотковой дробилке, может применяться как непосредственная добавка к рациону животных и птицы в районах, расположенных близко к местам заготовок, так как ее использование целесообразно при сроке хранения не больше 2...3 сут.

Технико-экономические показатели производства веточного корма приведены ниже.

Технико-экономические показатели цеха по производству веточного корма

Выпуск продукции, т	5000
Численность работающих, чел	15
Установленная мощность электродвигателей, кВт	400
Количество рабочих дней в году, дни	250
Трудоемкость продукции, чел.-дн./т	0,75
Капиталовложения, тыс. руб.	181,61
Окупаемость, лет	2,6

Лесной комбикорм (ТУ-46-РСФСР 254—82) производится из измельченных ветвей, тонкомерной древесины, кустарников, отходов лесопиления и деревообработки, древесной зелени, опавших листьев, коры. В смесь добавляют солому, отходы растениеводства, жмых, гидролизные дрожжи, белковые добавки, мочевины, углеводно-минеральные добавки, витаминную муку, микро- и макроэлементы в количествах или наборе, зависящем от направления использования кормов и их рецептуры. Доля лесных компонентов в различных вариантах кормов может составлять от 20 до 60 % рациона. Лесной комбикорм может быть гранулирован или брикетирован, при этом обеспечивается его сохранность в течение 6...8 мес. По данным Госагропрома СССР, научно-исследовательские институты комплекса испытания лесного комбикорма не проводили. Производства лесного комбикорма не нашло пока широкого применения. Опыт работы экспериментальной установки системы машин РИСХМ-НИЛкормресурслес имеется только в Ломоносовском ЛПХ.

Производство лесного комбикорма целесообразно осуществлять в специальных кормоцехах непосредственно у потребителя. Предприятия Минлесбумпрома СССР в этом случае обеспечат поставку сырья.

Корм из коры (ТУ-46-РСФСР 259—82). Кора многих древесных пород в последнее время рассматривается как возможный сырьевой источник получения кормовых продуктов. Целесообразно это направление использования отходов окорки в районах с неблагоприятными для полевого кормопроизводства почвенно-климатическими условиями, а также в неурожайные

годы. Возможность использования коры в качестве дополнительной кормовой добавки обусловлена наличием в ней ценных питательных веществ, клетчатки, биологически активных и специфических (ароматических, вкусовых и др.) веществ, потребность в которых не удовлетворяется за счет скармливания животным обычных кормов.

При получении грубых кормов могут быть использованы отходы окорки осины, березы, ели, причем предпочтительнее кора молодых деревьев. Кора старых деревьев, особенно комлевой ее части, содержит значительную долю пробки, являющейся нежелательным компонентом, снижающим питательность и перевариваемость корма из коры.

Технология производства кормов из коры состоит из следующих операций: очистка отходов окорки от минеральных загрязнений, удаление дубильных веществ и смол из хвойных пород, измельчение на молотковой дробилке. Запаривание и щелочная обработка является необязательными операциями, но они повышают качество кормов и их перевариваемость. Кора березы отделяется от бересты (просушивается и просеивается).

Отходы окорки хвойных пород, полученные в условиях целлюлозно-бумажных предприятий, особенно доставленных сплавом, а также отходы окорки фанерных предприятий являются наиболее предпочтительным сырьем в производстве грубых кормов для животноводства. Это связано с тем, что в процессе подготовки сырья к выработке основной продукции — транспортировки сплавом, мокрой окорки — в условиях ЦБП, пропарки и пропарки сырья — в фанерном производстве, из коры удалены нежелательные химические компоненты.

Наибольшее предпочтение оказывается коре осины, в соответствии с чем были разработаны специальные технические условия на кормовой полуфабрикат из осиновой коры (ТУ ОП13-641381), который представляет собой измельченную однородную массу без примесей гнили, содержание древесины не должно превышать 15 %. Размеры измельченной осиновой коры по толщине не более 5 мм, по длине 20, по ширине 10 мм, содержание пылевидных частиц не должно превышать более 10 %. Влажность полуфабриката не более 60 %. Максимальный срок хранения при плюсовых температурах 10...15 сут, при минусовых — в течение 1 мес. Опыты по получению полуфабриката производились на Сясьском ЦБК.

В комплект технологического оборудования входят экстракторы, перегонные кубы, кондиционеры, подогреватели, ресиверы и другое специальное оборудование.

Стоимость цеха с учетом механизмов и узла дробления 270 тыс. руб, численность работающих 10 чел.

Кормовая древесно-витаминная мука (ТУ 46-256—82) представляет собой измельченные и высушенные мелкие ветки с хвоей и листвой, кору, опавшие листья и кустарник и др.

Размеры щепы, предназначенной для производства кормовой муки, следующие, мм: толщина 5...6, ширина 5...10, длина 5...30.

Приемлемую степень измельчения можно получить при использовании рубительной машины МРГ-40 с последующей переработкой в муку на установке типа АВМ, имеющей в своем составе цилиндрическую мельницу и сушилку.

Муку можно гранулировать с различными добавками, что способствует получению полнорационного корма, сохранению ее качества при длительном хранении, улучшению транспортабельности.

Кормовая ценность муки в зависимости от исходного сырья следующая (в кормовых единицах): из зеленых хвойных ветвей диаметром до 1,5 см 0,56; зеленых ветвей диаметром 2...4 см 0,44; коры осины 0,42; из коры ели 0,39; из опавших листьев осины 0,43, березы 0,41.

Потребителям кормовую муку поставляют партиями. К одной партии относят муку, однородную по своим показателям, изготовленную из однородного сырья в течение одного цикла. Поставка осуществляется в бумажных или матерчатых мешках, а также россыпью в специально оборудованных транспортных средствах, предохраняющих муку от порчи.

При правильном хранении в складских помещениях с хорошей вентиляцией или под навесом, но исключающем попадание атмосферных осадков и загрязнения, кормовая мука сохраняет исходные качества в течение полугода со дня изготовления.

Технология производства и технико-экономические показатели кормовой древесно-витаминной муки аналогичны соответствующей технологии и показателям производства хвойно-витаминной муки, описанной ранее.

Кормовая осахаренная древесноволокнистая масса (КОДВМ) ТУ-46-РСФСР 330—84) представляет собой массу, получаемую размолот технологической щепы на дефибраторах в волокно с добавлением 15...30 % кормового гидролизного сахара. КОДВМ может потребляться вблизи мест производства, она технологична и обладает высокими питательными свойствами. В промышленных масштабах производство КОДВМ осуществляется на Архангельском ЦБК в цехах ДВП, где в 1985 г. ее произведено 690 т, Котласском ЦБК — 78 т. Сырьем для технологической щепы являются опилки от лесопильных цехов и отсев щепы. Размалывают древесное сырье на оборудовании для производства древесноволокнистых плит.

В настоящее время объем производства КОДВМ определяется потребностью сельскохозяйственных предприятий в этом виде корма и планируется местными плановыми органами. План производства Архангельского ЦБК в этом виде кормовой добавки составляет на 1986 г. 1817 т.

Оптовая цена КОДВМ по прејскуранту в пересчете на абсолютно сухое вещество составляет 100 руб. за 1 т. Себестоимость его производства, по данным Архангельского ЦБК, практически на уровне оптовой цены.

Углеводно-минеральная кормовая добавка на основе отработанных сульфитных щелоков и последрожевой бражки (ТУ 46-331—84). Углеводно-минеральная добавка (УМД) представляет собой концентрат сульфитных щелоков, полученных при варке целлюлозы на кальциевом, натриевом и кальций-натриевом основаниях. Состоит из смеси углеводов, лигно-сульфонатов и минеральных солей.

В УМД содержится 50..55 % сухого вещества, 10..15 % сахаров, 10..17 % минеральных веществ и 0,1..0,2 % сырого протеина. Кормовая ценность УМД 0,25..0,35 кормовых единиц.

За рубежом кормовые добавки на основе сульфитных щелоков, аналогичные УМД, применяются в виде порошкообразных фирменных препаратов: «Вафолин» (США), «Тотаноль» (Норвегия), «РАС» (ФРГ), «Тотанин» (Норвегия, ФРГ), содержащие 91...97 % сухих веществ.

Технология производства добавки включает подготовку, биохимическую обработку (отдувку, нейтрализацию), фильтрацию и выпаривание сульфитного щелока до концентрации 50..55 %.

Эффективность производства УМД характеризуется следующими показателями:

удельные капитальные вложения	2,28 руб. на 1 руб. продукции
срок окупаемости капитальных вложений	6,7 г.
рентабельность производства (к себестоимости), %	51,6
расчетная цена единицы товарной продукции, руб/т	51,8

Белково-витаминный активный ил (белвитамил). Белвитамил по своей кормовой ценности является ближайшим аналогом широко выпускаемых в нашей стране кормовых дрожжей, причем более богат содержанием витамина В₁₂. Технология производства белвитамила основана на флотации и сушке в распылительных сушилках активного ила, образующегося в процессе биологической очистки производственных сточных вод предприятий ЦБП.

Кормовое действие белково-витаминных препаратов, полученных из активных илов различных предприятий ЦБП, исследуется с 1971 г. В настоящее время Ветфармсовет не рекомендует использовать белвитамил в качестве составных частей в рационе животных, так как ветеринарно-токсикологические и биохимические исследования показали, что он содержит недопустимое количество тяжелых металлов (стронций, кадмий, свинец, мышьяк и др.).

Кондопожский ЦБК прекратил выпуск белвитамила из-за нежелательных последствий включения его в рацион крупного рогатого скота (болезни и падеж животных).

В настоящее время производство большей части кормов из отходов лесозаготовки, заготовки и переработки древесины не имеет оформленной самостоятельной внутриотраслевой и отраслевой структуры на основе государственных планов. Исключение составляет производство кормовых дрожжей из отходов, развивающееся в системе микробиологической промышленности, и витаминной муки в отдельных отраслях промышленности. Сложившееся положение тормозит развитие производства кормовых добавок.

Решение проблемы производства оборудования, а также организация цехов для выпуска кормовых добавок позволяет одновременно решить ряд задач: укрепить и пополнить недостающими кормами кормовую базу сельского хозяйства; наиболее полно и рационально использовать всю биомассу леса, поступающую в переработку, ликвидировать возможность засорения окружающей среды продуктами переработки древесины.

Глава VI

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НИЗКОКАЧЕСТВЕННОЙ ДРЕВЕСИНЫ И ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ

1. Показатели эффективности использования низкокачественной древесины и древесных отходов

Рациональное использование низкокачественной древесины и отходов позволяет: повысить рентабельность основного производства; обеспечить эффективное использование капитальных вложений; сократить дальность перевозок лесных грузов и снизить транспортные расходы; уменьшить объемы заготовки леса; улучшить лесопользование в малолесных районах; уменьшить загрязнение окружающей среды и высвободить земельные участки, отведенные под свалку неиспользуемых отходов.

Проблема использования низкокачественной древесины и отходов является сложной, так как объемы и направления их переработки определяются не только техническими возможностями, но и структурой их потребления, затратами на производство продукции из них, транспортными расходами по доставке низкокачественной древесины и отходов к местам переработки или потребления, уровнем цен на взаимозаменяемые материалы и др.

Поэтому для определения в лесной и деревообрабатывающей промышленности реальных перспектив вовлечения низкокачественной древесины и отходов в промышленную переработку необходимо прежде всего оценить их с экономической точки зрения.

Не вся масса низкокачественной древесины и отходов может быть освоена технически; оставшуюся часть можно использовать с необходимым экономическим эффектом, подразделяя эти ресурсы на следующие виды.

Потенциальные ресурсы включают в себя весь объем низкокачественной древесины, отходов и потерь, образующихся при освоении отводимого в рубку лесосечного фонда или переработке древесного сырья и материалов. Потенциальные ресурсы отходов кроны деревьев могут быть определены по формуле (1) при использовании средневзвешенных нормативов, полученных по формуле (2), а отходов лесопиления и деревообработки — при расчете балансовым методом по формуле (5).

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

Реальные ресурсы отходов лесозаготовок получают при расчетах по формуле (1) с использованием разницы между средневзвешенными нормативами, получаемыми по формулам (2) и (3) с учетом потерь при валке или валке и трелевке; если нет технической возможности организовать сбор отходов на лесосеке, отходов лесопиления и деревообработки — нормативно-балансовым методом по формулам (6) и (7).

Экономически доступные ресурсы для использования на технологические нужды представляют ту часть реальных ресурсов, которая может быть переработана в конечные продукты с экономическим эффектом. В экономически доступные ресурсы не входят отходы, расходуемые на собственные нужды предприятий, и реализуемые местному населению и учреждениям в необработанном виде.

В качестве критерия экономической доступности ресурсов низкокачественной древесины и древесных отходов принимается нормативная рентабельность их переработки в промежуточные и конечные продукты (технологическая щепка, целлюлоза, древесные плиты, кормовые дрожжи, товары ширпотреба и др.). Экономически доступные ресурсы отходов в каждом случае определяются расчетным путем исходя из конкретных условий одного или группы предприятий.

Технически возможные объемы экономически доступных ресурсов представляют часть из них, которая может быть ос-

воена с учетом состояния техники и технологии в рассматриваемом периоде. Условия экономической доступности в аналитической форме выражается неравенством

$$C_{\text{п}} \geq C_{\text{н}} + Z_{\text{т}}, \quad (33)$$

где $C_{\text{п}}$ — предельная цена полуфабриката (технологической щепы); $C_{\text{н}}$ — расчетная (нормативная) стоимость полуфабриката (технологической щепы) по условиям производства; $Z_{\text{т}}$ — затраты на транспортировку сырья.

В результате анализа данного выражения предложено определять предельную цену полуфабриката исходя из нормативной рентабельности производства конечного продукта. При этом условии для оценки доступности древесных отходов предельная цена и нормативная стоимость определяются не на исходное сырье (отходы), а на полуфабрикат. В качестве перспективного массового полуфабриката рассматривается технологическая щепа различного назначения, и все последующие расчеты приводятся применительно к щепе.

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

$$C_{\text{п}} = [C_{\text{к}} + Z_{\text{к}}(1 + P_{\text{к}})] / [h_{\text{к}}(1 + P_{\text{к}})], \quad (34)$$

где $C_{\text{к}}$ — оптовая цена конечного продукта, руб/ед.; $Z_{\text{к}}$ — затраты на производство конечного продукта без стоимости сырья, руб/ед.; $h_{\text{к}}$ — удельный расход полуфабриката (щепы) на единицу конечного продукта, м³/ед.; $P_{\text{к}}$ — коэффициент рентабельности в размере отраслевого норматива относительно себестоимости конечного продукта, доли единицы.

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

При оценке доступности низкокачественной древесины и древесных 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 количества отходов аналогично цене на щепу по формуле (34).

Нормативная стоимость щепы по условиям ее эффективного производства определяется по формуле

$$C_{\text{щ}} = (C_{\text{от}} h_{\text{щ}} + Z_{\text{щ}}) (1 + P_{\text{щ}}), \quad (35)$$

где $C_{\text{щ}}$ — нормативная (расчетная) стоимость технологической щепы по условиям производства, руб/м³; $C_{\text{от}}$ — исходная оценка

стоимости (цена перерабатываемого древесного сырья, руб/м³; $h_{щ}$ — удельный расход (норма расхода) сырья на 1 м³ технологической щепы, м³).

При переработке нескольких видов отходов и дров пользуются средневзвешенным удельным расходом, определяемым по формуле

$$h_{щ} = Q / (Q_1/h_1 + Q_2/h_2 + \dots + Q_k/h_k), \quad (36)$$

где Q_1, Q_2, \dots, Q_k — объемы отдельных видов отходов и дров; Q — суммарный объем отходов и дров; h_1, h_2, \dots, h_k — удельные расходы отдельных видов отходов и дров; $P_{щ}$ — нормативный коэффициент рентабельности в производстве щепы относительно себестоимости, доли единицы; $Z_{щ}$ — затраты на производство единицы объема технологической щепы, включая затраты на сбор и доставку отходов к месту переработки, руб/м³.

При оценке экономической доступности низкокачественной древесины и древесных отходов большую роль играет их концентрация в пункте переработки, влияние которого устанавливают в зависимости от затрат на производство и объема перерабатываемого сырья:

$$Z_{щ} = A + B h_{щ} / Q = A + B / Q_{щ}, \quad (37)$$

где A — постоянные затраты на 1 м³ щепы, руб/м³; B — условно-постоянные затраты в расчете на весь объем вырабатываемой щепы, тыс. руб.; Q — объем перерабатываемого сырья (отходов, дров) в одном пункте, тыс. м³.

Зависимость затрат на переработку низкокачественной древесины и отходов от уровня концентрации их ресурсов устанавливают методами корреляции с использованием фактических и нормативных данных. Аналитическое выражение этой зависимости дифференцируют по видам перерабатываемого сырья и типам технологических процессов, применяемых в лесозаготовительной и лесопильно-деревообрабатывающей промышленности.

Для стационарных установок постоянные величины, входящие в уравнение (37), имеют значения, приведенные в табл. 61.

Как показано выше, на лесосеках после их разработки остается большое количество древесного сырья различного качества, освоение которого позволяет повысить ресурсы снимаемого с единицы площади лесосырьевой базы древесного сырья и требует организации специального производства по сбору и переработке лесосечных отходов. В связи с изложенным особое место в проблеме эффективного использования древесных отходов занимают лесосечные отходы в виде сучьев, ветвей и вершин, а также целых стволов и их частей, остающиеся при современных технологических процессах заготовки леса на лесосеках (у пня) и погрузочных площадках (верхних лесоскладах). Выбор оптимальных технологических схем их сбора и

61. Значения величин А и В в уравнении (37)

Вид отхода. Тип оборудования	Марка щепы	Порода древесины	А	В
Отходы раскряжевки: УПЩ-3А	Ц-1, Ц-2	Хвойная	4,8	29,0
		Лиственная	5,0	30,0
	Ц-3	Хвойная	4,2	26,0
УПЩ-6А	Ц-1, Ц-2	Лиственная	4,3	27,0
		Хвойная	4,6	41,0
	Ц-3	Лиственная	4,8	42,0
УПЩ-6Б	Ц-1, Ц-2	Хвойная	4,4	36,0
		Лиственная	4,5	37,0
	Ц-3	Хвойная	3,3	55,0
Рубительные машины ти- пов МРГ и МРН	ПВ и ПС ГП-1	Лиственная	3,4	57,0
		Хвойная	2,9	49,0
		Лиственная	3,0	50,0
Отходы лесопиления и деревобработки	Ц-1, Ц-2, Ц-3 ПВ и ПС ГП-1, ГП-2, ГП-3	Все породы	1,6	22,0
		»	1,1	13,0
		Все породы	1,5	24,0
		То же	1,3	21,0
		»	1,1	10,0

переработки зависит от ряда факторов, таких как технологический процесс лесозаготовок, количество отходов на единице площади лесосеки, общее количество отходов, расстояние вывозки с погрузочной площадки (верхнего лесосклада) до нижнего лесосклада или пункта потребления.

Освоение лесосечных отходов может быть достигнуто применением различного оборудования и технологических процессов, некоторые варианты из которых приводятся ниже.

