

ВВЕДЕНИЕ

Ниже приведено технологическое и техническое описание малого лесопильного производства. Понятие малое лесопиление включает в себя лесопильные предприятия мощностью от 50000 м³ до 100000 м³ распиливаемого в год пиловочника.

Технологическая и техническая оснащенность лесопильных предприятий, как правило, высокая. На лесопильных заводах применяется широкая гамма лесопильного оборудования как российского, так и зарубежного производства. Для малого лесопильного производства эффективно применение оборудования финской фирмы «KARA».

Крупные предприятия отводят большие производственные площади для сортировки сухих и сырых досок. Сортировочное и сушильное оборудование применяется финское («Tekma Wood», «Jartek»).

Качество производимой продукции на таких предприятиях соответствует современным требованиям как внутреннего, так и зарубежного рынков. Это определяет сложившаяся в настоящее время тенденция создания гибких производств, способных реагировать на всевозможные колебания рынка, что характерно для выбранного оборудования.

В предлагаемом производстве используются технологические решения, которые позволят выпускать различные разновидности пиломатериалов, в т.ч. с заданным потребителем наклоном волокон, например радиальные, из требуемых пород древесины, с заданной влажностью. Для достижения высокого качества производимой продукции предполагается использовать хорошо зарекомендовавшее себя оборудование иностранного и отечественного производства.

1. Характеристика пиловочного сырья

Сырьем для выработки продукции лесопильного производства служат пиловочные бревна. Их выпиливают из наиболее ценной части древесного ствола. По длине, толщине и качеству они должны удовлетворять определенным требованиям, например ГОСТ 9463-xx «ПИЛОВОЧНИК ХВОЙНЫЙ ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ» и ГОСТ 9462-xx «ПИЛОВОЧНИК ЛИСТВЕННЫЙ ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ». Требованиями (стандартами) также устанавливаются:

группы пиловочных бревен по диаметру;

длина пиловочных бревен, например для выработки хвойных пиломатериалов массового потребления от 4 до 6,5 м с градацией 0,5 м; лиственных от 3 м и выше с градацией 0,5 м; и т.п.

припуск по длине 3—6 см, который в расчет не принимается; при нарушении градации длину бревна определяют по ближайшей наименьшей длине, установленной в стандартах.

Одна из особенностей формы бревна — сбежистость, т. е. уменьшение толщины его от комлевого к вершинному торцу. Величину сбега измеряют уменьшением диаметра бревна в сантиметрах на 1 м длины. Сбежистость колеблется в значительных пределах, поэтому условно принят ее средний показатель. Для хвойных бревен при укрупненных расчетах принимают среднюю сбежистость 1%, т. е. считают уменьшение диаметра от комля к вершине равным 1 см на каждый метр