Вариант I. Погрузка древесных отходов, образующихся на погрузочной площадке при очистке деревьев от сучьев передвижными сучкорезными установками в самопогружающийся вариант сортиментовоза ОНС-6 (по опыту НПО «Силава»), вывозка на нижний склад, измельчение на стационарной рубильной машине ДУ-2АМ, сортировка щепы на сортировке СЩ-60М или измельчение и сортировка на установке «СИКО-2» с отделением древесной зелени для использования на технологические цели.

Вариант II. Измельчение отходов на погрузочной площадке передвижной рубильной машиной ЛО-63Б (УРП-1), погрузка в контейнерный автощеповоз ТМ-12, вывозка щепы на нижний лесосклад (или к местам потребления), сортировка на СЩ-60М или СБУЩ-2.

Вариант III. Погрузка древесных отходов из куч на лесосеке и подвозка на верхний лесосклад погрузочно-транспортной машиной ЛТ-168. Измельчение отходов в щепу передвижной рубильной машиной ЛО-63Б (УРП-1), погрузка щепы в контейнерный автощеповоз ТМ-12, вывозка на нижний лесосклад и сортировка на СЩ-60М или СБУЩ-2.

Вариант IV. Сбор отходов на лесосеке подборщиком ЛТ-161, ПС-5, погрузка и подвозка на верхний лесосклад погрузочно-транспортной машиной ЛТ-168, измельчение отходов в щепу передвижной рубильной машиной ЛО-63Б (УРП-1), погрузка щепы в контейнерный автощеповоз ЛТ-12, вывозка на нижний лесосклад и сортировка на СБУЩ-2, СЩ-60М.

Вариант V. Сбор отходов на лесосеке подборщиком ЛТ-161, ПС-5, вывозка на нижний лесосклад самопогружающимся вариантом сортиментовоза ОНС-6, измельчение в щепу на стационарной рубильной машине ДУ-2АМ, сортировка щепы или измельчение и сортировка щепы на установке «СИКО-2» с отделением древесной зелени для использования на технологические цели.

Вариант VI. Сбор отходов на лесосеке подборщиком ЛТ-161, ПС-5, измельчение на лесосеке передвижной рубильной машиной ЛО-63Б (УРП-1), вывозка щепы на нижний лесосклад, контейнерным автощеповозом ТМ-12, сортировка.

Последние три схемы обеспечивают наиболее полное использование древесных отходов, но требуют очистки их от минеральных примесей, которыми загрязняются в процессе сбора подборщиком. Поэтому они могут быть рекомендованы к применению только в условиях сухих почв на лесосеке или малоснежного периода зимы, а также после разработки эффективных способов очистки от минеральных примесей в перспективе.

По всем вариантам технологических схем определены затраты на производство технологической щепы, которые могут быть в упрощенном виде следующими эмпирическими зависимостями, р/м³:

Вариант I. Без заготовки древесной зелени

$$Z_{щI} = h_{щ} (2,5 + 9,3/Q_{щ} + 0,078L). \quad (38)$$

При заготовке древесной зелени

$$Z_{щI} = h_{щ} (1,8 + 6,5/Q_{щ} + 0,055L). \quad (39)$$

Вариант II

$$Z_{щII} = h_{щ} (1,26 + 12,5/Q_{щ} + 0,071L). \quad (40)$$

Вариант III

$$Z_{щIII} = h_{щ} (3,6 + 12,5/Q_{щ} + 0,071L). \quad (41)$$

Вариант IV

$$Z_{щIV} = h_{щ} (3,6 + 20,4/Q_{щ} + 0,071L). \quad (42)$$

Вариант V. Без заготовки древесной зелени

$$Z_{щV} = h_{щ} (2,5 + 17,1/Q_{щ} + 0,078L). \quad (43)$$

При заготовке древесной зелени

$$Z_{щV} = h_{щ} (2,8 + 12/Q_{щ} + 0,055L). \quad (44)$$

Вариант VI

$$Z_{\text{щVI}} = h_{\text{щ}} (1,26 + 20,4/Q_{\text{щ}} + 0,071L). \quad (45)$$

В приведенных формулах (38)...(45) приняты обозначения: $Q_{\text{щ}}$ — объем производства технологической щепы, тыс. м³/год; L — расстояние вывозки отходов или щепы на нижний лесосклад, км.

Нормы расхода низкокачественной древесины и отходов на производство технологической щепы устанавливают по фактическим данным или по материалам специальных экспериментальных исследований. Нормы расхода дифференцируют по их видам и направлениям использования технологической щепы. В уравнениях (38)...(45) $h_{\text{щ}} = 2$, так как заготовка и вывозка осуществляются в присутствии древесной зелени; составляющей в среднем 30 %.

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

Транспортные расходы вычисляют по формуле

$$Z_{\text{T}} = tL_{\text{п}} + Z_{\text{пв}} + Z_{\text{пр}} + Z_{\text{подг}}, \text{ р/м}^3, \quad (46)$$

где t — переменная составляющая транспортных затрат, руб/м³ · км; $L_{\text{п}}$ — расстояние перевозки щепы, км; $Z_{\text{пв}}$ — тариф за начально-конечные операции, подачу и уборку вагонов на подъездные пути, р/м³; $Z_{\text{пр}}$ — расходы на погрузку и выгрузку щепы, р/м³; $Z_{\text{подг}}$ — расходы на подготовку вагонов (очистка, наращивание бортов и др.), р/м³.

При перевозке технологической щепы (опилок, стружки-отхода) уравнение (46) принимает вид:

перевозка по железной дороге, расчет затрат по тарифам

$$Z_{\text{T}} = [9,13 \cdot 10^{-2} L_{\text{п}} + 23,7 + (5l + 11) \cdot (1,43\sqrt[4]{n} - 1) \cdot (1/n)] / VK_{\text{щ}} + Z_{\text{подг}} + Z_{\text{пр}}, \quad (47)$$

где V — вместимость вагона, м³; $K_{\text{щ}}$ — коэффициент полноресурсности щепы (опилок, стружки); l — расстояние подачи вагонов на подъездные пути в оба конца, км (в формуле приняты большие значения тарифных расстояний 2,1...3; 3,1...4; 4,1...5 и 5,1...6 км); n — количество вагонов, подаваемых под погрузку в сутки;

перевозка в судах по рекам, расчет затрат по тарифам:

$$Z_{\text{T}} = \gamma_{\text{щ}} (1,16 \cdot 10^{-3} L_{\text{п}} + 0,336) e^{9,5 \cdot 10^{-2} i / K_{\text{щ}}} + Z_{\text{пр}}, \text{ р/м}^3, \quad (48)$$

где $\gamma_{\text{щ}}$ — объемная масса щепы, т/м³; e — основание натурального логарифма; i — номера тарифных схем по пароклассам (табл. 62).

62. Тарифные схемы на перевозки технологической щепы, опилок, стружки в судах по магистральным путям пароходств

Волжское, Камское, Московское	Верхне-Иртышское	Волго-Донское, Бельское	Иртышское, Западно-Сибирское	Беломорско-Онежское, Северо-Западное, Северное, Сухонское, Вятское	Амурское, Енисейское	Восточно-Сибирское	Печорское, Ленское (без бассейнов рек Яны, Колымы, Индигирки, Анабара)
11	12	13	16	17	19	21	23

При перевозках грузов по малым рекам размер платы за провоз определяется путем изменения номера тарифной схемы в соответствии с данными табл. 63.

Перевозка в автощеповозах предприятий:

$$ЛТ = 170 \quad З_{\tau} = 0,04L + 0,25 \text{ р/м}^3; \quad (49)$$

$$ЛТ = 7A \quad З_{\tau} = 0,070L + 0,46 \text{ р/м}^3. \quad (50)$$

Затраты на погрузку и выгрузку технологической щепы могут быть определены из уравнений, руб/м³:

на погрузку щепы в железнодорожные вагоны различными средствами при расстоянии подачи 40 м:

ленточным конвейером

$$З_{п} = 0,10 + 3,4/Q_{п.щ}; \quad (51)$$

автопогрузчиком с ковшом

$$З_{п} = 0,18 + 1,4/Q_{п.щ}; \quad (52)$$

пневмопогрузчиком

$$З_{п} = 0,05 + 4/Q_{п.щ}; \quad (53)$$

из бункерной галереи

$$З_{п} = 0,36 + 3,0/Q_{п.щ}; \quad (54)$$

63. Указатель тарифных схем для расчета платы пароходств за перевозку грузов в судах по малым рекам

Показатели	Пароходства						
	Енисейское, Амурское	Вельское, Сухонское, Северное, Беломорско-Онежское, Иртышское	Камское, Московское, Восточно-Сибирское, Верхне-Иртышское	Северо-Западное, Печорское, Западно-Сибирское, Ленское	Волжское, Вятское	Волго-Донское	
Увеличение номера расчетной схемы по сравнению со схемой магистрального пути	2	3	5	6	8	9	

краном БКСМ:
с грейфером

$$Z_n = 0,15 + 1,5/Q_{п.щ}; \quad (55)$$

с контейнерами

$$Z_n = 0,45, \quad (56)$$

где $Q_{п. щ}$ — годовой объем погрузки щепы, тыс. м³.

На гравитационную выгрузку щепы через нижние люки вагонов:

$$Z_p = (8i_p + 9)/Q_{р.щ} + 0,09, \quad (57)$$

где i_p — количество одновременно разгружаемых вагонов;
выгрузка разгрузчиком С-492 без бурорыхлительной машины

$$Z_p = 11/Q_{р.щ} + 0,09; \quad (58)$$

выгрузка разгрузчиком С-492 с бурорыхлительной машиной

$$Z_p = 21/Q_{р.щ} + 0,09; \quad (59)$$

где $Q_{р. щ}$ — годовой объем выгрузки щепы, тыс. м³.

Экономическую доступность ресурсов низкокачественной древесины и древесных отходов определяют различными методами с использованием двух стоимостных величин — предельной цены технологической по условиям потребления и нормативной стоимости ее изготовления и транспортирования. При наличии информации о местонахождении предполагаемых потребителей технологической щепы ее определяют методом пообъективного расчета названных стоимостных показателей и их сопоставления. При этом необходимо располагать следующими исходными данными: объемами производства основной продукции для каждого пункта образования отходов и поступления низкокачественной древесины; нормативами образования реальных ресурсов отходов по видам; удельными расходами (нормами расхода) низкокачественной древесины и отходов на производство технологической щепы; предельной ценой щепы, установленной для конкретного потребителя; расстояниями доставки щепы до потребителя и видом транспорта. Доступность определяют по формуле:

$$Ц_n \geq Ц_{от} h_{щ} + A + B h_{щ}/Q + P_{щ} + t L_n + Z_{п.в} + Z_{пр}. \quad (60)$$

При оценке доступности отходов лесозаготовительных предприятий объемы технологической щепы определяют с учетом ресурсов низкокачественной древесины, направляемой в переработку. Совместная переработка их в технологическую щепу обусловлена сходством их потребительских свойств и повышением эффективности производства за счет большего объема переработки сырья на одной установке. В уравнение (60) подставляют значения величин, характеризующих конкретные

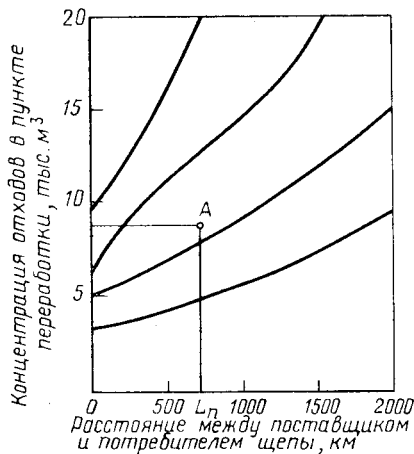


Рис. 9. Зависимость экономической доступности низкокачественной древесины и древесных отходов от их концентрации в пункте переработки и расстояния до потребителей щепы

условия, производства и потребления щепы в зависимости от концентрации перерабатываемого сырья и расстояния доставки к потребителю. Ресурсы экономически доступны, если предельная цена больше или равна правой части неравенства.

Данный метод применяют планирующие организации, проектные и научно-исследовательские институты при разработке планов, проектов и предложений по освоению ресурсов низкокачественной древесины и древесных отходов или по обеспечению конкретных потребителей древесным сырьем за счет освоения местных ресурсов сырья.

Если отсутствуют информации о размещении потребителей технологической щепы, то методом пообъектного расчета устанавливают предельное расстояние перевозки, при котором обеспечивается нормативная рентабельность производства и потребления щепы. Данный метод целесообразно применять для оценки ресурсов низкокачественной древесины и древесных отходов при перспективном планировании их использования в отдельных районах или в масштабах отрасли. При этом в расчетах экономической доступности используют среднеотраслевые или районные значения предельных цен и затрат на производство щепы. Предельное расстояние перевозки щепы до потребителей определяют из выражения

$$L_{п} \leq (C_{п} - C_{ст} h_{щ} - A - B h_{щ} / Q - P_{щ} - Z_{п.в} - Z_{пр}) / t. \quad (61)$$

Если $L_{п}$ имеет значения, близкие нулю, то ресурсы низкокачественной древесины и отходов экономически доступны только при переработке щепы на конечные продукты в местах ее производства. Данный метод применяют планирующие организации, проектные и научно-исследовательские институты при разработке планов, проектов и предложений по освоению ресурсов низкокачественной древесины и отходов в целях определения возможных потребителей технологической щепы, а также планирования строительства новых предприятий-потребителей, находящихся в пределах полученного при расчетах расстояния.

Пообъектный расчет экономической доступности ресурсов по рассмотренным методам обеспечивает высокую точность ре-

зультатов, но связан с трудоемкими вычислениями при большом количестве пунктов производства и потребления технологической щепы. Поэтому при перспективном планировании и прогнозировании использования низкокачественной древесины и отходов целесообразно применять предложенные ЛТА им. С. М. Кирова графические схемы и номограммы, обеспечивающие решение задач упрощенным способом. Для решения задач с помощью графической схемы по оси абсцисс (рис. 9) откладывают расстояния между поставщиком (нижние лесосклады леспромхозов, лесопильно-деревообрабатывающие предприятия) и возможными потребителями технологической щепы, по оси ординат — объем перерабатываемого в одном пункте сырья при равномерной разбивке осей координат по величинам показателей.

Для построения графических схем неравенство (60) решают в зависимости от объема перерабатываемого сырья Q и определяют минимальные его значения при изменении расстояния перевозки щепы L_n , т. е.

$$Q = Bh_{щ} / (C_n - C_{ст}h_{щ} - A - P_{щ} - Z_{п.в} - Z_{пр} - tL). \quad (62)$$

Графики на схеме представляют собой линии раздела экономически доступных и недоступных ресурсов низкокачественной древесины и отходов при производстве технологической щепы и поставке ее потребителям на различные расстояния, отличающиеся направлением использования щепы и структурой перерабатываемого сырья. Для определения доступности ресурсов сырья на графическую схему наносят точку с координатами Q и L_n , характеризующими объем перерабатываемого сырья и расстояния до возможных потребителей щепы. Если точка окажется выше и левее линии, соответствующую рассматриваемому варианту, то данные ресурсы экономически доступны, если ниже и правее линии, то недоступны. Графические схемы дифференцируют по видам транспорта щепы и районам с однородными условиями образования древесных отходов производства и потребления щепы.

Для определения экономической доступности низкокачественной древесины и отходов в областном, районном и отраслевом масштабах может быть применен метод номограмм (рис. 10), основанный на группировках ресурсов по уровню

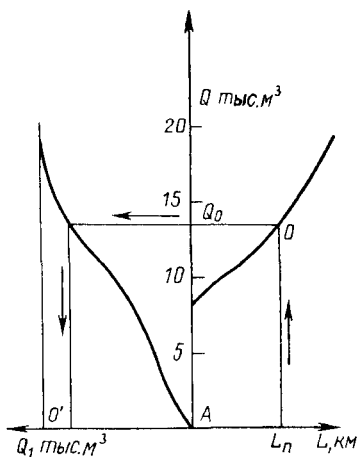


Рис. 10. Номограмма для определения экономически доступных ресурсов низкокачественной древесины и древесных отходов

концентрации. В правом квадранте (аналогично рис. 9) помещают графики зависимости минимальных значений экономически доступных ресурсов перерабатываемого сырья от расстояния перевозки щепы к потребителям. В левом квадранте на ось абсцисс наносят столько же делений, сколько на оси ординат и против каждого из них значение суммарных объемов отходов (и низкокачественной древесины, если их перерабатывают вместе с отходами), концентрирующихся во всех пунктах с уровнем концентрации до величины, указанной в соответствующей точке по оси ординат. По полученным точкам строят кривую ресурсов отходов.

Объем экономически доступных ресурсов отходов определяют следующим образом: устанавливают среднее расстояние перевозки щепы от поставщиков до потребителей, которое фиксируется на графической схеме по оси L_n , используя график в правой части, определяющий вариант производства и потребления щепы, устанавливают предельный, минимально допустимый объем переработки отходов Q , при котором ресурсы отходов экономически доступны; по величине предельных значений ресурсов отходов (в направлении стрелки на рис. 10) по оси Q_1 устанавливают объем экономически недоступных ресурсов по длине отрезка $AO' = Q_n$; экономически доступные ресурсы определяют как разность между общим объемом ресурсов в рассматриваемом районе и экономически недоступными ресурсами.

Метод применяют для предварительной оценки экономически доступных ресурсов отходов при разработке годовых и пятилетних планов использования древесных отходов (или отходов совместно с низкокачественной древесиной) на технологические цели в районном или отраслевом масштабе. Полученные объемы уточняют при решении задач методами пообъектного расчета экономической доступности отходов.

Рассмотренные выражения позволяют установить экономически целесообразные объемы использования вторичных ресурсов в зависимости от их концентрации в одном пункте и расстояния перевозки до потребителя. Конкретные величины эффективности их использования на различных уровнях народного хозяйства оцениваются показателями: на предприятии — хозрасчетной экономической эффективностью, измеряемой прибылью; по отрасли — межотраслевой экономической эффективностью, слагающейся из хозрасчетных экономических эффективностей, возникающих в сферах производства и потребления продуктов (или полуфабрикатов), получаемых из низкокачественной древесины и древесных отходов; в народном хозяйстве — народнохозяйственной экономической эффективностью, учитывающей различные формы экономии общественного труда при вовлечении в переработку низкокачественной древесины и древесных отходов.

Хозрасчетная экономическая эффективность определяется отдельно для предприятий-поставщиков и предприятий-потребителей продукции из низкокачественной древесины и древесных отходов. В качестве такой продукции рассматривается технологическая щепа различного назначения и пород.

Хозрасчетная экономическая эффективность определяется для предприятий-поставщиков продукции (полуфабрикатов) из низкокачественной древесины и отходов по формуле

$$\mathcal{E}_1 = (C_1 - C_1) / h_{щ}, \quad (63)$$

где C_1 — оптовая цена продукта франко-поставщик, руб/м³; C_1 — себестоимость единицы продукта при нулевой стоимости отходов, руб/м³.

Потребителями технологической щепы являются предприятия целлюлозно-бумажного производства, предприятия по производству древесностружечных плит, предприятия по производству древесноволокнистых плит. Расчет хозрасчетной экономической эффективности для этих предприятий выполняют по формуле

$$\mathcal{E}_2 = (C_2 - C_2) / (h_{щ} h_k), \quad (64)$$

где C_2 — оптовая цена конечной продукции, вырабатываемой из отходов (целлюлоза; плиты и др.), руб/м³; C_2 — себестоимость единицы конечной продукции, руб/м³.