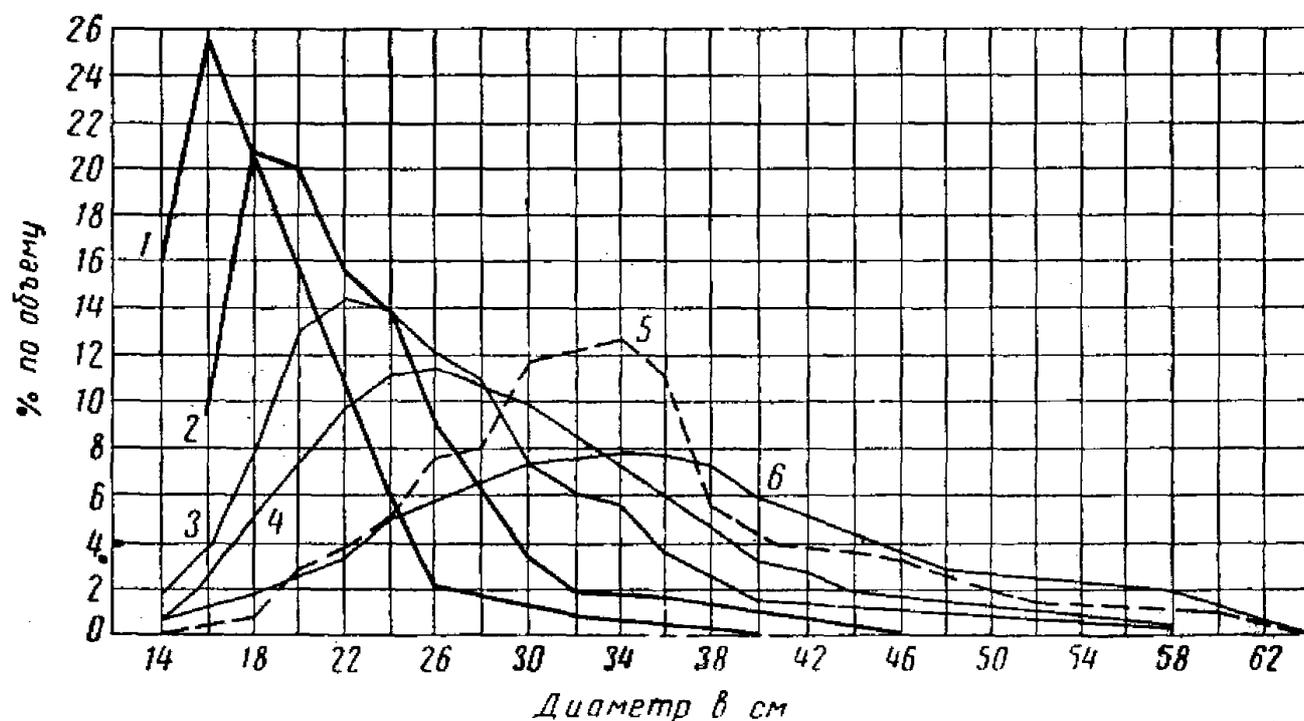
длины бревна. Принимаемый сбег для пиловочного сырья для наиболее распространенных в России насаждений II и III бонитетов:

Таблица 1.

Диаметр, см	Сбег, см/м	Диаметр, см	Сбег, см/м
14-18	0,8	36-38	1,25
20-22	0,9	40-42	1,35
24-26	1	44-46	1,45
28-30	1,1	48-50	1,55
32-34	1,15	52-54	1,65

Принятый средний диаметр для планируемого производства составит ориентировочно 28 см. Порода древесины – сосна, лиственница, береза. Средняя длина бревен поступающих в распиловку – 5,2 м (от 4 до 6,5 м).

Распределение размеров хвойного сырья для различных регионов России приве-



дено на диаграмме (рис.1).

Рис.1. Распределение бревен по толщине для разных районов России

1 - североевропейской части России; 2 - Карелия; 3 - Средняя Волга; 4 - Урала; 5 – Восточная Сибирь; 6 — Красноярский край

2. Характеристика продукции

В данном проекте планируется создать производство следующих видов продукции.

Пиломатериалы — это пилопродукция в виде досок, брусков и брусьев. К доскам и брускам относятся пиломатериалы толщиной до 100 мм, к брусьям—100 мм и более. Пиломатериалы шириной не более двойной толщины относятся к брускам,

а большей — к доскам. По степени обработки доски и бруски могут быть обрезными, односторонне обрезными и необрезными, а брусья двух-, трех- и четырехкантными.

Обрезными называются доски и бруски, у которых кромки опилены перпендикулярно пластям, а обзол не более допустимого. Односторонние обрезные доски и бруски имеют одну кромку, опиленную перпендикулярно пластям, и обзол на этой кромке не более допустимого в обрезном пиломатериале. Двухкантные брусья имеют две противоположные поверхности, обработанные пилением или фрезерованием, трех- и четырехкантные - соответственно три и четыре обработанные поверхности.