По полученным величинам прибыли определяют эффективность капитальных вложений и срок их окупаемости.

Межотраслевая экономическая эффективность — суммарно отражает экономические показатели производства и потребления продуктов из отходов и определяется с учетом предельной цены и нормативной (хозрасчетной) стоимости производства определенного вида продукта по формуле

$$\mathcal{E}_{от} = \mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2 + (Z_d - Z_t) / h_{щ}, \quad (65)$$

где Z_t — транспортные расходы на перевозку продукта, полуфабриката, руб/м³; Z_d — разница между предельной ценой и нормативной (расчетной) стоимостью производства полуфабриката (продукта), руб/м³.

$$Z_d = C_{пр} - C_n, \quad (66)$$

где $C_{пр}$ — предельная цена полуфабриката (продукта), щепы; C_n — нормативная (расчетная) стоимость полуфабриката продукта переработки, получаемого из отходов механической обработки древесины.

Народнохозяйственная эффективность использования низкокачественной древесины и отходов рассчитывается по формуле:

$$\mathcal{E}_{н.х} = \mathcal{E}_{от} + \mathcal{E}_т + \mathcal{E}_к, \quad (67)$$

где $\mathcal{E}_{от}$ — межотраслевая эффективность, рассчитываемая по формуле (65); $\mathcal{E}_т$ — экономия транспортных затрат при получении дополнительных ресурсов сырья путем переработки отходов вместо ввоза сырья из многолесных районов; $\mathcal{E}_к$ — эффект от экономии капитальных вложений при уменьшении объемов лесозаготовок в многолесных районах.

Экономия транспортных затрат оценивается снижением затрат на ввоз древесины из других районов (областей) за счет увеличения ресурсов древесного сырья при использовании всей биомассы обрабатываемой древесины. Для районов с напряженным балансом древесного сырья, куда древесина ввозится в большом количестве и на значительные расстояния, величина этой экономии окажется существенной.

Эффект от экономии капитальных вложений в лесозаготовительное производство определяется с учетом нормативов удельных капитальных вложений на рассчитываемый период ($K_л$) и отраслевого коэффициента их эффективности ($E_н$) по формуле:

$$\mathcal{E}_к = K_л E_н. \quad (68)$$

Формулы 63, 64, 65 позволяют определить минимально необходимые объемы производства или максимально допустимые затраты на переработку древесных отходов при известной концентрации на рассматриваемых участках.

В приведенных формулах показатели эффективности отнесены на 1 м³ перерабатываемых отходов, но они могут быть определены и относительно продукции из отходов, и значение $h_{щ}$ в этом случае принимается равным единице ($h_{щ} = 1$).

Одной из задач, решаемых в процессе выявления резервов экономии сырья и материалов за счет использования вторичных материальных ресурсов, является определение эффективности замены первичного сырья вторичным (отходами).

В связи с тем, что целью производственного процесса является выработка продукции, обеспечивающей определенную потребность общества, коэффициенты замены первичного сырья вторичным определяются исходя из условий достижения разного потребительского эффекта при потреблении продукции из первичного и вторичного сырья.

Для приведения показателей потребительских свойств продукции из отходов и первичного сырья к сопоставимому виду пользуются коэффициентом эквивалентности l , определяемым в общем виде из соотношения

$$l = N_n / N_o, \quad (69)$$

64. Структура конечного потребления и коэффициенты эквивалентности древесных плит пиломатериалом

Направление потребления	ДВП		ДПС	
	Структура потребления, %	l_i	Структура потребления, %	l_i
Строительство	30,7	13,0	11	2,1
Мебельное производство	34,5	13,0	80	2,6
Прочее потребление (тара, опалубки)	34,8	13,0	9	2,0

где N_n — количество продукта из первичного сырья, равноценное по потребительским свойствам количеству продукта из отходов N_o ; N_o — количество продукта из отходов.

Тогда коэффициент замены первичного сырья вторичным (A) представляется формулой

$$A = h_n / h_o, \quad (70)$$

где h_n — удельный расход (или норма расхода) первичного сырья на производство данного продукта; h_o — удельный расход (или норма расхода) отхода на производство данной продукции.

В этом выражении отношение удельных расходов учитывает различие потребительских свойств первичного и вторичного сырья, а коэффициент эквивалентности — различие потребительских свойств единицы продукции из первичного и вторичного сырья.

Данные о структуре конечного потребления древесных плит и коэффициентах эквивалентности пиломатериалов приведены в табл. 64.

Расчет коэффициентов замены первичного сырья (пиловочника) вторичным при производстве древесных плит приведен в табл. 65.

65. Расчет коэффициентов замены

Тип древесной плиты	Вид используемого отхода	Определение коэффициентов замены A_i
Древесноволокнистые	Лесопиления и деревообработки	$(1,50/8,5) 13 = 2,29$
	Отходы раскряжевки	$(1,50/9,5) 13 = 2,05$
Древесностружечные	Лесосечные	$(1,50/10,4) 13 = 1,88$
	Лесопиления и деревообработки	$(1,50/1,79) (2,1 \cdot 0,11 + 2,6 \times 0,80 + 2 \cdot 0,09) = 2,08$
	Раскряжевки	$(1,50/1,87) (2,1 \cdot 0,11 + 2,6 \times 0,80 + 2 \cdot 0,09) = 2$
	Лесосечные	$(1,50/2,05) (2,1 \cdot 0,11 + 2,6 \times 0,80 + 2 \cdot 0,09) = 1,82$

2. Анализ эффективности использования низкокачественной древесины и отходов

Хозрасчетный экономический эффект от использования низкокачественной древесины и древесных отходов определяется отдельно для поставщика и потребителя. В качестве предмета анализа принята технологическая щепка различного назначения, как наиболее массовый продукт переработки низкокачественной древесины и отходов. Данные о рентабельности производства технологической щепы приведены в табл. 66.

Из приведенных данных видно, что рентабельность производства технологической щепы в целом по министерству и ряду объединений выше нормативной, равной 13 % для всех видов щепы, хотя имеются объединения, для которых такой норматив оказался слишком высок, а для некоторых производство щепы — нерентабельным. Например, в объединениях Костромалеспром, Тюменьлеспром такое положение объясняется несвоевременной отгрузкой технологической щепы для

66. Рентабельность производства технологической щепы

Главки, объединения, министерства союзных республик	Щепа для ЦБП		
	Цена, руб/м ³	Себестоимость, руб/м ³	Рентабельность, %
Минлесбумпром СССР	22,02	18,32	20,2
Главлеспром	20,26	16,90	19,9
В том числе:			
Архангельсклеспром	21,67	17,14	26,4
Комилеспром	20,91	17,35	20,5
Костромалеспром	15,04	16,07	—6,4
Кареллеспром	21,70	18,40	17,9
Новгородлес	19,16	16,63	15,2
Главвостлеспром	24,14	21,73	11,1
В том числе:			
Дальлеспром	26,96	25,80	4,5
Иркутсклеспром	21,37	19,81	7,9
Тюменьлеспром	16,94	19,87	—14,7
Союзлесдревпром	20,41	18,32	11,4
Главстандартдом	26,75	20,69	29,3
Союзлесэкспорт	24,18	17,71	36,5
Севзапмебель	—	—	—
Востокмебель	22,33	16,87	32,4
Югмебель	—	—	—
Западмебель	23,18	18,57	24,8
Техническое управление	21,61	17,13	23,5
Министерства союзных республик, всего	21,22	18,05	17,6
В том числе:			
Минлеспром УССР	21,22	18,05	17,6
Минлеспром БССР	—	—	—
Минмебельдревпром Литовской ССР	—	—	—
Миндревпром Латвийской ССР	—	—	—

целлюлозно-бумажного производства потребителям из-за недостатка транспортных средств. В результате этого происходят потери объема и качества щепы, иногда с последующим использованием ее в плитном или гидролизном производствах. Так, ВПО «Югмебель» в 1985 г. щепу, выработанную для целлюлозно-бумажного производства в количестве 35,6 тыс. м³ из низкокачественной древесины, использовало для выработки древесностружечных плит. Производство такой щепы для выработки плит оказалось нерентабельным, но плиты из нее были применены в производстве мебели на своих же предприятиях, обеспечивая достаточно высокую рентабельность в конечном потреблении. Кроме изложенного, на рентабельность производства щепы определенное влияние оказывает и удельный расход сырья, особенно в тех случаях, когда это сырье высококачественное и соответственно имеет высокую стоимость. В частности, утвержденные нормы расхода отходов лесопиления и деревообработки составляют в кубометрах на 1 м³ щепы [23, 24]: при производстве щепы для целлюлозно-бумажной

Щепа для производства плит			Щепа для гидролиз. пр-ва		
Цена, руб/м ³	Себестоимость, руб/м ³	Рентабельность, %	Цена, руб/м ³	Себестоимость, руб/м ³	Рентабельность, %
14,96	13,48	11,0	7,95	7,26	9,5
12,94	13,76	-6,0	7,84	7,07	10,8
14,65	7,94	84,8	7,60	12,45	-38,9
14,17	13,43	5,5	8,06	12,54	-35,7
10,72	15,56	-31,1	7,69	7,44	3,4
19,10	12,32	55,0	8,15	11,60	-29,7
—	—	—	7,69	7,69	0
14,68	11,60	26,6	7,70	6,76	13,9
—	—	—	7,54	7,61	-0,9
15,60	16,61	-6,1	8,98	7,90	13,8
14,23	15,00	-5,1	6,91	6,99	-1,1
14,16	11,48	23,3	7,18	7,60	-5,5
16,49	11,64	41,7	8,88	8,06	10,2
15,49	13,26	16,8	8,51	7,53	13,0
9,01	8,56	5,3	—	—	—
—	—	—	—	—	—
12,43	18,13	-31,4	9,85	9,38	5,0
—	—	—	8,30	7,32	13,4
11,39	9,93	14,7	—	—	—
16,69	14,55	14,7	8,60	7,28	18,1
—	—	—	—	—	—
18,14	16,78	8,1	8,76	6,93	26,4
15,80	14,28	10,6	8,04	7,33	9,7
—	—	—	10,59	5,80	82,6
12,65	10,0	26,5	—	—	—

67. *Хозрасчетный экономический эффект от производства технологической щепы*

Главки, объединения, министерства союзных республик	Щепа для ЦБП		
	Удельный расход сырья, м ³ на 1 м ³ щепы	Себестоимость без стоимости отходов, руб/м ³	Хозрасчет- ный эффект, руб/м ³
Минлесбумпром СССР	1,35	9,82	9,04
Главзаплеспром	1,35	11,10	6,79
В том числе:			
Архангельсклеспром	1,33	14,14	5,66
Комилеспром	1,38	12,75	5,91
Костромалеспром	1,49	12,22	1,89
Кареллеспром	1,29	8,74	10,05
Новгородлес	1,15	2,93	14,11
Главвостлеспром	1,45	16,66	5,16
В том числе:			
Дальлеспром	1,39	20,6	4,58
Иркутсклеспром	1,47	12,48	6,05
Тюменьлеспром	1,36	14,77	1,60
Союзлесдревпром	1,48	11,97	5,70
Главстандартдом	1,15	5,97	18,07
Союзлесозэкспорт	1,29	2,16	17,07
Севзапмебель	—	—	—
Востмебель	1,23	4,83	14,23
Югмебель	—	—	—
Западмебель	1,24	3,53	15,85
Техническое управление	1,47	13,14	5,46
Министерства союзных республик	1,20	4,83	13,66
В том числе:			
Минлеспром УССР	1,20	4,83	13,66
Минлеспром БССР	—	—	—
Минмебельдревпром Литовской ССР	—	—	—
Миндревпром Латвийской ССР	—	—	—

промышленности 1,15, щепы для выработки плит и продукции гидролиза 1,10 для отходов окоренной древесины и 0,94 — для отходов неокоренной древесины, а один из крупнейших производителей щепы для ЦБП «Союзлесозэкспорт» израсходовал в 1985 г. 1,27 м³, «Новгородлес» 1,4 м³ отходов на 1 м³ щепы, «Костромалеспром» при выработке щепы для древесных плит 1,39, для гидролиза 1,14, «Тюменьлеспром» на щепу для гидролиза 1,15 и т. д. В то же время в отрасли имеется производственный опыт по экономному расходованию сырья (отходов) в производстве щепы. Так, Сегежский ЛДК в течение ряда лет вырабатывает качественную щепу для целлюлозно-бумажного производства при расходе 1,06...1,08 м³ отходов на 1 м³ щепы.

Однако эффективность использования древесных отходов определяется не только рентабельностью производства из них

Щепа для производства плит			Щепа для гидролизного производства		
Удельный расход сырья, м³ на 1 м³ щепы	Себестоимость без стоимости отходов, руб/м³	Хозрасчетный эффект, руб/м³	Удельный расход сырья, м³ на 1 м³ щепы	Себестоимость без стоимости отходов, руб/м³	Хозрасчетный эффект, руб/м³
1,16	7,65	6,30	1,07	1,96	5,36
1,27	9,16	2,98	1,12	2,07	5,15
1,12	2,95	10,46	1,08	8,08	-0,44
1,23	9,68	3,65	1,09	8,42	-0,33
1,48	10,56	0,11	1,27	4,13	2,80
1,41	10,58	6,04	1,17	2,38	4,93
—	—	—	1,10	1,64	5,50
1,19	5,94	7,34	1,08	1,32	5,90
—	—	—	1,07	3,18	4,07
1,22	12,08	2,89	1,09	3,05	5,44
1,08	8,16	5,62	1,15	1,97	4,30
1,28	3,32	8,47	1,02	1,99	5,09
1,03	5,15	11,01	0,99	1,86	7,09
1,08	8,74	6,25	1,05	2,12	6,09
1,00	2,15	6,86	—	—	—
—	—	—	—	—	—
1,34	13,10	-0,50	1,37	1,87	5,82
—	—	—	1,16	1,76	5,64
1,01	2,91	8,40	—	—	—
1,15	6,78	8,62	0,98	1,87	6,87
1,21	8,12	8,28	1,15	1,85	6,01
1,06	8,54	6,85	0,95	2,10	6,25
—	—	—	0,91	1,28	20,23
0,99	3,67	9,07	—	—	—

технологической щепы различного назначения, но и повышением эффективности основного производства, где эти отходы образуются, за счет снижения стоимости сырья, следовательно и себестоимости основной продукции, на величину стоимости используемых отходов. Суммарный эффект с учетом сказанного определяется просто, если в расчете эффективности производства щепы ее себестоимость определять при нулевой стоимости перерабатываемых отходов.

Приведенные в табл. 67 данные свидетельствуют о высоком хозрасчетном экономическом эффекте от производства технологической щепы из низкокачественной древесины и древесных отходов. Особенно высок этот показатель для объединений, на предприятиях которых перерабатываются только отходы лесопильно-деревообрабатывающих производств. Более низкие показатели относятся к объединениям, перерабатываю-

68. Расчетные показатели хозрасчетного эффекта от производства технологической щепы

Вид отхода. Тип оборудования или технологическая схема	Марка технологической щепы	Удельный расход отхода, м ³ на 1 м ³ щепы	Оптовая цена щепы, руб/м ³
Лесосечные отходы			
Технологические схемы:			
I	ПВ, ПС	2,0	19,00
II	ПВ, ПС	2,0	19,00
III	ПВ, ПС	2,0	19,00
IV	ПВ, ПС	2,0	19,00
V	ПВ, ПС	2,0	19,00
VI	ПВ, ПС	2,0	19,00
Отходы раскряжки хвойных пород, УПЩ-3А	Ц-2	1,45	23,50
УПЩ-6А	Ц-3	1,35	21,60
	Ц-2	1,45	23,50
	Ц-3	1,35	21,60
УПЩ-6Б	Ц-2	1,45	23,50
	Ц-3	1,35	21,60
Линии на базе дисковых рубильных машин типов МРН, МРГ (без окорки)	ПВ, ПС (хв)	1,30	15,40
	ПВ, П (листов)	1,30	10,30
Отходы лесопиления и деревообработки	ГП-1	0,94	7,80
Линии на базе рубильных машин типов МРН, МРГ	Ц-1	1,15	28,30
	Ц-2	1,15	23,50
	Ц-3	1,50	21,60
	ПВ, ПС	0,94	15,40
	ГП-1	0,94	7,80

Продолжение

Вид отхода. Тип оборудования или технологическая схема	Себестоимость, руб/м ³		Расчетная цена, руб/м ³	Хозрасчетный эффект, руб/м ³
	при нулевой стоимости отходов	полная		
Лесосечные отходы				
Технологические схемы:				
I	14,66	14,66	16,57	2,17
II	12,12	12,12	13,70	3,44
III	16,80	16,80	18,98	1,10
IV	18,38	18,38	20,77	0,36
V	16,22	16,22	18,33	1,39
VI	13,70	13,70	15,48	2,65
Отходы раскряжки хвойных пород, УПЩ-3А	10,60	15,53	17,55	8,89
УПЩ-6А	9,40	14,00	15,82	9,19
	8,70	13,63	15,40	10,21
	8,00	12,60	14,24	10,07
УПЩ-6Б	8,60	13,53	15,29	10,14
	7,77	12,36	13,97	10,24
Линии на базе дисковых рубильных машин типов МРН, МРГ (без окорки)	3,80	8,22	9,29	8,92
	3,80	7,44	8,41	5,00
	2,40	5,60	6,33	5,74

Вид отхода. Тип оборудования или технологическая схема	Себестоимость, руб/м ³		Расчетная цена, руб/м ³	Хозрасчетный эффект, руб/м ³
	при нулевой стоимости отходов	полная		
Отходы лесопиления и деревообработки	3,90	18,62	21,04	21,20
Линии на базе рубильных машин типов МРН, МРГ	3,90	18,62	21,04	17,04
	3,90	18,62	21,04	15,40
	3,40	15,40	17,40	12,77
	2,10	7,80	8,81	6,06

щим кроме отходов низкокачественную древесину, имеющую высокую преysкурантную оптовую цену и низкий выход продукции из-за наличия гнили и значительных потерь в процессе подготовки к переработке, причем в отличие от древесных отходов, цена используемой на технологические цели низкокачественной древесины не является средством повышения эффективности основного производства, а только компенсирует часть затрат, произведенных на их же заготовку, которые значительно выше оптовых цен. Переработкой низкокачественной древесины в технологическую щепу для целлюлозно-бумажного производства удастся в значительной мере компенсировать и остальную часть затрат на ее заготовку.

Приведенный анализ выполнен по отчетным данным, в которых щепка не разделена на качественные группы и не указан тип оборудования, на которых она получена, а поэтому все данные являются средневзвешенными по всем показателям, не позволяющим провести дальнейший анализ в увязке с конкретными установками и линиями производства технологической щепы. В то же время результаты анализа по фактическим данным согласуются с нижеприведенными в табл. 68 расчетными показателями эффективности производства щепы, которые и приняты для определения межотраслевого и народнохозяйственного эффекта от использования древесных отходов. Показатели по лесосечным отходам в ней определены для условия выработки одной системой машин 10 тыс. м³ щепы в год при вывозке с лесосеки на расстояние 50 км. Для линий типа УПЩ объем щепы в расчетах принят по их проектной производительности (фактически на ряде предприятий этот показатель перекрывается, но многие вырабатывают меньший объем щепы); для остальных линий принят объем щепы 10 тыс. м³ в год. В расчетах с целью уменьшения размеров таблиц и сокращения приведены только отдельные показатели, позволяющие получить общее представление о размерах рассматриваемых величин.