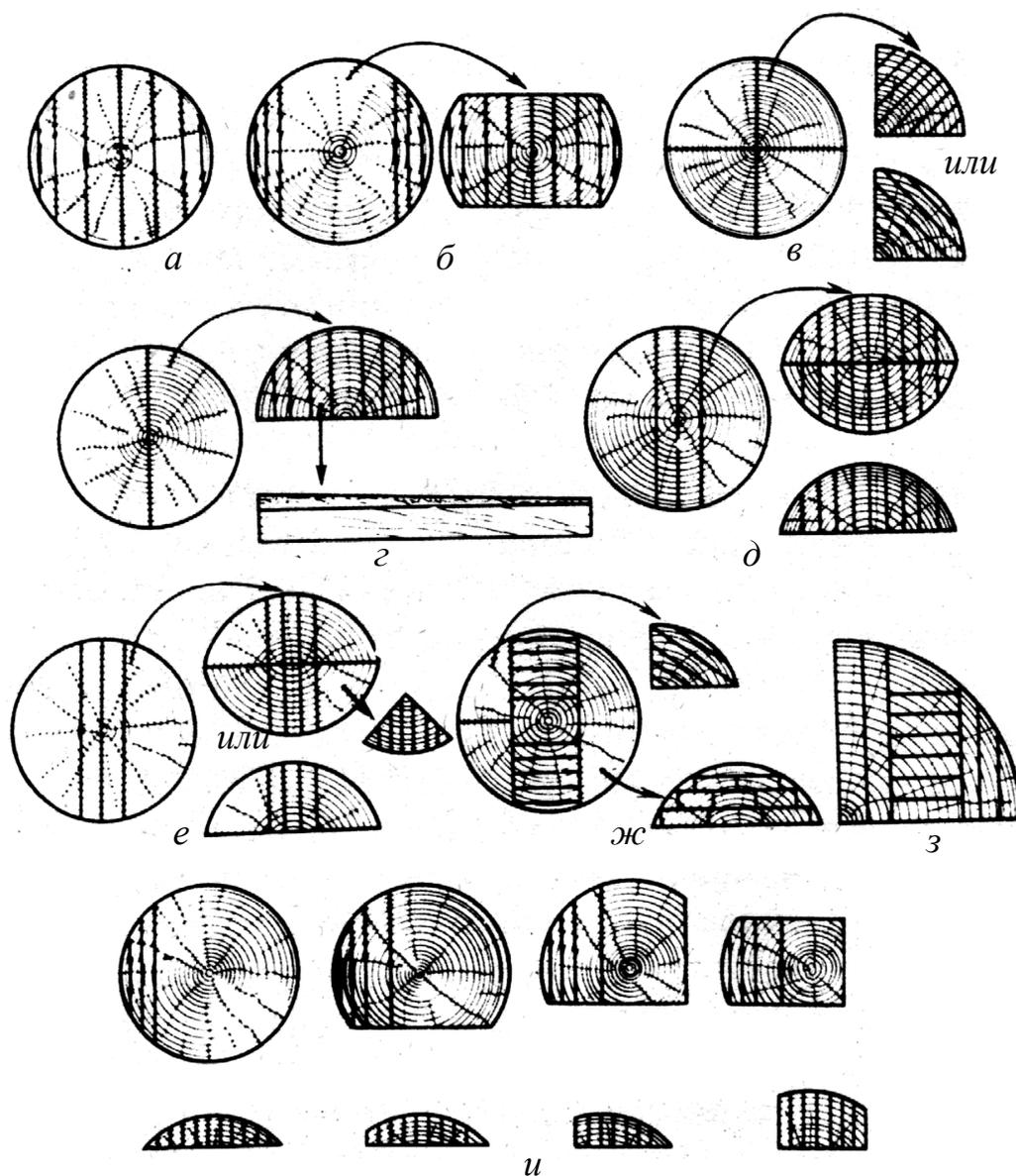


Рис.2. Способы раскроя бревен.

а – развальный; *б* – брусово-развальный; *в* – секторный; *г* – сегментный; *д* – развально-сегментный; *е* – развально-секторный; *ж* – брусово-сегментный; *з* – комбинированный развально-сегментный; *и* – круговой.

В зависимости от места выпилки из бревна пиломатериалы могут быть сердцевинными, центральными и боковыми. Сердцевинные пиломатериалы выпиляются из центральной части бревна и включают в себя сердцевину. К центральным относится каждая из двух смежных досок (брусков, брусьев), выпиленных из центральной части бревна и расположенных симметрично оси бревна. Боковые пиломатериалы выпиляются из боковой части бревна.

Заготовка из древесины - это пилопродукция с размерами и качеством, соответствующими изготавливаемым деталям и изделиям, и с припусками на обработку и усушку. Пиленые и калиброванные заготовки вырабатывают из пиломатериалов путем прирезки их применительно к требуемым размерам и качеству древесины деталей. По размерам заготовки подразделяются на досковые и брусковые.

В пиломатериалах и заготовках широкие поверхности называются пластами, узкие — кромками, а перпендикулярные им концевые — торцами. Пласты бывают наружные и внутренние, лучшие и худшие. Наружной считается пласт, более отдаленная от сердцевины бревна, а также любая из пластей, находящаяся на равном расстоянии от сердцевины. Внутренняя пласт — это пласт, менее отдаленная от сердцевины бревна.

По расположению пластей относительно годовых слоев пиломатериалы и заготовки могут быть радиальной, тангентальной или смешанной распиловки.

Обапол - это пилопродукция, полученная из боковой части бревна и имеющая пропиленную и непропиленную, или частично пропиленную поверхность.

Выпускаемые пиломатериалы в дальнейшем являются основным сырьем при производстве мебели и столярно-строительных конструкций. В связи с этим, у создаваемого предприятия имеются предпосылки для дальнейшего развития по углублению переработки древесного сырья, вплоть до готовой продукции.

Конечная продукция делится на продукцию специальной и смешанной распиловки. Ориентированная распиловка бревна – это распиловка со строго определенным направлением пропилов относительно годичных слоев древесины.

Для получения специальной продукции радиальной и тангенциальной распиловки, требующей четкой ориентации пластей досок относительно годичных слоев древесины, используют секторный (рис. 2, в), развально-сегментный (рис. 2, д), развально-секторный (рис. 2, е), брусково-сегментный (рис. 2, ж) и круговой (рис. 2, и).

Для выработки продукции со смешанным наклоном волокон относительно пластей – развальный (рис. 2, а), брусково-развальный (рис. 2, б) и сегментный (рис. 2, з) способы распиловки бревен.

При составлении поставок для получения радиальных пиломатериалов следует учитывать их особенные физико-механические свойства, связанные с особенностью расположения волокон, и проявляющиеся при дальнейших стадиях формирования сечений.

Усушка – неотъемлемое свойство древесины как ограниченно набухающего коллоида и характерный недостаток как материала. При уменьшении содержания связанной влаги, т.е. при влажности ниже 30 %, водная прослойка между микромицеллами сокращается и древесина усыхает. При увеличении в древесине коли-

чества свободной влаги (выше 30%) размеры клеток древесины остаются неизменными.

В связи с анизотропностью строения, усушка древесины неодинакова в различных направлениях. По длине волокон она наименьшая (0,1 % при удалении из древесины всей влаги). По направлению годовых слоев, т.е. в тангенциальном направлении, усушка наибольшая, 8-12 %. Усушка по радиусу ствола 4,5-8%, т.е. почти в 2 раза меньше, чем по направлению годовых слоев.

Усушка по торцевой площади, а также по объему сортамента примерно равна сумме усушек по радиальному и тангенциальному направлениям, независимо от формы досок. Вследствие большей усушки древесины в тангенциальном направлении, чем в радиальном, на торце бревна наблюдаются деформации. Доски, выпиленные из боковой части бревна (рис.3) и медленно высушенные в свободном состоянии, приобретут покоробленность.