Показатели хозрасчетного экономического эффекта от производства конечной продукции переработкой технологической

69. Хозрасчетный эффект от использования технологической щепы у потребителя

Наименование производства	Удельный расход технологической щепы, м ³ /ед	Оптовая цена продукции, руб/ед.	Себестоимость, руб/ед.	Хозрасчетный эффект, руб/м ³	Предельная цена щепы, руб/м ³
Целлюлозно-бумажное:					
сульфитное, т:	5,06	352,89	312,24	—	25,80
при потреблении щепы из отходов:					
раскряжевки	5,06	352,89	312,24	5,54	25,80
лесопиления и деревообработки	5,06	352,89	312,24	6,99	25,80
сульфатное, т:	4,88	374,15	306,24	—	25,65
при потреблении щепы из отходов:					
раскряжевки	4,88	374,15	306,24	10,71	25,65
лесопиления и деревообработки	4,88	374,15	306,24	12,10	25,65
Древесноволокнистые плиты, тыс. м ² :					
при потреблении щепы из отходов:					
лесосечных	9,1	800	650	8,24	21,19
раскряжевки	9,1	800	650	12,68	21,19
лесопиления и деревообработки	9,1	800	650	16,48	21,19
Древесностружечные плиты м ³ :	1,77	105,21	86,69	—	20,19
при потреблении щепы из отходов:					
лесосечных	1,77	105,21	86,69	5,23	20,19
раскряжевки	1,77	105,21	86,69	8,05	20,19
лесопиления и деревообработки	1,77	105,21	86,69	10,46	20,19

щепы из низкокачественной древесины и древесных отходов сведены в табл. 69.

Межотраслевой экономический эффект от использования низкокачественной древесины и древесных отходов проявляется не только в сфере производства и потребления продукции из них, но и транспорта к местам потребления, причем предельно допустимые затраты на доставку щепы к потребителям определяются разностью между предельной ценой по условиям потребления ($C_{пр}$) и нормативной (расчетной ценой по условиям производства щепы (C_n)). Фактические затраты зависят не только от расстояния перевозки и вида транспорта, но и от способа выполнения погрузочно-разгрузочных работ.

Промежуточные величины для расчета и результаты определения межотраслевого экономического эффекта занесены в табл. 70.

Вид перерабатываемого сырья	Мар-ка щепы	Разница Ц _{пр} — Ц _н , руб/м ³ щепы	Транс-портные расходы, руб/м ³ щепы	Эффект от снижения транспортных расходов, руб/м ³ отходов	Межотраслевой эффект, руб/м ³ отходов
1. Отходы раскряжевки при переработке на:					
	УПЩ-3А	Ц-2 7,15	3,72	2,37	16,80
		Ц-3 9,83	3,72	4,53	24,43
УПЩ-6А		Ц-2 9,30	3,42	4,06	19,81
		Ц-3 11,41	3,42	5,92	26,70
УПЩ-6Б		Ц-2 9,41	3,42	4,13	19,81
		Ц-3 11,68	3,42	6,12	27,07
дисковых рубительных ма- шинах без окорки		ПВ 11,90	3,42	6,52	28,12
		ПС 10,90	3,42	5,75	22,72
2. Отходы лесопиления и дере- вообработки:					
	окоренные	Ц-2 3,66	3,42	0,21	24,42
		Ц-3 4,61	3,42	1,03	28,53
неокоренные		ПВ 3,79	3,42	0,39	29,63
		ПС 2,79	3,42	0,67	22,56
3. Лесосечные отходы по техно- логической схеме II					
		ПВ 7,49	3,42	2,04	13,72
		ПС 6,49	3,42	1,53	10,20

3. Эффективность использования низкокачественной древесины и отходов на топливо

Развитие экономики нашей страны сопровождается ростом производства и потребления топлива и энергии, перестройкой топливно-энергетического баланса путем широкого вовлечения наиболее эффективных видов топлива и энергии. В общем балансе некоторые виды твердого топлива — горючие сланцы, торф и дрова топливные — составляют всего несколько процентов, но тем не менее по абсолютной величине на топливные нужды расходуется большой объем древесины в виде дров, кусковых и мягких отходов древесины.

В связи с увеличением объемов переработки дров и отходов на технологические цели потребление дров на топливо по планируемому кругу предприятий за последние 20 лет снизилось на 20 млн. м³. Потребление древесных отходов на топливо за это время снизилось на 2,5 млн. м³, а переработка их на технологические цели увеличилась с 8,6 до 30,6 млн. м³. Несмотря на такой рост объемов переработки, значительное количество древесных отходов остается неиспользованным, в основном ввиду экономической нецелесообразности переработки.

Кроме того, не полностью используются вторичные отходы, образующиеся при переработке низкокачественной древесины и кусковых отходов (отсев технологической щепы, гниль, кора). Эти отходы целесообразно потреблять в качестве топлива, разрабатывая и внедряя соответствующее оборудование. При этом решаются две проблемы: теплофикация мелких поселков и использование свободных ресурсов древесных отходов.

Для сжигания высоковлажных отходов, к которым относятся отходы окорки, наибольшее распространение получили топки, основанные на слоевом способе сжигания. Процесс сжигания топлива в слоевых топках протекает схематически таким образом. После загрузки топлива происходит подогрев и испарение влаги, затем следует сухая перегонка топлива с выделением летучих веществ. Одновременно происходит процесс коксообразования, где наблюдается наиболее высокая температура в слое с выделением основного количества тепла. Значительная влажность отходов окорки затягивает процесс подсушки и зажигания топлива, поэтому принудительная подача в зоны горения подогретого воздуха является необходимым условием сжигания высоковлажных отходов в слое. Интенсивность выгорания топлива в слое зависит также и от скорости подвода воздуха. Пределом форсирования дутья является устойчивость залегания топлива в слое. Подсушенные частицы коры, обладая большой парусностью, начинают выноситься из слоя, затрудняя работу хвостовых поверхностей нагрева котельных агрегатов. С целью предотвращения образования кратеров и полного расстройств топочного процесса влажную кору целесообразно сжигать в толстом (до 600 мм) слое или применять зажимающую решетку в системе скоростных топок проф. В. В. Померанцева.

Сжигание отходов окорки производится в настоящее время в следующих топочных устройствах. Прежде всего с этой целью используются топочные устройства с наклонными колосниковыми решетками. Эти топки рекомендованы для применения на котлах малой и средней мощности типов ДКВР-10-39-440, ДКВР-6,5/13, КМ-75-40.

Топочное устройство котла ДКВР-10-39-440, спроектированное и установленное в корьевой котельной Кондопожского целлюлозно-бумажного комбината, при испытаниях показало положительные результаты. При сжигании отходов окорки общей влажностью 60,8 % и теплоте сгорания 5,2 МДж/кг получена паропроизводительность котла 4,0...7,0 т/ч при коэффициенте полезного действия 87 %.

Основным видом топок для сжигания древесных отходов в настоящее время являются шахтные топки скоростного горения системы В. В. Померанцева, где сжигается дробленка относительной влажностью 45...50 % в смеси с небольшим количеством опилок. Топки комплектуются котлами ДКВР-10/13,

и при таких условиях производительность их составляет 8... 9 т/ч при КПД (брутто) 77...78 %. При повышении влажности на 5 % и содержания мелких фракций древесных частиц и коры паропроизводительность котла снижается до 5...6 т/ч. Сжигание топлива повышенной влажности в этой топке достигается огневой подсушкой топлива с частичным горением в верхней части предтопка, а также высоким удельным энерговыделением в зоне горения.

Продукты сгорания поступают через решетку в топочную камеру и догорают за счет вторичного воздуха, вводимого через сопла в нижнюю часть топки со скоростью 30—40 м/сек. Подобные топочные устройства установлены на одном из котлов ТЭЦ Архангельского ЦБК и двух котлах Кондопожского ЦБК. Отходы окорки после короотжимного пресса и измельчителя поступают в бункер-накопитель, а затем из бункера по каскадно-лотковым рукавам проходят в двухтопочную сушилку и подсушиваются дымовыми газами, отбираемыми после экономайзера с температурой 300... 50 °С.

Для предварительной подсушки измельченной коры в условиях лесопильно-деревообрабатывающих комбинатов применяются агрегаты типа СК, которые подсушивают кору от 70 до 40 % относительной влажности теплотой сгорания 10 МДж/кг. Использование агрегата обеспечивает понижение температуры выходящих из сушилки дымовых газов до 100 °С, что увеличивает количество выработанного пара на 12 % от каждой тонны топлива и повышает производительность топки на 35 %, а котельного агрегата в целом на 42 %.

Наиболее эффективно используются многотопливные агрегаты, где осуществляется совместное сжигание отходов окорки и мазута. Перевод котлов в циклонных топочных устройствах на совместное сжигание позволит снизить потери тепла с химическим и механическим поджогом до 0,5...1 %. Топочное устройство обеспечивает автоматизированный процесс горения с КПД до 97...98 %.

Создание многотопливных котлоагрегатов большой мощности для сжигания отходов окорки большой влажности совместно с основным топливом (уголь, мазут, газ) дает возможность освободить предприятия, особенно целлюлозно-бумажные, от строительства специальных утилизационных котельных, что дает значительный экономический эффект.

Эффективность использования дров и отходов на топливные нужды выявляется в сравнении с другими видами топлива, а также с эффективностью использования на технологические цели.

Показателем сравнительной эффективности потребления того или иного вида топлива являются приведенные затраты на добычу, транспорт к местам потребления, подготовку топлива к сжиганию и сжигание в расчете на единицу условного

71. Калорийные эквиваленты древесного топлива

Вид древесного топлива	Влажность, %, относительная						
	0	10	20	30	40	50	60
Древесина	0,642	0,569	0,496	0,423	0,350	0,277	0,204
Кора:							
хвойных пород и осины	0,648	0,573	0,500	0,426	0,352	0,277	0,203
березы	0,739	0,664	0,595	0,519	0,436	0,361	0,285
Гниль (третья стадия гниения)	0,620	0,546	0,472	0,397	0,323	0,249	0,175

топлива. При этом формула приведенных затрат имеет вид

$$\mathcal{Z}_{\text{п}} = [(C_{\text{д}} + C_{\text{т}} + C_{\text{п}} + C_{\text{сж}}) + E_{\text{н}}(K_{\text{д}} + K_{\text{т}} + K_{\text{п}} + K_{\text{сж}})] / \mathcal{E}_{\text{к}}, \quad (71)$$

где $C_{\text{д}}$, $C_{\text{т}}$, $C_{\text{п}}$, $C_{\text{сж}}$ — затраты на добычу, транспорт, подготовку и сжигание в расчете на 1 кг топлива, руб/т; $K_{\text{д}}$, $K_{\text{т}}$, $K_{\text{п}}$, $K_{\text{сж}}$ — удельные капитальные вложения на добычу, транспорт, подготовку и сжигание в расчете на 1 т топлива, руб/т; $E_{\text{н}}$ — нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений, равный 0,15; $\mathcal{E}_{\text{к}}$ — калорийный эквивалент,

$$\mathcal{E}_{\text{к}} = Q_{\text{н}} / Q_{\text{у.т}}, \quad (72)$$

где $Q_{\text{н}}$ — низшая теплота сгорания рабочего топлива, МДж/кг; $Q_{\text{у.т}}$ — теплота сгорания условного топлива, равная 29,3 МДж/кг.

Калорийные эквиваленты некоторых пород древесины приведены в табл. 71.

По данным ЦНИИМЭ, котельные при работе на газовом и мазутном топливе в сравнимых условиях имеют примерно одинаковые показатели. Древесное топливо по сравнению с мазутом снижает паропроизводительность на 36,5%, удельный расход топлива в условных единицах — на 11,5%. В результате этого затраты на выработку единицы теплоты (без стоимости топлива) увеличатся почти в 2 раза. В отдаленных от центра районах разница в стоимостных показателях еще значительнее. Поэтому дробленка из дров и отходов в ряде случаев менее эффективна, чем мазут и газ, и ее потребление в качестве топлива возможно в ограниченных количествах с учетом местных условий при технико-экономическом обосновании.

Приведенные затраты на заготовку и вывозку топливных дров могут быть определены в двух вариантах: по себестоимости и удельным капитальным вложениям на 1 м³ обезличенной древесины, что отражает действительные затраты, практически почти одинаковые для любых сортиментов; по преискурантным ценам и пересчитанным капитальным вложениям, что соответствует основной цели современного лесозаготовительного производства, которая заключается в получении круг-

лых лесоматериалов, а дрова для отопления представляют собой попутный продукт, используемый на переработку или топливо. Поэтому при анализе эффективности использования дров принят второй вариант.

По всем видам древесных отходов цены приняты по отраслевому прейскуранту № 52-03-35, а затраты на измельчение определены по формулам.

Расчеты суммарных приведенных затрат выполнены по технологической схеме, включающей заготовку, вывозку, измельчение, подачу на склад пневмотранспортом на расстояние 400 м, подачу готового топлива в котельную на расстояние 160 м и сжигание. Полученные результаты сопоставлялись с аналогичными данными по всем видам топлива. Суммарные затраты для коры учитывают дополнительный расход ее на предварительную подсушку в количестве 15 % общего объема и соответствующее увеличение затрат на ее подготовку к сжиганию и само сжигание при соответствующем повышении теплоты сгорания.

Предприятия отрасли расположены в различных природно-климатических зонах страны и поэтому различны топливно-энергетические ресурсы, их потребление и затраты на получение теплоты при использовании разных видов топлива. Расчеты затрат выполнены по экономическим районам с учетом указанных различий. Для определения эффективности использования древесного топлива расчеты выполнены по сравнению с углем и мазутом, результаты занесены в табл. 72.

Приведенные затраты на добычу и транспортировку угля по различным районам изменяются в значительных пределах, составляя 27,2...49,7 руб/т условного топлива в зависимости от бассейна, откуда он поступает к местам потребления и дальности перевозки. Наименьшие затраты приходятся на районы Сибири, где предприятия снабжают углем Канско-Ачинского месторождения, наибольшие — к углю Донецкого и Карагандинского бассейнов. Северный и Северо-Западный районы снабжают в основном углем из Воркутинского и Интинского месторождений, где значительные капитальные вложения на его разработку в связи с их месторасположением в условиях Крайнего Севера вызывает повышение суммарных приведенных затрат. Уголь Кузнецкого бассейна в этом перечне занимает промежуточное положение.

Данные табл. 72 показывают, что приведенные затраты на топливные дрова и кусковые отходы для большей части экономических районов выше, чем на уголь, а для некоторых — и на мазут. В то же время использование на топливо опилок и коры по всем экономическим районам является эффективнее угля и мазута, за исключением Восточно-Сибирского района, где потребление коры обходится дороже, чем местного дешевого угля. Для некоторых районов европейской ча-

72. Приведенные затраты на различные виды топлива по экономическим районам, руб/т усл. топлива

Экономические районы	Уголь	Мазут	Дрова	Кусковые отходы		Опилки, стружка	Кора
				местные	привозные в виде щепы		
Северный	44,10	44,64	67,18	40,48	45,58	28,15	34,98
Северо-Западный	43,90	44,64	67,18	40,48	45,58	28,15	35,02
Центральный	46,50	43,26	67,10	33,39	49,29	30,50	33,75
Волго-Вятский	49,70	43,62	67,13	40,18	45,02	28,67	37,76
Центрально-Черноземный	41,50	48,45	43,20	49,52	53,73	33,35	37,83
Поволжский	41,50	48,60	44,22	49,06	53,27	33,27	37,50
Северо-Кавказский	41,40	48,62	93,43	47,68	52,52	36,73	40,10
Уральский	41,50	46,13	69,15	41,36	46,20	27,90	34,15
Западно-Сибирский	31,50	45,64	67,70	44,19	49,22	33,47	36,88
Восточно-Сибирский	27,20	47,30	69,35	39,65	44,68	27,32	34,80
Дальневосточный	39,70	50,33	75,84	47,34	52,37	32,98	38,37
Прибалтийский	49,70	43,62	63,75	37,13	42,03	27,50	36,29
Украинская ССР	46,40	43,62	78,40	47,68	52,52	36,73	36,29
Среднеазиатский	43,50	46,02	96,64	47,14	51,69	31,01	40,41
Закавказский	41,40	48,62	93,43	47,68	52,52	36,73	40,70
Казахская ССР	41,00	46,60	95,86	47,75	52,81	37,17	40,88
Белорусская ССР	34,30	43,62	63,75	37,13	42,03	27,50	33,75
Молдавская ССР	39,10	43,62	78,40	47,68	52,52	36,73	36,29
Средневзвешенные по СССР	39,80	44,97	78,90	44,80	50,10	28,50	38,60
То же, %	100	113	198	112	126	72	96

сти применение местных ресурсов древесных отходов в качестве топлива оказывается более эффективным, чем использование привозного минерального топлива. Объясняется это тем, что указанные районы снабжаются дорогим углем южных районов, перевозимым на большие расстояния. Однако, как показывает анализ, использование экономически доступных ресурсов отходов на технологические цели обеспечивает значительно больший народнохозяйственный эффект. Поэтому с точки зрения экономической целесообразности их применения в качестве топлива прежде всего представляют интерес ресурсы, не используемые на переработку по разным объективным причинам.

С учетом сравнительной эффективности дров и отходов можно изменить структуру потребления древесного топлива. В частности, возможно сократить потребление топливных дров, кусковых и мягких отходов лесопиления и деревообработки, высвободив их для переработки на технологические цели. При этом увеличатся объемы потребления не используемых на пе-

73. Экономический эффект от изменения структуры древесного топлива

Вид топлива	Экономия (+), перерасход (-), тыс. т усл. топлива	Приведенные затраты, руб/т усл. топлива	Экономия (+), перерасход (-), млн. руб.
Дрова	+207	78,9	+16,33
Отходы, всего	-207	—	
В том числе:			
кусковые	+415	44,8	+18,59
мягкие	+590	28,5	+16,82
кора	-275	38,6	-10,62
вторичные	-442	28,5	-12,60
лесозаготовок на нижнем складе	-215	58,8	-12,64
лесосечные (отсев от тех- нологической щепы)	-280	28,5	-7,98
Итого	—	—	+7,9

переработку отходов окорки, лесозаготовок и вторичных отходов. Экономическая эффективность таких изменений определена с учетом количества различных видов топлива в существующей структуре. Исходные данные и расчет приведены в табл. 73.

В результате приведенного изменения структуры топливного использования дров и отходов древесины высвобождается определенный объем качественного сырья, пригодного для дальнейшей переработки на технологическую щепу различного назначения. Экономический эффект при этом базируется на увеличении прибыли предприятий за счет выпуска более ценной продукции, а при переработке кусковых отходов древесины и за счет разницы цен их реализации на переработку и топливо. Эффект от потребления других неиспользованных отходов определяется ценой их реализации на топливо. Расчеты по эффективности использования древесины в качестве топлива показывают следующее:

теплота сгорания влажной древесины значительно ниже по сравнению с минеральными видами топлива, а подготовка его к сжиганию и сам процесс сжигания связаны с дополнительными, существенными затратами труда и материальных средств. В результате затраты на выработку теплоэнергии без учета стоимости топлива и затраты на его подготовку к сжиганию повышаются почти в два раза;

потребление местных ресурсов древесных отходов в качестве топлива в ряде случаев эффективнее угля, но использование этих же отходов на технологические цели взамен привозных круглых лесоматериалов и сырья для технологической переработки обеспечивает больший экономический эффект за

счет более низкой себестоимости и меньших удельных капитальных вложений на продукцию из отходов;

сжигание в теплоэнергетических установках неиспользуемых древесных отходов и дров эффективнее сжигания отходов, которые могут быть направлены на переработку по качественным и экономическим характеристикам;

кроме части дров и отходов неиспользованными остаются почти все отходы окорки лесопильно-деревообрабатывающих предприятий, которые при надлежащей подготовке могут быть потреблены на топливо взамен дров и качественных отходов стволовой древесины, сохраняя последние для переработки на технологические цели;

при переработке низкокачественной древесины на технологическую щепу и различные изделия деревообработки образуются вторичные отходы. Ввиду их низкого качества они не всегда могут использоваться на технологические цели и также являются дополнительным источником древесного топлива.

4. Вопросы повышения эффективности комплексного использования древесного сырья

Применение лесосечных отходов на строительство лесовозных усов. Одним из направлений использования лесосечных отходов на собственные нужды лесозаготовительных предприятий является их потребление для укрепления трелевочных волоков и лесовозных усов, которое следует считать рациональным, так как при этом высвобождается соответствующее количество стволовой древесины для использования на технологические цели. По данным ЦНИИМЭ, толщина покрытий из лесосечных отходов в уплотненном состоянии в зависимости от типов местности и грунта для легких лесовозных автомобилей составляет 10...30 см, средних 10...40, тяжелых 15...45 см при ширине 4 м.

Для строительства разветвленных путей на переувлажненных грунтах применяются различные сборно-разборные покрытия. Однако на их изготовление затрачивается много качественной деловой древесины и металла. Например, на изготовление 1 км покрытия из щитов типа ЛВ-11 затрачивается 345 м³ древесины и 13 т металла, из щитов с нагельным креплением — соответственно 364 м³ и 4,4 т, из инвентарного дорожного покрытия (ИДП) 400 м³ и 38 т, причем на изготовление щитов с нагельным креплением и щитов ЛВ-11 расходуются двухконтные брусья толщиной 18...20 см.

На основании анализа технико-экономических показателей ЦНИИМЭ рекомендованы следующие доли лесовозных путей с покрытием из лесосечных отходов для основных лесозаготовительных регионов в процентах от общей их протяженно-

74. Ресурсы и потребность лесосечных отходов на строительство лесовозных путей

Регионы	Количество отходов кроны, млн. м ³		Протяженность путей с покрытием из лесосечных отходов, тыс. км	Потребность в лесосечных отходах, млн. м ³	Протяженность путей со сборно-разборным покрытием, тыс. км
	всего	в том числе на участках строительства путей с покрытием из лесосечных отходов			
Европейский	13,5	3,38	3,52	2,5 ... 3,0	4,92
Уральский	4,2	0,72	0,81	0,6 ... 0,7	1,19
Западно-Сибирский	2,2	0,44	0,58	0,4 ... 0,5	1,73
Восточно-Сибирский	6,1	0,91	1,08	0,8 ... 0,9	0,72
Дальневосточный	4,5	0,45	0,41	0,3 ... 0,4	0,41
Итого	30,5	5,90	6,40	4,6 ... 5,5	8,97

сти: для европейской части (без Уральского экономического района) 25, Уральского района 17, Западно-Сибирского 20, Восточно-Сибирского 15, Дальневосточного 10, в среднем по району вывозки древесины Минлесбумпромом СССР 20 %.

Исходя из этих данных и объемов вывозки леса по лесозаготовительным объединениям и министерствам союзных республик можно определить ресурсы лесосечных отходов по нормативам образования и их потребность на строительство лесовозных путей, которые приведены в табл. 74.

Потребность лесосечных отходов определена для толщины уплотненного слоя покрытия 30...35 см при коэффициенте полндревесности 0,6. При этом принято во внимание, что на вывозке древесины будут применяться большегрузные энергонасыщенные автопоезда с увеличенным количеством осей.

Приведенные данные показывают, что использование лесосечных отходов на строительство лесовозных путей в количестве 4,6...5,5 млн. м³ взамен сборно-разборных покрытий позволяет экономить от 2,2 до 2,6 млн. м³ деловой древесины и от 28 до 243 тыс. т металла в зависимости от типа щита рекомендуемого покрытия при разовом использовании щитов, т. е. каждый кубометр лесосечных отходов в строительстве путей заменяет около 0,5 м³ деловой древесины. При многократном использовании сборно-разборных покрытий приведенные показатели снижаются пропорционально кратности переключений щитов. На прокладку усов по участкам с переувлажненными грунтами расходуются практически все отходы в виде сучьев, ветвей и вершинок лесосек, расположенных на таких участках, за исключением европейской части страны. При необхо-

димости укрепления для трелевочных волоков могут быть израсходованы на эти цели часть стволовой низкокачественной древесины и маломерных деревьев (подроста).

Кроме того, вышеназванные рекомендации ЦНИИМЭ предусматривают одновременное строительство лесовозных путей со сборно-разборным покрытием большей протяженностью, чем из лесосечных отходов, составляющих по расчетам около 9 тыс. км. На такое количество путей будет расходоваться от 3,1 до 3,6 млн. м³ деловой древесины и от 39 до 341 тыс. т металла, а при меньших количествах перекладок, чем рекомендуется техническими условиями (от 5 до 10 различных типов щитов), ежегодный расход деловой древесины и отходов будет составлять ощутимую величину. Представляется возможным резко сократить рекомендуемую протяженность путей со сборно-разборным покрытием, переключив на хворостяное покрытие из лесосечных отходов при небольшом расходе низкокачественной стволовой древесины для укрепления дорог на избыточно увлажненных грунтах в период распутицы.

Такая замена позволяет экономить не только древесное сырье и металл, но и трудовые ресурсы и денежные средства; стоимость строительства 1 км пути при этом составляет в среднем 5,5 тыс. руб.

Полное освоение лесосечного фонда. При традиционных технологических процессах лесозаготовок сучья, ветви, тонкие вершинки и древесная зелень остаются на лесосеках или верхних лесоскладах (погрузочных площадках) как отходы лесозаготовок. Количество древесных отходов кроны вместе с корой составляет в среднем 11...15 % относительно объема ствола в коре, количество листвы (хвои) 50 кг в расчете на 1 м³ заготовленной древесины. Кроме того, по данным научно-исследовательских институтов отрасли, на лесосеках и верхних складах остается большое количество поврежденных хлыстов и их обломков. Анализ этих видов древесины по размерам показывает, что 65 % из них имеет диаметр 6...18 см, 70 % — длину 2...10 м. Отсюда видно, что эти отходы представляют собой целые хлысты или их части, из которых можно вырабатывать круглые лесоматериалы или качественную технологическую щепу различного назначения.

В то же время с развитием производств по химической и химико-механической переработке древесины появилась возможность потреблять все виды древесных отходов в качестве сырья для выработки самой разнообразной продукции. Освоение названных видов отходов лесозаготовок позволяет увеличить съем древесного сырья с единицы площади лесосеки и получить дополнительно десятки миллионов м³ древесины в освоенных и обжитых районах лесозаготовок. Однако полное использование всех видов лесосечных отходов требует решение ряда организационных, технических и экономических задач.

Одной из важнейших среди них является уменьшение количества отходов путем наиболее полного освоения отведенного в рубку лесосечного фонда, в котором заинтересованы не все работники предприятий. В то же время известно, что от этого показателя зависит срок действия предприятия и соответственно возможность создания более благоустроенных лесных поселков и постоянных кадров рабочих, снижение темпов увеличения расстояния вывозки леса, объема лесовосстановительных работ и затраты на них и, в конечном счете, экономические показатели работы предприятия.

В решении этой задачи может сыграть большую роль такая система оплаты труда рабочих на лесосечных работах, в которой будут учитываться наряду с объемными и качественные показатели. Показателем качества при этом должна служить степень освоения лесосечного фонда, определяемая по количеству оставленной на лесосеке древесины, подлежащей заготовке и вывозке. При сдельно-премиальной системе оплаты труда стимулом повышения уровня использования лесосечного фонда может быть премия, если часть ее будет выплачиваться исходя из выполнения норм выработки, а остальная после окончания работы на лесосеке с учетом сезона ее разработки. Могут быть применены и сдельно-прогрессивная или аккордно-премиальная системы оплаты труда, учитывающие качество выполнения работ на лесосеке. Условия наиболее полного освоения лесосечного фонда и оплаты труда могут предусматриваться при организации работ хозрасчетных бригад (бригадного подряда).

Второй задачей, наиболее простой в решении и не требующей ни материальных, ни трудовых затрат, является совершенствование системы учета вывозки леса. По существующему положению в вывозку леса включаются только круглые лесоматериалы и дрова, а отходы лесозаготовок в виде сучьев, ветвей, вершинок (при вывозке деревьев), отрезки хлыстов (отходы раскряжевки) при этом остаются без внимания. Только в случае переработки древесных отходов в технологическую щепу для целлюлозно-бумажного производства они засчитываются в производство деловой древесины в объеме полученной щепы. При переработке этих отходов в технологическую щепу для производства древесных плит или потребления в микробиологической промышленности они уже не учитываются ни в вывозке леса, ни в производстве деловой древесины. Если принять во внимание, что древесные плиты являются эффективными заменителями деловой древесины и 1 м³ используемых в этих производствах древесных отходов заменяет 2,0...2,2 м³ деловой древесины, то становится очевидным несоответствие между потребительной стоимостью древесных отходов и оценкой их в производственном процессе. Такое противоречие не стимулирует переработку отходов лесозаготовок

на технологическую щепу для древесных плит, и в то же время многие предприятия по производству этих плит испытывают нехватку древесного сырья, в связи с чем вынуждены завозить его из многолесных районов на большие расстояния.

Устранение этого недостатка для наиболее полного и эффективного использования древесного сырья может быть достигнуто двумя путями. Первый из них заключается в том, что все виды древесных отходов, используемых на технологические и топливные нужды, должны быть включены в объем вывозки леса, а часть, используемая на технологические цели,— в производство деловой древесины. Второй— это пересмотр существующей системы оценки деятельности лесозаготовительных предприятий, не все показатели которой соответствуют интересам народного хозяйства. В частности, народному хозяйству нужна не просто вывезенная на нижний лесосклад древесина, а продукция отрасли определенного качества. Поэтому основным показателем работы лесозаготовительных предприятий должно стать производство продукции и ее реализация, а вывозка леса— вспомогательным (дополнительным) для оценки, например работы лесовозного транспорта. Поскольку в этом случае вывозка леса перестанет быть основным показателем оценки всего лесозаготовительного производства, то может сократиться и разрыв между вывозкой и реализацией лесопродукции, способствуя таким образом улучшению использования древесного сырья.

Если ввести перечисленные изменения в оценку деятельности лесозаготовительных предприятий и возложить на бригаду все работы, начиная от лесосечных и до нижнескладских, то такая бригада станет сквозной хозрасчетной, заинтересованной как в наиболее полном освоении лесосечного фонда, так и рациональном использовании заготовленной и вывезенной древесины.

В перспективе указанные недостатки в значительной степени могут быть устранены путем перехода от объемного к весовому учету древесины.

Улучшение транспортабельности технологической щепы. Щепу, как и все насыпные материалы, можно характеризовать такими показателями, как влажность, фракционный состав, полндревесность, объемная масса, наиболее важными из которых при оценке транспортабельности являются последние два. Коэффициентом полндревесности щепы называется отношение объема древесины к объему полученной из нее щепы и определяется из соотношения

$$K_{щ} = V_2/V_1, \quad (73)$$

где V_2 — объем древесины, из которой получена щепа; V_1 — объем щепы с пустотами (насыпной объем).

Коэффициент полндревесности зависит от формы и размеров щепы, которые в свою очередь зависят от технических данных рубильной машины и вида древесины, из которой получена щепа. Объемной массой щепы называется масса единицы насыпного объема с включением пор древесины и промежутков между отдельными частицами и определяется по формуле

$$\gamma_{щ} = G/V_1 = \gamma_w(V_2/V_1) = \gamma_w K_{щ}, \quad (74)$$

где γ_w — объемная масса древесины при влажности W , %, из которой получена щепа.

Объемная масса щепы зависит от объемной массы древесины, из которой она получена, влажности, размеров частиц, полндревесности и меняется в широких пределах. Если остаются без изменения переменные факторы, объемная масса древесины, размеры частиц, то и в этом случае объемная масса (также и полндревесность) щепы будет изменяться в широких пределах в зависимости от размеров емкости, толщины слоя и способа насыпания. Поэтому следует различать объемную массу щепы в наиболее рыхлом и уплотненном состоянии.

Коэффициент рыхлости щепы определяется отношением объема пустот между частицами к объему плотной щепы и является физической характеристикой щепы, как насыпного материала.

$$P_{щ} = (V_1 - V_2)/V_2 = 1/K_{щ} - 1. \quad (75)$$

Сумма объемов внутренних пустот древесины и пустот между частицами щепы в процентах от общего объема щепы в абсолютно сухом состоянии определяется из выражения

$$P_{п} = [1 - K_{щ}(\gamma_0/d)] 100\%, \quad (76)$$

где γ_0 — объемная масса абсолютно сухой древесины, кг/м³; d — плотность древесинного вещества, кг/м³ ($d = 1540$).

Вторая часть равенства (76) показывает содержание древесинного вещества в данном объеме щепы и имеет очень небольшие значения. Для еловой щепы, например, при коэффициенте полндревесности $K_{щ} = 0,36$

$$K_{щ}(\gamma_0/d) 100\%;$$

$$K_{щ} = 0,36 (0,42/1,54) 100\% = 9,8\%.$$

Коэффициент уплотнения щепы. Из выражения для определения коэффициента рыхлости щепы видно, что в насыпном объеме щепы большую часть занимают пустоты между частицами, которые можно уменьшить, т. е. уплотнять до некоторой степени, не прилагая больших усилий.

Для характеристики различного состояния щепы по полндревесности еще 1959 г. были предложены понятия коэффициента и степени уплотнения щепы, которые, как универсальные характеристики ее состояния, получили широкое признание

среди специалистов и внесены в ГОСТ 23246—78 «Древесина измельченная. Термины и определения» в формулировке автора, т. е. «Коэффициент уплотнения измельченной древесины — отношение насыпного объема к уплотненному» или

$$E = V_1/V_y = \gamma_y/\gamma_{щ} (E \geq 1), \quad (77)$$

и «Степень уплотнения измельченной древесины — отношение разности насыпного и уплотненного объемов к уплотненному», т. е.

$$\varepsilon = (V_1 - V_y)/V_y = E - 1, \quad (78)$$

или

$$\varepsilon = (\gamma_y - \gamma_{щ})/\gamma_{щ} = \gamma_y/\gamma_{щ} - 1. \quad (79)$$

Полученная формула показывает, что степень уплотнения может быть больше или равна нулю ($\varepsilon \geq 0$). Коэффициент рыхлости щепы с увеличением коэффициента уплотнения уменьшается, т. е. эти две величины взаимно связаны, эти зависимости выражаются уравнениями:

$$P_y = (P_{щ} + 1)/E - 1 = 1/(EK_{щ}) - 1; \quad (80)$$

$$E = (P_{щ} + 1)/(P + 1), \quad (81)$$

где P — текущее значение коэффициента рыхлости.

При уплотненной погрузке щепы в транспортные емкости улучшается использование их грузоподъемности и вместимости, соответственно снижаются транспортные расходы и увеличиваются экономически доступные ресурсы. Для уплотнения щепы в транспортной емкости могут быть рекомендованы два способа — пневматический и вибрационный.

При погрузке щепы в транспортные емкости с помощью пневмопогрузчиков коэффициент уплотнения можно определять по эмпирической формуле (при расстоянии 3,5... 4 м до поверхности щепы)

$$E = f_s \varepsilon_y \gamma_{щ} v^2 / (95 \cdot 10^3 + \gamma v^2 + (0,45v)^4 k_n) + 1, \quad (82)$$

где f_s — отношение площади сечения струи щепы к площади поверхности щепы в загружаемой емкости (при равномерной загрузке по всей поверхности щепы в емкости $f_s = 1$); ε_y — предельная степень уплотнения, равная 0,6; $\gamma_{щ}$ — объемная масса щепы в рыхлом состоянии, кг/м³; v — скорость частиц в момент падения на поверхность, м/с; k_n — коэффициент, характеризующий начальное состояние щепы (для щепы из сучьев $k_n = 1$, для щепы из стволовой древесины $k_n = 1,5$).

Для упрощения расчетов скорость древесных частиц в момент выхода из трубопровода условно принимается равной средней скорости воздушного потока по сечению трубопровода и формула (82) выведена с учетом такого допущения.

При вибрации частицы насыпного материала приходят в движение и мелкие из них 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 — максимального, соответствующего параметрам вибрации.

Коэффициент уплотнения щепы при вибрации определяется по эмпирической формуле

$$E = E_y / (1 + (E_y - 1) e^{-0,36 \sqrt{i_{cp}}}), \quad (83)$$

где E_y — предельное значение коэффициента уплотнения ($E_y = 1,60$); i_{cp} — среднее значение действенности вибрации;

$$i_{cp} = 2\pi a^2 \omega^3 \frac{(1 - e^{-\lambda x})^2}{\lambda^2 x^2}, \quad (84)$$

где a — амплитуда колебаний емкости, в которой уплотняется щепы, м; ω — частота вращения побудителя вибрации, c^{-1} ; e — основание натурального логарифма ($e = 2,71828$); x — толщина слоя щепы, м; λ — коэффициент затухания колебаний, m^{-1} ;

$$\lambda = 0,39 \frac{2\pi}{L_b} - \frac{1}{x} \ln \frac{\pi l_b}{L_b \sin \frac{2\pi}{L} x}, \quad (85)$$

где l_b — полуширина основания источника волн, м; L_b — длина волн, м, равная

$$L_b = 2\pi / \omega \sqrt{E_b g / \rho}, \quad (86)$$

где E_b — модуль упругости среды (300...400), МПа; ρ — плотность среды (объемная масса щепы), kg/m^3 ; g — ускорение свободного падения, m/c^2 .

Действенность вибрации, определяющая степень уплотнения щепы, пропорциональна произведению амплитуд скорости и ускорения колебаний, которые могут быть увеличены только до определенного предела. При больших их значениях происходит отрыв частиц щепы от площади и действенность вибрации в уплотняемой среде не может расти, как бы велики не были параметры вибрации источника колебаний. Предельное значение ускорения равно 3,5g. Скорость колебаний растет только при увеличении ускорения колебаний площадки до 11,5g, а затем уменьшается. В связи с этим наиболее интенсивное уплотнение щепы происходит при увеличении ускорения колебаний до 3,5g. Во всех случаях процесс уплотнения почти полностью завершается при вибрировании в течение 12...240 с.