Наибольшая удельная усушка по ширине обнаружится у тангенциальных боковых досок, а наименьшая – у сердцевинной. По толщине, наоборот, наибольшая усушка возникнет у кромок сердцевинной и несколько меньшая – у двух центральных досок (с сердцевинной на внутренней их пласти); наименьшие отклонения усушки по толщине будут у крайней боковой доски. В малой покоробленности половинок центральных и сердцевинной досок (рис.3) заключается положительное свойство радиальной распиловки. Такие половинки, с вырезкой сердцевинного бруска, приобретают по ширине почти в 2 раза меньшую усушку, чем вырезанные из боковой части бревна тангенциальные доски.

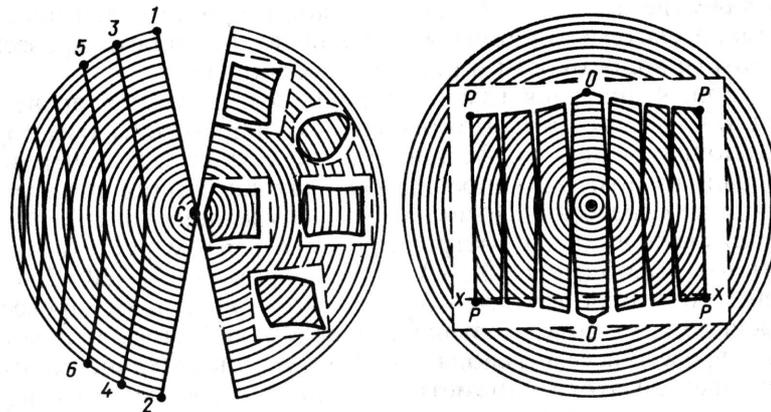


Рис.3. Поперечные деформации сортиментов, вырезанных в разных зонах бревна, и разных досок в поставе из-за усушки древесины.

Благодаря сохранению исходной формы после гидротермической обработки, радиальные пиломатериалы имеют высокий спрос на деревообрабатывающих предприятиях, занимающихся дальнейшей переработкой пиломатериалов.

3. Рынки сбыта и эффективность работы предприятия

Основными покупателями нашей продукции будут производители высококачественной мебели, оконных блоков и других видов столярно-строительных изделий, строительные организации и т.д.

Российский рынок также в настоящее время характеризуется существенным увеличением темпов роста гражданского строительства. Стремительно увеличивается спрос на высококачественные строительные материалы. В связи с этим в России созданы достаточные условия, при которых высокотехнологичное производство пиломатериалов европейского стандарта качества из отечественного сырья становится, несмотря на все трудности, достаточно рентабельным.

На европейском рынке также наблюдается устойчивый спрос на пиломатериалы специального напила. Связано это также с увеличением потребления деревянных конструкций в строительстве.

Преимуществами нашего предприятия являются:

- относительно невысокие капиталовложения в лесопильное оборудование;
- низкое суммарное энергопотребление по сравнению с другими типами лесопильных производств, что немаловажно при адаптации к действующим сегодня правилам распределения энергии на рынке и к ее стоимости;
- мобильность перенастройки оборудования по ходу процесса при изменении режимов пиления, что позволяет производить пиломатериалы, как специального напила, так и любые другие, согласующиеся с современными стандартами;
- перспективы дальнейшего расширения производства со значительным увеличением мощностей путем добавления отдельных единиц оборудования;
- поддержка высококвалифицированными специалистами, начиная с этапа проектирования и определения типа производства;
- в его месторасположении, так как Санкт-Петербург является удобно расположенным с точки зрения перевалки и транспортировки грузов пунктом для реализации продукции как за рубеж, так и на внутренний рынок (центральный регион и такие важные промышленно-торговые центры как Москва и Санкт-Петербург).