Полученные выражения показывают, что транспортные расходы могут быть снижены и соответственно увеличены предель-

ные расстояния перевозки технологической щепы. Для практической реализации этой возможности необходимо, чтобы предприятие-поставщик было заинтересовано в уплотненной погрузке щепы. Однако при существующей системе учета щепы и денежных расчетов у поставщика щепы такой заинтересованности нет, так как стоимость провоза от поставщика к потребителю возмещается за счет потребителя. Выходом из положения может быть повышение точности учета щепы при выполнении приемо-сдаточных операций путем применения весового метода с последующим переводом массы щепы в плотный объем в соответствии с ОСТ 13-74—79 «Щепа технологическая. Методы измерения и учета» и изменение порядка возмещения стоимости провоза от станции отправления до станции назначения, предусмотренного прейскурантом № 07-03 «Оптовые цены на лесопroduкцию (включая дрова)».

В качестве одного из возможных вариантов может быть предусмотрен следующий порядок: цена на каждый вид технологической щепы в пункте назначения устанавливается единая (без поясного деления) с учетом транспортных затрат по средневзвешенному расстоянию перевозки различными средствами. По этой цене потребитель рассчитывается со снабженческо-сбытовой организацией. Расходы по доставке щепы потребителю несет поставщик. Снабженческо-сбытовая организация рассчитывается с поставщиком по цене 1 пл. м³ технологической щепы в пункте отправления с надбавкой на возмещение стоимости провоза, причем величина надбавки к цене 1 пл. м³ щепы определяется исходя из фактического расстояния перевозки и нормы ее погрузки в конкретный вид транспортной единицы. Для пояснения данного положения рассмотрим следующий конкретный пример: допустим, что для технологической щепы хвойных пород марки Ц-2 цена франко-вагон станция назначения установлена на уровне цены II пояса назначения по дополнительному прейскуранту № 07-03-1980/32 и составляет 26,30 руб/м³, а франко-вагон станция отправления 23,50 руб/м³. Щепа отгружается потребителю в 4-осных универсальных полувагонах с наращенными бортами на расстояние 650 км, железнодорожный тариф за провоз щепы в которых составляет 60,3 руб.

Норма погрузки щепы установлена 36 пл. м³ исходя из расчета наращивания бортов вагона до вместимости 100 м³. Тогда величина надбавки к цене щепы франко-вагон станция отправления составит 1,68 руб. (60,3 : 36), а расчетная цена щепы, которую оплачивает снабженческо-сбытовая организация поставщику, 25,18 руб/м³ (23,50 + 1,68). Если поставщик довел вместимость вагона путем наращивания бортов до 112 м³ и погрузил 40,3 пл. м³ щепы, то он получит надбавки на возмещение стоимости провоза 67,7 руб. (1,68 × 40,3), т. е. на 7,4 руб. больше, чем железнодорожный тариф, а при уплотненной погрузке с использованием пневмопогрузчиков или вибраторов и повышением

полнодревесности на 25 % в такой полувагон будет погружено 50,4 пл. м³ щепы и надбавки получит в размере 84,6 руб., т. е. на 24,3 руб. больше, чем заплатил железной дороге по тарифу. Кроме того, экономия затрат на начально-конечные операции составит 4,7 руб. Такой порядок расчетов между потребителем, снабженческо-сбытовой организацией и поставщиком будет хорошим стимулом для сокращения расстояний перевозки технологической щепы и улучшения использования грузоподъемности и вместимости транспортных средств.

Сбор и концентрация отходов мелких предприятий. Освоение отходов мелких предприятий может быть достигнуто путем их сбора и доставки в пункты переработки, где может быть концентрировано большое количество отходов, обеспечивающее эффективное их использование на технологические цели. При этом вновь возникает проблема транспорта, но в этом случае не технологической щепы, а отходов, которые в обычном виде имеют низкую полнодревесность и не обеспечивают удовлетворительного использования грузоподъемности и вместимости транспортных единиц. Снижение транспортных затрат в этом случае может быть достигнуто двумя наиболее простыми способами, одним из которых является применение большегрузных автопоездов, вторым — разделка древесных отходов на куски примерно одинаковой длины. При этом необходимо учитывать, что чем короче куски, тем они плотнее укладываются в емкости, но качество получаемой из них щепы соответственно снижается. Минимальной длиной кусковых отходов, обеспечивающей удовлетворительное качество получаемой из них технологической щепы, принято считать 0,7 м и, поэтому с точки зрения использования вместимости транспортных средств и получения качественной щепы длина кусковых отходов может быть принята около 1 м.

При сборе отходов с близлежащих предприятий и централизованной их переработке на щепу должны обеспечиваться минимальные суммарные затраты на выполнение всех операций, т. е.

$$C_{\text{сум}} = C_{\text{п. в}} + C_{\text{п. р}} + C_{\text{подг}} + t \cdot \left[\sum_1^n Q_i L_i / \left(\sum_1^n Q_i \right) \right] + A + \\ + h_{\text{щ}} B / \left(\sum_1^n Q_i \right) \rightarrow \min, \quad (87)$$

где L_i — расстояние между пунктами образования и переработки отходов, км; n — количество пунктов образования отходов; Q_i — объемы отходов предприятий, находящихся на рассматриваемой территории, тыс. м³/год.

Для решения полученного уравнения на минимум, необходимо принять допущение, что древесные отходы, предназначенные к сбору и переработке в централизованном пункте, распре-

делены равномерно по всей рассматриваемой территории. Условная схема территории, с которой необходимо собирать отходы, показана на рис. 11, где кружочками обозначены пункты образования, прямоугольником — пункт сбора и переработки отходов. Внутри кружочков в числителе показаны объемы образования отходов в течение года (тыс. м³), в знаменателе — расстояния между пунктами образования и переработки (км), а снаружи — присвоенные им номера в порядке роста расстояний; R — радиус предполагаемой зоны тяготения пунктов образования отходов к данному участку их переработки, r — пере-

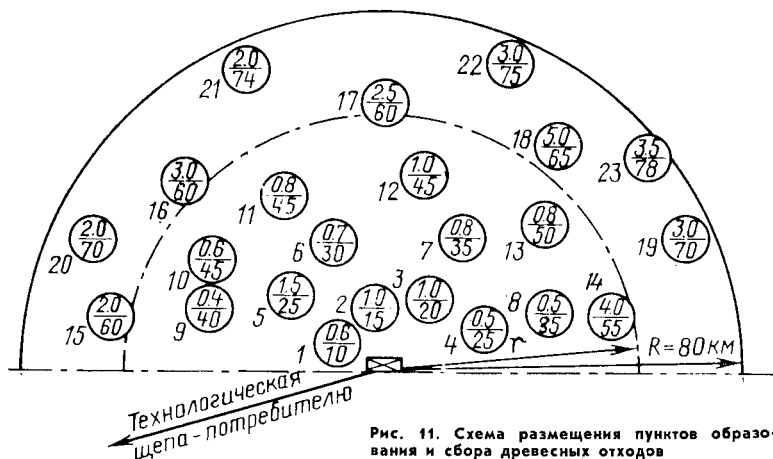


Рис. 11. Схема размещения пунктов образования и сбора древесных отходов

менное значение радиуса для определения предельного расстояния перевозки отходов к участку переработки.

Обозначив количество отходов на 1 км² через q_F и общий их объем на рассматриваемой территории через Q , находим, что $q_F = 2Q / (\pi R^2)$ (тыс. м³/км²), средневзвешенное расстояние перевозки отходов в радиусе r ; $r_{\text{ср}} = (2/3)r$ и $Q_r = (\pi r^2/2)q_F$ (тыс. м³).

Подставляя полученные выражения в исходное уравнение (87) с учетом неравномерности распределения отходов по территории и решая его на минимум затрат, получим значение предельного расстояния, до которого следует собирать древесные отходы и доставлять в пункт переработки для обеспечения минимальных суммарных затрат на их сбор и переработку, т. е.:

$$r_{\text{пр}} = \sqrt[3]{6Bh_{\text{щ}}k_{\text{н.р}}/(\pi q_F t)}, \quad (88)$$

где $k_{\text{н.р}}$ — коэффициент неравномерности распределения отходов, определяемый следующим образом: рассматриваемая территория разделяется на две равные по площади части — ближнюю к намечаемому пункту переработки отходов и дальнюю; в каждой половине определяется суммарный объем отходов и удвоен-

ное отношение большего объема к общему будет представлять искомый коэффициент.

Рассмотренный вариант в большей мере соответствует случаю применения автомобильного транспорта для сбора и доставки древесных отходов к местам переработки, который является наиболее маневренным видом транспорта. Используя приведенные на рис. 11 объемы образования отходов в каждом пункте и расстояния перевозки автомобилями до пункта переработки, определим интересующие нас оптимальные объемы собираемых отходов и расстояние до наиболее удаленного пункта нахождения отходов при следующих исходных данных:

общая площадь рассматриваемой территории равна $10\,053 \text{ км}^2$, суммарный объем кусковых отходов $40,2 \text{ тыс. м}^3$, $q_F = 0,004 \text{ тыс. м}^3/\text{км}^2$, $k_{н.р} = 2(26/40,2) = 1,29$. Затраты на перевозку отходов автощеповозами ЛТ-7А выражаются формулой

$$C_T = 0,07L + 0,46, \quad \text{т. е. } t = 0,07,$$

на производство технологической щепы

$$q_{щ} = 1,5 + 24/Q_{щ}, \quad \text{т. е. } B = 24.$$

Тогда

$$r_{пр} = \sqrt[3]{6 \cdot 24 \cdot 1,15 \cdot 1,29 / \pi \cdot 0,004 \cdot 0,07} = 63,2 \text{ км.}$$

$$Q_{опт} = (\pi \cdot 63,2^2 / 2) 0,004 = 25,1 \text{ тыс. м}^3.$$

В случаях, если древесные отходы мелких предприятий, которые следует концентрировать в пунктах переработки, рассредоточены вдоль железных дорог, целесообразно считать отходы распределенными равномерно не по площади, а по длине трассы железной дороги. Обозначив количество отходов на 1 км протяженности железной дороги через q_L , получим формулу для определения предельного расстояния между пунктом переработки (или потребления) отходов и наиболее отдаленным пунктом, отходы которого экономически целесообразно перевозить в сборный пункт переработки, т. е.

$$L_{пр} = \sqrt{2Bh_{щ}k_{н.р}/(q_L t)}. \quad (89)$$

В этом случае $t = 9,13 \cdot 10^{-2} \text{ руб/км}$.

Если рассматриваемая территория представляет собой узкую и длинную полосу, которую можно представить в виде прямоугольника шириной b , то предельное расстояние выразится формулой:

$$L_{пр} = \sqrt{2Bh_{щ}k_{н.р}/(tbq_F)}. \quad (90)$$

Для проверки применимости выражения (88) выполним расчет для случая сбора отходов с приведенных на рис. 11 пунктов, доставки их к местам переработки автомобильным транспортом

75. Расчет затрат на сбор и переработку кусковых отходов

№ пунктов, с которых собираются отходы	Объем собираемых отходов, тыс. м ³	Затраты на перевозку в расчете на щепу, руб/м ³	Затраты на переработку в расчете на щепу, руб/м ³	Суммарные затраты на 1 м ³ щепы, руб/м ³
1 . . . 10	7,6	2,28	5,13	7,41
1 . . . 11	8,4	2,40	4,78	7,18
1 . . . 12	9,4	2,53	4,44	6,97
1 . . . 13	10,2	2,64	4,21	6,85
1 . . . 14	14,2	3,11	3,44	6,55
1 . . . 15	16,2	3,30	3,20	6,50
1 . . . 16	19,2	3,52	2,93	6,45
1 . . . 17	21,7	3,65	2,77	6,42
1 . . . 18	26,7	3,90	2,53	6,43
1 . . . 19	29,7	4,05	2,43	6,48
1 . . . 20	31,7	4,13	2,37	6,50
1 . . . 21	33,7	4,22	2,32	6,54
1 . . . 22	36,7	4,34	2,25	6,59
1 . . . 23	40,2	4,48	2,19	6,68

и переработки на технологическую щепу для целлюлозно-бумажного производства, учитывая только затраты, зависящие от расстояния перевозки и объема вырабатываемой щепы. Учитывая, что сбор отходов с первых десяти предприятий не обеспечит необходимого минимума затрат, подробный анализ выполнен начиная с одиннадцатого (табл. 75).

Результаты выполненного расчета по случайно набранным пунктам образования древесных отходов и их размещению и по теоретической формуле согласуются, что свидетельствует о возможности применения формулы (88) для оценочных расчетов.

Отраслевой порядок сбора, реализации и использования вторичного сырья в народном хозяйстве. Во исполнение постановления Госнаба СССР от 17 февраля 1982 г. в соответствии с утвержденным этим постановлением «Типовым порядком...» ВНИПИЭИлеспромом разработан и утвержден Минлесбумпромом СССР «Отраслевой порядок...», предназначенный для улучшения учета и повышения уровня использования вторичных ресурсов, образующихся на предприятиях Министерства.

1. Определение ресурсов вторичного сырья. Производственные объединения, предприятия определяют ресурсы всех видов вторичного сырья, образующегося в процессе производства и потребления, с использованием данных первичного учета объемов производства продукции, расхода сырья и материалов и утвержденных в установленном порядке норм и нормативов.

Номенклатура вторичного сырья, нормативы образования, сбора и использования уточняются министерством не реже одного раза в 5 лет.

Все виды вторичного сырья, в том числе и не вошедшие в номенклатуру, паспортизируются по нижеследующей форме.

Показатели паспортизации отходов производства и потребления (форма заполняется на каждый вид вторичного сырья)

Наименование вторичного сырья (отходы)
 ГОСТ или ТУ на вторичное сырье
 Производство (технологический процесс), в котором образуется вторичное сырье
 Классификационная группа, к которой относится вторичное сырье в соответствии с утвержденной номенклатурой

Показатели	Един. изм.	Годы					
		19 . . .		19 . . .		19 . . .	
		По плану	По факту	По плану	По факту	По плану	По факту
А	1	2	3	4	5	6	7

1. Образование отхода (в натуральных ед. изм.): за год, на единицу готовой продукции. 2. Использование отхода за год, всего; в том числе: а) на своем предприятии, всего; из них по направлениям: б) передано другим предприятиям, всего; из них (расшифровать предприятия и ведомства); в) сдано заготовительным организациям. 3. Не использовано отхода, всего (в натуральных ед. изм.), Из них: уничтожено (сожжено, сброшено в водоем и др.); удалено в организованные места складирования (отвалы; городские свалки и т. д.). 4. Цена реализации отхода (оптовая, розничная). 5. Затраты на уничтожение, складирование и др. 6. Выпуск продукции из отхода: наименование продукта, стоимость продукции (по оптовым ценам), тыс. руб. 7. Кому реализуется продукция: причины, препятствующие утилизации отхода, и мероприятия по их устранению:

Примечание. Все пункты относятся к графе «А».

Кроме отходов, образовавшихся за рассматриваемый период, в состав ресурсов включается переходящий их остаток на 1 января того же года (к переходящему остатку не относятся отходы, вывезенные к местам свалки и уничтожения).

Данные о выявленных ресурсах вторичного древесного сырья представляются предприятиями и объединениями по номенклатуре в адреса и сроки в соответствии с действующей статистической отчетностью (по форме № 2-тп, специальной). По другим видам отходов объединения и предприятия представляют информацию об имеющихся ресурсах в свои вышестоящие организации и одновременно в госснабы союзных республик или главные территориальные управления Госснаба СССР, в районе деятельности которых они находятся, один раз в год в сроки, установленные для представления годового отчета.

На основе показателей отчетности и данных, полученных от подведомственных предприятий, объединений и министерств союзных республик, Планово-экономическое управление совместно с главными управлениями, производственными управлениями и Управлением лесоснабжения определяет номенклатуру и объем вторичного сырья, возможного к сбору, наиболее эффективные

направления его использования и представляет их в Госплан СССР и Госснаб СССР применительно к порядку и срокам формирования государственного плана и социального развития СССР, а также планов Министерства.

Планирование сбора и использования вторичного сырья. Министерства союзных республик и объединения, исходя из социально-экономических задач народного хозяйства на длительную перспективу, комплексной научно-технической программы и отраслевых прогнозов образования и использования важнейших видов отходов производства и потребления, предусматривают в проектах основных направлений экономического и социального развития на 10 лет показатели образования, сбора и использования важнейших видов вторичного сырья (по пятилеткам), которые обобщаются ПЭУ Министерства совместно с Управлением лесоснабжения.

Предприятия, объединения, Министерства союзных республик при определении потребности в материальных ресурсах в проектах пятилетних и годовых планов экономического и социального развития исходят из необходимости первоочередного использования вторичного сырья как образующегося у них, так и поступающего из других источников.

Минлесбумпром СССР, Министерства союзных республик при формировании материальных балансов и планов распределения сырья и материалов по установленной номенклатуре предусматривают в балансах ресурсы по соответствующим видам отходов производства, а в планах распределения продукции по фондодержателям Минлесбумпрома СССР определяют отдельной строкой объем использования соответствующих видов вторичного сырья.

При формировании материальных балансов и планов распределения продукции по фондодержателям в них указываются (в том числе) отдельной строкой приведенные объемы использования соответствующих видов вторичного сырья (включая объемы, направляемые на формирование производственных запасов), которые определяют на основе норм расхода (использования) и запасов; а также коэффициентов взаимозаменяемости и первичного сырья. При этом учитываются экономическая целесообразность, эффективность использования отходов производства и потребления, достигнутый уровень техники и технологии их переработки.

При разработке новых технологий и видов продукции (в том числе намечаемых к производству на новых предприятиях, а также на действующих предприятиях, где осуществляется расширение, реконструкция и техническое перевооружение) в составе проектно-сметной, конструкторской и технологической документации должны предусматриваться технические решения по использованию возникающих отходов с приложением нормативов их сбора и использования,

Предприятия, объединения, Министерства союзных республик при определении потребности и выделении фондов (лимитов) на материальные ресурсы по установленной номенклатуре предусматривают в первую очередь использование соответствующих объемов вторичного сырья и местных ресурсов. Объемы предусматриваемых к вовлечению вторичных материальных ресурсов не должны быть меньше заданий, доведенных в установленном порядке вышестоящими организациями.

Минлесбумпром СССР один раз в 5 лет утверждает и периодически пересматривает перечень продукции производственно-технического назначения и товаров народного потребления, при изготовлении которых на предприятиях отрасли должны использоваться соответствующие виды вторичного сырья.

Сбор и подготовка к реализации и использованию вторичного сырья. Для обеспечения сбора, транспортировки, складирования отходов, их сортировки и подготовки к производственному потреблению на каждом предприятии, объединении в соответствии с отраслевым порядком сбора, реализации и использования вторичного сырья определяются:

структурные подразделения, отдельные работники, ответственные за планирование, организацию сбора, подготовку и использование вторичного сырья, транспорта к местам потребления;

трудовые нормативы для работников, непосредственно занятых сбором и обработкой образующихся отходов;

порядок учета производственных затрат, связанных со сбором отходов, их сортировкой и подготовкой к реализации или использованию на собственные нужды, а также к вывозу в места хранения или уничтожения;

технологический регламент, обеспечивающий полный сбор образующихся отходов, исключение их смешивания и загрязнения; обеспечение сортировки, прессования, упаковки и других видов обработки в соответствии с нормативно-технической документацией; создание оборудованных мест хранения, обеспечивающих сохранность качества и возможность накопления вторичного сырья, механизацию погрузочно-разгрузочных работ, контейнеризацию и пакетирование перевозок.

Результаты работы по выявлению ресурсов, сбору, транспортировке и реализации вторичного сырья учитываются при подведении итогов деятельности и социального соревнования.

Вторичное сырье, подлежащее сдаче заготовительным органам или реализации потребителю, должно соответствовать требованиям действующих стандартов (ТУ) и быть согласованным с потребителями условиями договора (рассортировано и складировано по группам, маркам и сортам, очищено от примесей и т. д.).

Реализация вторичного сырья. Министерство союзных республик, всесоюзные и производственные объединения сообщают

подведомственным объединениям и предприятиям и соответствующим территориальным органам системы Госснаба СССР плановые задания по сбору, использованию или реализации вторичного сырья в установленные сроки. При этом в заданиях по использованию предусматриваются объемы конкретных видов вторичного сырья:

используемых внутри предприятия, объединения; передаваемых другим предприятиям, объединениям Минлесбумпрома СССР; поставляемых предприятиям (объединениям, организациям) других отраслей народного хозяйства; подлежащих сдаче заготовительным организациям.

По установленной номенклатуре план сдачи вторичного сырья доводится до предприятий, объединений госснабами союзных республик и главными территориальными управлениями Госснаба СССР.

Поставка вторичного сырья, распределяемого в плановом порядке, осуществляется предприятиями, объединениями в соответствии с договорами, заключенными на основании плановых актов. При этом для крупных стабильных потребителей вторичного сырья поставки должны предусматриваться в порядке длительных хозяйственных связей.

Плановые акты на поставку вторичного сырья выдаются, и договоры заключаются в порядке и сроки, установленные Положением о поставках продукции производственно-технического назначения и соответствующими особыми условиями поставки.

Предприятия, объединения, организации в случае реализации вторичного сырья самостоятельно по договорам с потребителями ввиду отсутствия плановых заданий после предъявления ресурсов сообщают о поставках соответствующим территориальным органам системы Госснаба СССР.

Предприятия, объединения и организации могут осуществлять на договорных началах кооперирование по разработке накопленных запасов вторичного сырья, а также обработке и переработке образующихся отходов производства и потребления.

Министерства союзных республик, всесоюзные объединения подготавливают предложения Минлесбумпрому СССР по терминам и определениям для внесения соответствующих предложений Госстандарту и Госснабу СССР с указанием согласованных в установленном порядке кодов (по общесоюзному классификатору продукции) на виды вторичного сырья, образующегося в отрасли.

Ответственность за выполнение работ по сбору, реализации и использованию вторичных ресурсов возлагается на руководителей предприятий, производственных объединений и филиалов, а контроль за выполнением работ — на планово-экономические и производственные управления министерств союзных республик и Минлесбумпрома СССР.

Нормативы сбора, использования и переработки вторичного сырья. В соответствии с заданием Госснаба СССР разработаны и внедрены следующие нормативы по вторичному сырью: нормативы сбора; нормативы использования; нормативы переработки. Методические рекомендации по определению нормативов разработаны Всесоюзным институтом вторичных ресурсов (ВИВР) Госснаба СССР. Отраслевые нормативы сбора, использования и переработки вторичного сырья и разрабатываемые на их основе соответствующие нормативы предприятий определяются применительно к особенностям деятельности лесной, целлюлозно-бумажной и деревообрабатывающей промышленности с учетом последних достижений науки и техники и опыта передовых предприятий. Они должны способствовать снижению материальных затрат в себестоимости продукции при соблюдении установленных требований к ее качеству.

Нормативы сбора вторичного сырья призваны обеспечить наиболее полный сбор и использование отходов производства и потребления на нужды народного хозяйства с учетом технической возможности и экономической целесообразности, а также структуры производства и потребления сырья и материалов.

Норматив сбора охватывает ту часть вторичного сырья, которая должна быть собрана для последующей переработки и использования как внутри данного предприятия, объединения, министерства, так и в других отраслях народного хозяйства; норматив сбора выражается в процентах к количеству потребляемых соответствующих видов первичного сырья и материалов, при переработке которых образуется вторичное сырье. В отдельных случаях, если вторичное сырье образуется при переработке нескольких видов первичного сырья, норматив сбора может выражаться в процентах к объему продукции.

Норматив сбора вторичного сырья определяют по формуле

$$H_{сб} = (B_1 + B_2) / П_1 \cdot 100, \quad (91)$$

где B_1 — объем вторичного сырья, образовавшегося на предприятии, в объединении, министерстве при производстве данного вида продукции, подлежащий использованию в пределах предприятия, объединения, отрасли; B_2 — объем вторичного сырья предприятия, объединения, министерства, подлежащего использованию на других предприятиях, объединениях, министерствах своей и других отраслей; $П_1$ — объем сырья, при переработке которого образуется вторичное сырье данного вида. В отдельных случаях под $П_1$ понимается объем продукции, при производстве которой образуется вторичное сырье данного вида.

Уровень сбора вторичного сырья представляет собой часть общих ресурсов каждого их вида, подлежащую внутриотраслевому и внеотраслевому использованию, и определяется по формуле

$$У_{сб} = (B_1 + B_2) / B_0 \cdot 100, \quad (92)$$

где B_0 — общие ресурсы вторичного сырья данного вида, определяемые исходя из объемов используемого сырья и материалов и нормативов образования вторичного сырья из них.

Нормативы использования и переработки призваны обеспечить рациональное распределение по направлениям потребления отдельных видов вторичного сырья с целью обеспечения максимальной экономии материальных ресурсов.

Норматив использования вторичного сырья представляет собой часть общего объема сырья, используемого для выработки данного продукта, и определяется по формуле

$$H_{исп} = (B_1 + B_3) / P_2 \cdot 100, \quad (93)$$

где B_3 — объем вторичного сырья, поступившего в отрасль извне и подлежащего использованию для выработки данного вида продукта; P_2 — общий объем сырья, включая и вторичное, используемого для выработки данного вида продукта.

Норматив переработки вторичного сырья представляет собой часть общих ресурсов каждого их вида, которая подлежит внутриотраслевому (в пределах предприятия, объединения, министерства) использованию и определяется по формуле

$$H_{п} = B_1 / B_0 \cdot 100. \quad (94)$$

Таким образом, рассмотренные нормативы отражают уровень использования вторичного сырья относительно первичного, из которого он образовался, общих объемов вторичных древесных ресурсов и долю вторичного сырья в структуре сырья для выработки данного вида продукции. Во всех случаях под влиянием научно-технического прогресса нормативы должны увеличиваться до предельно возможной величины, за исключением норматива сбора, который может изменяться в зависимости от структуры вырабатываемой основной продукции.

5. Определение норм расхода (удельных расходов) древесного сырья

Исходными данными для определения ресурсов древесных отходов лесопиления и деревообработки при планировании их использования являются нормы расхода сырья, а для анализа фактического состояния использования древесных отходов на технологические цели, топливные нужды и реализации на сторону пользуются данными об удельном расходе древесного сырья на единицу продукции, которые могут отличаться от норм расхода по различным причинам.

Основная задача нормирования расхода древесного сырья — разработка и внедрение научно обоснованных прогрессивных норм расхода с целью обеспечения наиболее рационального и эффективного использования сырья.

Под нормой расхода понимают максимально допустимый расход сырья для изготовления единицы продукции определенного качества с учетом планируемых организационно-технических условий производства.

Нормативы представляют собой поэлементные составляющие норм расхода сырья (т. е. нормы расхода складываются из нормативов выхода продукции, образования отходов и безвозвратных потерь).

В нормы расхода включается сырье в объеме готовой продукции, технологические отходы и потери сырья в виде опилок, стружки, горбылей, реек, отрезков пиломатериалов.

Потери сырья от некачественной сушки древесины, нарушения технологических режимов обработки, отклонения размеров деталей и норм допусков на обработку и сушку сырья по сравнению с нормами по стандартам и техническим условиям, нерационального раскроя сырья, выпуска брака, порчи при транспортировании и хранении, а также расход на упаковку готовой продукции в норму расхода сырья не включаются.

Нормы расхода сырья и материалов можно классифицировать по следующим показателям: степени агрегирования — на индивидуальные и групповые, специфицированные и дифференцированные (пооперационные), заводские (фабричные), отраслевые и межотраслевые; периоду действия — на оперативные (текущие), годовые и перспективные.

Индивидуальные нормы определяют опытно-производственным способом на выработку каждого вида продукции из каждого вида сырья.

Заводские нормы представляют собой средневзвешенную величину из индивидуальных норм и могут меняться в зависимости от номенклатуры выпускаемой продукции и структуры потребляемого сырья при неизменных индивидуальных нормах.

Групповые нормы представляют собой средневзвешенные величины по группам предприятий, выпускающих одноименную продукцию в идентичных условиях.

Специфицированные нормы наиболее конкретны и определяют расход каждой разновидности сырья (материалов), но при необходимости номенклатуру сырья (материалов) можно несколько укрупнить по номенклатурным группам, видам или категориям.

Дифференцированные нормы являются наиболее подробными и определяют расход сырья (материалов) на каждой стадии технологического процесса обработки.

Отраслевые и межотраслевые нормы представляют собой средневзвешенные величины, зависящие от соотношения объемов продукции, изготавливаемой всеми предприятиями в различных технических и организационных условиях, чем и отличаются от групповых.

Ниже приведены способы определения расхода древесного сырья в некоторых наиболее характерных производствах.

Лесопиление. Норму расхода пиломатериалов определяют на основе нормативов выхода пиломатериалов в зависимости от размерно-качественного состава сырья, планируемого ассортимента пиломатериалов и внедрения организационно-технических мероприятий по повышению выхода продукции. Нормативы разработаны общесоюзные и для отдельных районов страны: европейской части СССР, Урала, Сибири, Дальнего Востока. На предприятии норму расхода сырья на производство 1 м³ пиломатериалов рассчитывают в следующей последовательности.

1. Определяют нормативный выход пиломатериалов по формуле:

$$B = 0,01 \sum_{i=1}^n B_i \gamma_i,$$

где B_i — норматив выхода пиломатериалов из сырья каждой размерно-качественной группы, %; γ_i — удельный вес бревен каждой размерно-качественной группы в общем объеме сырья, %; n — количество размерно-качественных групп.

Размерно-качественный состав сырья устанавливают по фактическим данным предшествующего года.

2. Определяют норму расхода сырья на 1 м³ обезличенных пиломатериалов по формуле

$$H = 100/B.$$

3. При одновременном выпуске необрезных хвойных и обрезных лиственных пиломатериалов их выход определяют по формулам:

$$B_{\text{хв. необр}} = B_{\text{хв. обр}} 1,25; \quad B_{\text{л. обр}} = B_{\text{л. необр}} / 1,25,$$

где 1,25 — коэффициент перевода обрезных пиломатериалов в необрезные.

Затем рассчитывают норму расхода сырья на необрезные хвойные и обрезные лиственные.

$$H_{\text{хв. необр}} = 100/B_{\text{хв. необр}}; \quad H_{\text{л. обр}} = 100/B_{\text{л. обр}}.$$

Посортный выход пиломатериалов необрезных хвойных и обрезных лиственных не определяют.

4. Для предприятия в целом определяют индивидуальную групповую норму расхода сырья на 1 м³ пиломатериалов всех видов и пород, а также по группам последних, т. е. хвойных, мягколиственных и твердолиственных.

$$H_{\text{гр}} = \left(\sum_{i=1}^k H_{\text{гр}i} Q_{\text{гр}i} - \sum_{j=1}^n \varepsilon_j \right) / \sum_{i=1}^k Q_{\text{гр}i},$$

где $H_{\text{гр}i}$ — подгрупповая норма расхода сырья на i -й вид (подгруппу) пиломатериалов; $Q_{\text{гр}i}$ — объем пиломатериалов i -го

вида; $\sum_{j=1}^n \Delta_j$ — общая экономия от внедрения мероприятий; n — число внедренных мероприятий; k — количество подгрупп древесного сырья.

Нормативы выхода хвойных пиломатериалов (внутрисоюзного потребления) и индивидуальные нормы расхода сырья приведены в табл. 76.

В настоящее время для оценки рационального использования сырья в лесопилении применяют показатели его комплексного использования.

Комплексное использование древесного сырья характеризуется выпуском продукции в объемном и стоимостном выражении, отнесенным к объему или стоимости перерабатываемого сырья.

Комплексное использование сырья в объемном выражении определяют по формуле

$$K_1 = (V_n + V_{щ} + V_{оп} + V_{кб} + V_p + V_{п.э}) / V_c,$$

где V_n — валовой выпуск пиломатериалов, м³; $V_{щ}$ — объем технологической щепы всех видов, м³; $V_{оп}$ — опилки, используемые на технологические цели; $V_{кб}$ — пилопродукция культурно-бытового назначения и хозяйственного обихода, вырабатываемая из кусковых отходов, м³; V_p — отходы (кусковые, мягкие), реализованные на сторону, м³; $V_{п.э}$ — отходы (кусковые, мягкие), использованные для производства пара и электроэнергии, м³; V_c — объем распиленного сырья, м³.

Показатель комплексного использования сырья в стоимостном выражении отражает качественную сторону вырабатываемой продукции и определяется по формуле

$$K_2 = (C_n + C_{щ} + C_{оп} + C_{кб} + C_p + C_{п.э}) / C_c,$$

где C_c — стоимость распиленного сырья, р.; C_n — стоимость валового объема пиломатериалов, р.; $C_{щ}$ — стоимость технологической щепы, р.; $C_{оп}$ — стоимость опилок, используемых на технологические цели, р.; $C_{кб}$ — стоимость пилопродукции культурно-бытового назначения и хозяйственного обихода, р.; C_p — стоимость отходов, реализуемых на сторону, р.; $C_{пэ}$ — стоимость отходов, используемых для производства пара и электроэнергии, р.

Показатель использования кусковых отходов на производство технологической щепы определяется по формуле

$$K_3 = V_{щ} / V_k,$$

где V_k — объем кусковых отходов (горбыли, рейки, отрезки пиломатериалов), м³.

Показатель использования отходов определяется по формуле

$$K_4 = (V_{щ} + V_{оп} + V_p + V_{окб} + V_{п.э} + V_{жк} + V_{отс.щ}) / V_{отх},$$

где $V_{окб}$ — объем отходов, переработанных на продукцию культурно-бытового назначения и хозяйственного обихода, м³; $V_{жк}$ —

76. Нормативы выхода хвойных обрезных пиломатериалов
(по ГОСТ 8486—66)*, %

Пиломатериалы	При диаметре сырья' 14 . . . 24 см для сортов				При диаметре сырья 26 см и более для сортов			
	1-го	2-го	3-го	4-го	1-го	2-го	3-го	4-го
Союзные								
Длиной 1 м и более по сортам:								
0-го	7,0	2,6	1,0	2,0	15,4	5,9	1,9	3,0
1-го	16,0	9,8	4,8	5,0	14,9	12,0	7,0	6,2
2-го	16,4	13,2	6,9	9,5	9,6	11,6	10,4	6,7
3-го	12,8	21,3	30,5	16,1	11,7	17,6	24,0	16,4
4-го	6,1	10,6	14,5	20,3	9,4	13,2	17,1	22,5
Длиной 0,5 . . . 0,9 м	0,8	0,8	0,6	0,8	1,0	1,0	0,9	0,8
Обапол	1,8	1,9	1,8	2,2	2,3	2,2	2,0	2,5
В с е г о пиломатериалов	60,9	60,2	60,1	55,9	64,3	63,5	63,3	58,1
Норма расхода сырья, м ³ /м ³	1,642	1,661	1,664	1,789	1,555	1,575	1,580	1,721

Для европейской части СССР

Длиной 1 м и более по сортам:								
0-го	6,6	3,5	1,2	1,5	13,2	4,4	1,3	1,2
1-го	17,3	13,0	8,2	5,1	17,3	13,8	9,4	8,4
2-го	21,0	13,4	9,1	14,6	12,5	12,5	13,2	8,9
3-го	8,1	17,6	25,0	14,6	11,7	17,8	21,6	17,3
4-го	3,5	8,3	13,0	17,1	6,3	11,7	15,5	20,4
Длиной 0,5 . . . 0,9 м	1,1	1,1	0,8	0,9	1,2	1,3	1,1	1,0
Обапол	2,1	2,1	1,9	2,8	2,4	2,1	1,9	2,4
В с е г о пиломатериалов	59,7	59,0	59,2	56,6	64,7	63,6	64,0	59,6
Норма расхода сырья, м ³ /м ³	1,675	1,695	1,689	1,767	1,546	1,572	1,563	1,678

Для Сибири и Дальнего Востока

Длиной 1 м и более по сортам:								
0-го	6,4	1,2	0,2	3,0	20,5	8,6	2,2	4,9
1-го	14,7	6,2	0,4	5,7	14,0	12,3	4,8	4,3
2-го	12,4	13,5	5,0	4,5	6,2	12,3	8,6	4,9
3-го	18,5	24,2	38,5	16,1	7,8	13,8	25,4	16,1
4-го	8,9	15,1	15,5	23,7	12,7	13,3	18,9	23,6
Длиной 0,5 . . . 0,9 м	0,2	0,2	0,2	0,2	0,6	0,6	0,5	0,5
Обапол	1,0	1,0	1,1	1,0	2,0	2,0	1,9	1,9
В с е г о пиломатериалов	62,1	61,4	60,9	54,2	63,8	62,9	62,3	56,2
Норма расхода сырья, м ³ /м ³	1,610	1,629	1,642	1,845	1,567	1,590	1,605	1,779

* Подробные сведения о выходе пиломатериалов и расходе приведены в «Руководящих технико-экономических материалах по нормированию расхода сырья и материалов в производстве пиломатериалов». — Архангельск. — 1983. — 194 с.

отходы, использованные на нужды жилищно коммунального хозяйства; $V_{отс. щ}$ — отсев щепы, используемой на технологические, топливные нужды или реализуемой на сторону; $V_{от. об}$ — общий объем отходов (кусковых и мягких), м³.

Аналогичные показатели с некоторыми видоизменениями применяют для определения комплексного использования сырья в деревообрабатывающих производствах.

Фанерное производство. Качественный и количественный выход шпона зависит от ряда факторов, в том числе от угловых параметров резания, обжима шпона в процессе резания, правильной установки ножа относительно оси шпинделя, толщины вырабатываемого шпона, скорости резания, качества сырья и др.

Погрешность формы чурака и неточности его установки между шпинделями вызывают не полную переработку всей, пригодной для выработки шпона древесины, содержащейся в чураке. В связи с этим в поперечном сечении чурака рассматривают четыре зоны.

1. Зона шпона-рванины, из которой при лущении чурака получается кусковый шпон неопределенных размеров. Объем этой зоны зависит от сбежистости чурака, формы его поперечного сечения, искривленности продольной оси (кривизны) и составляет 21...23 % объема чурака.

2. Зона длинных кусков, ширина шпона из которой равна длине чурака, а длина меньше длины окружности чурака. Размер этой зоны зависит от эллипсности сечения и точности базирования чурака и составляет 4...5 % последнего.

3. Зона форматного шпона, из которой получают непрерывную ленту шпона шириной, равной длине чурака, а длиной, определяемой диаметром чурака и толщиной шпона. Объем, заключенный в этой зоне, составляет 60...64 % объема чурака.

4. Зона карандаша, который неизбежно остается после лущения чурака. Диаметр этой зоны зависит от наличия пороков в древесине, диаметра и длины чурака и составляет 11...13 % объема чурака. При использовании ограничителей прогиба чурака в конце лущения диаметр остающихся карандашей от станков легкого типа составляет 50...55 мм, среднего — 70...100 мм.

Ввиду неопределенности формы чурака объемы каждой из указанных зон не поддаются аналитическому определению, и поэтому на практике пользуются эмпирическими формулами.

Объем кусков, имеющих длину, равную длине чураков (зона 2), определяют по формуле

$$V_{к. ш} = \frac{\pi d_{ч}^2 l_{ч}}{4 \times 10^4} (K_{в}^2 - K_{л}^2) \text{ м}^3.$$

Объем форматного шпона из зоны 3 — по формуле

$$V_{ф. ш} = \frac{\pi l_{ч}}{4 \times 10^4} (K_{л} d_{ч}^2 - d_{к}^2) \text{ м}^3,$$

где $l_ч$ — длина чурака, м; $d_ч$ — диаметр чурака в верхнем торце, см; $K_в$ — коэффициент суммарного выхода форматного и кускового шпона из зоны 2 (табл. 77); $K_л$ — коэффициент выхода форматного шпона (табл. 77); $d_к$ — диаметр карандаша, см.

Диаметры остающихся карандашей определяют по формулам:

для сырья 1-го сорта

$$d_к = d_0 - (0,275 - 0,245d_ч^2) 10^{-4} - 0,195 \cdot 10^{-6}d_ч^3;$$

для сырья 2-го сорта

$$d_к = d_0 - (0,275 - 0,26d_ч^2) 10^{-4} - 0,12 \cdot 10^{-6}d_ч^3;$$

для сырья 3-го сорта

$$d_к = d_0 - (0,21 - 275d_ч^2) 10^{-4} - 0,08 \cdot 10^{-6}d_ч^3,$$

где d_0 — диаметр кулачков, см.

Общий выход шпона составит

$$V_{ш} = V_{кш} + V_{фш} = \frac{\pi l_ч}{4 \times 10^4} (K_в^2 d_ч^2 - d_к^2).$$

Объем карандаша, остающегося после лущения чурака, определяется по формуле

$$V_к = \frac{\pi d_к^2}{4 \times 10^4} l_ч \text{ м}^3,$$

и объем шпона-рванины из одного чурака

$$V_р = V_ч - (V_{ш} + V_к) \text{ м}^3.$$

где $V_ч$ — объем чурака, определяемый по ГОСТ 2708—75, м³.

77. Значения коэффициентов $K_в$ и $K_л$ для березовых чураков, 1,6 м (рассортированных по ГОСТ 9462—71)

Диаметр чурака, см	$K_в$ для чураков сорта			$K_л$ для чураков сорта		
	1-го	2-го	3-го	1-го	2-го	3-го
16	0,891	0,885	0,879	0,849	0,841	0,831
18	0,94	0,888	0,880	0,853	0,845	0,834
20	0,897	0,891	0,882	0,857	0,849	0,837
22	0,900	0,894	0,884	0,861	0,853	0,839
24	0,902	0,896	0,885	0,864	0,856	0,840
26	0,904	0,898	0,886	0,886	0,857	0,841
28	0,905	0,899	0,886	0,867	0,858	0,842
30	0,906	0,900	0,887	0,868	0,859	0,842
32	0,906	0,900	0,887	0,868	0,859	0,842
34	0,907	0,901	0,887	0,868	0,859	0,842

78. Поправочные коэффициенты на длину чураков

Длина чураков, м	Коэффициент	Значения коэффициентов при удельном весе чураков, %							
		0	5	10	15	20	30	50	100
1,30	K_1	1	0,998	0,997	0,995	0,993	0,990	0,983	0,965
1,91	K_2	1	1,009	1,018	1,027	1,036	1,054	1,090	1,180
2,23	K_3	1	1,014	1,028	1,042	1,056	1,084	1,146	1,292
2,54	K_4	1	1,016	1,032	1,048	1,064	1,096	1,164	1,328

Расход сырья на производство фанеры определяется по нормам, определяемым исходя из пооперационных и индивидуальных норм расхода по маркам фанеры.

Индивидуальная норма расхода сырья на 1 м³ фанеры равна произведению пооперационных норм, т. е.

$$H = H_c H_{сш} H_{ш} \text{ м}^3/\text{м}^3,$$

где H_c — расход сырья на 1 м³ сырого шпона, м³; $H_{сш}$ — расход сырого шпона на 1 м³ сухого шпона, м³; $H_{ш}$ — расход сухого шпона на 1 м³ обрезной фанеры, м³.

$$H_c = 100 K_1 K_2 K_3 K_4 / (\gamma_1 / H_{с1} + \gamma_2 / H_{с2} + \gamma_3 / H_{с3}),$$

где K_1, K_2, K_3 и K_4 — поправочные коэффициенты на длину чурака, отличную от 1,6 м. Принимаются по табл. 78. $\gamma_1; \gamma_2; \gamma_3$ — удельные веса 1, 2 и 3-го сортов сырья, %.

$H_{с1}, H_{с2}, H_{с3}$ — нормативы расхода березового сырья 1, 2 и 3-го сортов длиной 1,6 м на 1 м³ сырого шпона, м³. Принимаются по табл. 79.

$$H_{сш} = 100 / (100 - U_c),$$

где U_c — тангенциальная усушка шпона, % (для березы 9 %, для сосны и ольхи 7,5 %. Тогда $H_{сш} = 1,099$ и 1,081 соответственно)

$$H_{ш} = K_{тп} / [(1 - U_{п}/100)(1 - O_{о.ф}/100)],$$

79. Нормативы расхода березового сырья на выработку сырого шпона

Диаметр чураков, см	Расход сырья, м ³ /м ³ , по сортам			Диаметр чураков, см	Расход сырья, м ³ /м ³ , по сортам		
	1-му	2-му	3-му		1-му	2-му	3-му
16	1,928	1,978	2,049	24	1,597	1,645	1,709
18	1,767	1,821	1,888	26	1,580	1,623	1,695
20	1,662	1,705	1,765	28	1,563	1,601	1,679
22	1,623	1,667	1,729	30	1,547	1,581	1,665

80. Упрессовка фанеры

Вид фанеры	Марка	Упрессовка, %, при изготовлении фанеры из		
		березы	сосны	ольхи
Для внутреннего потребления и экспортная	ФК	10	14,0	10,10
	ФБА	12	16,8	12,12
	ФСФ	16	22,4	16,16
Авиационная; клавишная, облицованная строганым шпоном	Всех марок	16	22,4	16,16
Декоративная	То же	20	28,0	20,20
Бакелизированная	»	30	42,0	30,30
Плиты фанерные	»	19	26,6	19,19

где $K_{тп}$ — коэффициент, учитывающий технологические потери и отходы на участке склеивания и обрезки фанеры; $U_{п}$ — упрессовка фанеры, включающая в себя и радиальную усушку шпона (5%), %, (табл. 80). $O_{о.ф}$ — отходы на обрезку фанеры по формату, %, (табл. 81).

$$K_{тк} = K_p K_l K_{ш},$$

где K_p — коэффициент, учитывающий потери и отходы при подготовке кускового шпона к ребросклеиванию (приведен ниже); K_l — коэффициент расхода сухого шпона на ленты для починки

81. Количество отходов при обрезке фанеры

Размеры листа фанеры, м				Количество отходов*, %
нарезанной		обрезной		
длина	ширина	длина	ширина	
2540	1600	2440	1525	8,43
2540	1300	2440	1220	9,70
2230	1600	2135	1525	8,74
1910	1600	1830	1525	8,67
1910	1300	1830	1220	10,07
1600	1600	1525	1525	9,16
1600	1300	1525	1220	10,58
1600	800	1525	725	13,59
1300	1300	1220	1220	11,95
1300	800	1220	725	15,00

* Для других форматов количества отходов принимают из расчета 40 мм на каждую кромку.

82. Расходные коэффициенты при выработке нестроганых деталей

Толщина деталей, мм	Вид сырья				
	Хвойные необрез- ные пиломатериалы по ГОСТ 8486-66	Необрезные пиломате- риалы мягколиственных пород (включая березу) 2 го и 3 го сортов по ГОСТ 2695-74	Сырье для механической переработки шпона		
			лиственных пород	хвойных пород	
6	1,61	1,97	4,51		4,19
8	1,50	1,86	4,26		3,96
10	1,42	1,78	4,08		3,76
13	1,38	1,70	3,97		3,67
16	1,22	1,46	3,79		3,53
19	1,22	1,46	3,72		3,46
22	1,22	1,46	3,63		3,38
25	1,22	1,46	3,59		3,34

форматных листов (приведен ниже); $K_{ш}$ — коэффициент потерь при шлифовке шпона (приведен ниже).

Потери сухого шпона на прирубку и прифуговку кусков перед ребросклеиванием

Количество кускового шпона, подлежащего ребросклеиванию, % общего объема сухого шпона	0	5	10	15	20
Коэффициент потерь кусков шпона (K_p)	1,0	1,007	1,015	1,023	1,030

Расход сухого шпона на ленты для починки форматных листов

Удельный вес починенного шпона в объеме всего сухого шпона, %	0	5	10	15	20	25
Коэффициент расхода сухого шпона (K_d)	1,0	1,002	1,004	1,006	1,008	1,010

Потери при шлифовке фанеры

Удельный вес шлифованной фанеры в общем объеме	0	25	50	75	100
Коэффициент потерь ($K_{ш}$)	1,0	1,02	1,04	1,06	1,08

Производство деревянной тары. Нормы расхода сырья на комплекты ящичной и бочковой тары определяются исходя из объемов деталей в чистоте и расходных коэффициентов, учитывающих отходы и потери, обусловленные установленной технологией производства, по формуле

$$H_T = VK_p \text{ м}^3,$$

где V — объем древесины в чистоте; K_p — расходный коэффициент, учитывающий отходы и потери при переработке древесины (принимается по табл. 82, 83).

Для определения расхода сырья целесообразно все данные свести в таблицу по нижеприведенной форме (табл. 84).

83. Расходные коэффициенты при выработке колотой клепки из деловой древесины

Осины, липы, сосны, ели толщиной 9...13 см при ее размерах, см		Расходный коэффициент, м³/тыс. шт.	Дуба для винных бочек толщиной 7...14 см при ее размерах, см		Расходный коэффициент, м³/тыс. шт.	Дуба общего назначения толщиной 10 см при ее размерах, см		Расходный коэффициент, м³/тыс. шт.
длина	ширина		длина	ширина		длина	ширина	
30...40	2,2...2,8	4,0	60...65	3,6	6,7	44	2,3	4,5
44...63	2,8	4,5	70...75	3,6	7,8	53	2,3	5,3
62...71	2,2...2,8	5,0	80...85	3,6	9,0	62	2,3...2,5	6,2
80...89	2,2...2,8	6,8	90...95	3,6	10,3	71	2,3...2,5	7,1
93...98	2,2...2,8	10,0	100...105	3,6	11,3	80	2,3...2,5	8,0
104 и более	2,2...2,8	10,0	110...115	3,6	14,0	89	2,3...2,5	8,9
—	—	—	—	—	—	98	2,3...2,5	10,0

84. Расчет расхода сырья на комплекты ящичной и боковой тары

Наименование детали	Размер, см			Количество, шт.	Объем в числе, м³	Расходный коэффициент	Потребный объем сырья, м³
	длина	ширина	толщина				

Торцовые стенки. Боковые стенки. Планки. Дно и крышка. Боковинки. Донники

Производство технологической щепы. Норма расхода сырья (низкокачественной древесины и древесных отходов) определяют по формулам

$$H_{щ} = 1 + m_0/m_{щ} \text{ или } H_{щ} = (a - b)/(A - b),$$

где m_0 — масса отсева щепы, кг; $m_{щ}$ — масса сортированной (технологической) щепы, кг; a и A — содержание щепы нормальной фракции в сортированной и несортированной щепе, %; b — содержание щепы нормальной фракции в отсеве, %.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алексин М. В., Синец В. С., Пижурин П. А. и др. Экономика энергоресурсов в лесной и деревообрабатывающей промышленности.— М.: Лесн. пром-сть, 1982.— 216 с.
2. Ануцин Н. П. Сорimentные и товарные таблицы.— М.: Лесн. пром-сть, 1981.— 536 с.
3. Брик М. И. Использование низкосортной древесины и отходов производства. Обзорная информация. — М.: ВНИПИЭИлеспром, 1984. Вып. 14.— 30 с.
4. Быков Е. Н. Технология и оборудование для переработки крон деревьев. Экспресс-информация.— М.: ВНИПИЭИлеспром, 1980. Вып. 17.— 12 с.
5. Демин К. А., Щегельман И. Р., Карасев В. П. Техника и технология механизированной заготовки пневого осмола. — М.: Лесн. пром-сть, 1983.— 120 с.
6. Дудин В. А., Исмаилова Е. Н. Технический уровень осмолозаготовительного производства, обзорная информация.— М.: ВНИПИЭИлеспром, 1980. Вып. 1.— 40 с.
7. Использование низкокачественной древесины и отходов лесозаготовок. Справочник.— М.: Лесн. пром-сть, 1971.— 248 с.
8. Казимиров Н. И. Ресурсы древесной зелени в нечерноземной зоне РСФСР// В сб./Проблемы кормового использования лесных ресурсов.— Л.: Изд-е уннв. 1979. 8—12 с.
9. Комплексная программа развития производства товаров народного потребления и сферы услуг на 1986—2000 гг.— М.: Политиздат, 1985.— 48 с.
10. Коперин Ф. И. и др. Производство технологической щепы в леспромохзах.— М.: Лесн. пром-сть, 1971.— 272 с.
11. Левин Э. Д., Репях С. М. Переработка древесной зелени.— М.: Лесн. пром-сть, 1984.— 120 с.
12. Вторичные материальные ресурсы лесной и деревообрабатывающей промышленности//Михайлов Г. М., Васильев В. С., Житомирский Б. П. и др. Справочник.— М.: Экономика, 1983.— 224 с.
13. Методические указания по определению объемов древесных отходов.— М.: ВНИПИЭИлеспром, 1984.— 16 с.
14. Михайлов Г. М., Гоголева Н. П. Пути улучшения использования биомассы дерева, разработанные в США. Экспресс-информация по зарубежным источникам.— М.: ВНИПИЭИлеспром, 1979.— 20 с.
15. Михайлов Г. М., Белоусова Т. Я. Пути увеличения ресурсов древесного сырья за рубежом (обзор).— М.: ВНИПИЭИлеспром, 1977.— 40 с.
16. Михайлов Г. М., Лещинская А. Ф. Эффективность улучшения структуры использования дров и отходов на топливо/Сб. науч. тр.— М.: ВНИПИЭИлеспром, 1979.— 63...70 с.
17. Михайлов Г. М., Лещинская А. Ф., Кузин К. М., Малютин Б. П. Пути повышения эффективности использования отходов окорки. Обзорная информация.— М.: ЦНИИТЭИМС, 1981. Вып. 10.— 40 с.
18. Михайлов Г. М., Плотников Ю. В. Качество щепы из целых деревьев и отходов лесозаготовок. Экспресс-информация по зарубежным источникам М.: ВНИПИЭИлеспром, 1979.— 16 с.
19. Михайлов Г. М. Пути повышения использования вторичного древесного сырья//Сб. науч. тр.— М.: ВНИПИЭИлеспром, 1984.— 4...16 с.
20. Новоселов Ю. М. Механизация осмолозаготовок.— М.: Лесн. пром-сть, 1984.— 232 с.
21. Новоселов Ю. М., Домрачев В. И., Рублев В. Я., Сапожников Э. И. Машины и механизмы по заготовке и переработке пневой древесины с торфяных полей. Обзорная информация.— М.: ЦНИИТЭИСтроймаш, 1983. Вып. 3. 48 с.
22. Попов Н. И., Цывин М. М., Пашенко Ю. А. Оборудование для переработки отходов лесопиления на технологическую щепу. Обзорная информация.— М.: ВНИПИЭИлеспром, 1986. Вып. 13.— 40 с.

23. **Руководящие** технико-экономические материалы по нормированию расхода сырья и материалов в производстве пиломатериалов.— Архангельск: ЦНИИМОД. 1983.— 196 с.
24. **Руководящие** технические материалы по производству технологической щепы из отходов лесопиления. Архангельск, ЦНИИМОД, 1984.— 88 с.
25. **Руководство** по производству технологической щепы в условиях лесосеки.— Химки: ЦНИИМЭ, 1982.— 32 с.
26. **Рушнов Н. П., Пряхин Е. А.** Переработка древесины на щепу на нижних складах леспромхозов. Обзорная информация.— М.: ВНИПИЭИлеспром, 1985. Вып. 19.— 48 с.
27. **Сударев В. Г., Панков Е. В.** Комплексное использование древесного сырья. Экспресс-информация — М.: ВНИПИЭИлеспром, 1985. Вып. 2.— 40 с.
28. **Телишевский Д. А.** Совершенствовать структуру производства//Лесное хозяйство.— 1984.— № 10.— С. 10—12.
29. **Техника и технология** заготовки пневой древесины//Материалы седьмого заседания советско-финской рабочей группы.— Петрозаводск, 1983.— 15 с.
30. **Томчук Р. И., Грищенко А. В., Задорожный Б. В.** Определение древесной биомассы и объемов использования элементов кроны. Обзорная информация.— М.: ВНИПИЭИлеспром, 1984. Вып. 10.— 36 с.
31. **Тюрин А. В., Науменко И. М., Воропанов П. В.** Лесная вспомогательная книжка.— М.: Гослесбуиздат, 1956.— 562 с.
32. **Mellko M., Mäkelä M.** Hakkuutände teollisuuden raaka-aineena.— Helsinki: 1978.— 24 с.
33. **Logging and Sawmilling Journal (Canada).**—1983.— No 9.— с. 23—24.
34. **Pulp and Paper.**— 1985, 86.— N 10.— с. 35 . . 38.
35. **USDA.** Forest Service Research Note, SNJ—261.— 1979.
36. **Sahamies (Финл).**— 1978.— No 1.— с. 12 . . 14.
37. **Sahamies (Финл).**— 1978.— No 2.— с. 32 . . 36.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
<i>Глава I</i>	
ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О НИЗКОКАЧЕСТВЕННОЙ ДРЕВЕСИНЕ И ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДАХ	5
<i>Глава II</i>	
ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НИЗКОКАЧЕСТВЕННОЙ ДРЕВЕСИНЫ И ОТХОДОВ	31
<i>Глава III</i>	
МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ НИЗКОКАЧЕСТВЕННОЙ ДРЕВЕСИНЫ И ОТХОДОВ	65
<i>Глава IV</i>	
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДРЕВЕСНОЙ КОРЫ	102
<i>Глава V</i>	
НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВСЕЙ БИОМАССЫ ДЕРЕВА	133
<i>Глава VI</i>	
ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НИЗКОКАЧЕСТВЕННОЙ ДРЕВЕСИНЫ И ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ	165
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	223