4. Экономическая стратегия предприятия

Опыт производства применительно к России показывает, себестоимость определяется следующими факторами в следующих долях:

- непосредственно производство 10%;
- ценообразование при закупках сырья 50 %;
- ценообразование при продаже готовой продукции 40 %.

Как видно из представленных данных, основное влияние на конкурентоспособность товара оказывают маркетинговые составляющие, поэтому нужно уделить особое внимание следующим вопросам:

- минимизации затрат на закупки сырья путем конкурсного отбора поставщиков сырья;
- поддержанию отпускных цен на готовую продукцию на уровне, обеспечивающем сбыт всей произведенной продукции;
- расширение сегментов сбыта и тщательная проработка каналов товародвижения;

- создание высокого имиджа предприятия.

В своей сбытовой деятельности мы будем в основном ориентироваться на практику товародвижения сложившуюся на внутреннем рынке России для отечественных потребителей продукции, и на практику товародвижения продукции на экспорт.

Предлагается следующая ценовая тактика:

- ориентация на уровень цен по отношению к ценам на аналогичную продукцию других предприятий данного профиля;
- руководствоваться принципом "Цена - показатель качества" и добиваться высокого качества продукции;
- применение бонусных и комиссионных скидок, льготные условия контрактов.

5. Технологическая часть проекта

5.1. Исходные данные

Производственная площадка располагается по адресу: Пулковское ш., 29, корп.12 (н.з.«Предпортовая»), производственные корпуса – 3 шт., площадь территории ~ 4,5 га.

Состав производственных корпусов:

Производственный корпус размером 78x48 м, двух пролетный, с пролетами 24 м и шагом колонн 6 м, высотой 10 м до низа фермы; 1 из пролетов оснащен подвесными кранами грузоподъемностью 3,2 т.

Здание из сборных ж/бетонных плит размером 60x12 м, однопролетное, высотой 7,8 м до низа балки.

Здание из сборных ж/бетонных плит размером 36x12 м, однопролетное, высотой 7,8 м до низа балки.

Административно-бытовой корпус трехэтажный.

Временные здания из металлических конструкций.

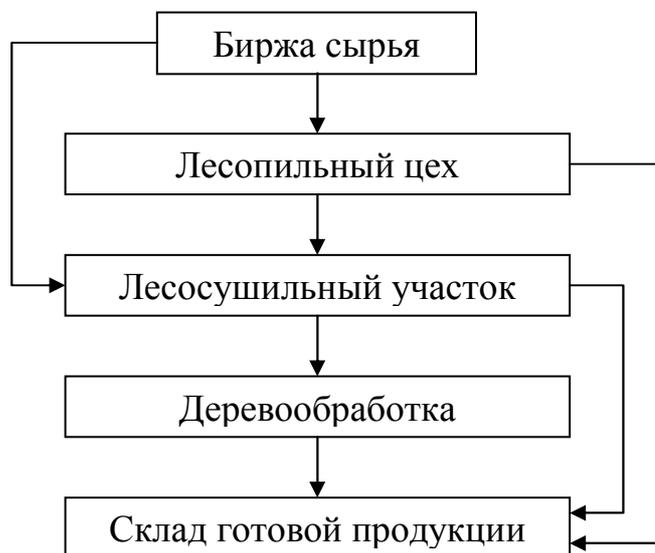
5.2. Основные технологические решения

На площадке планируется разместить комплексное деревоперерабатывающее производство в составе:

- 1) Биржа сырья
- 2) Лесопильный цех
- 3) Цех сушки пиломатериалов
- 4) Системы удаления отходов (аспирация, стружкоудаление и т.п.)
- 5) Котельная на древесных отходах
- 6) Склад готовой продукции

Технологический процесс деревоперерабатывающего производства состоит из взаимосвязанных технологических подразделений и участков, от синхронной работы которых друг относительно друга зависит работоспособность всего производственного потока в целом. На рис.4 представлена общая структура производственного процесса.

Следует отметить, что пиломатериалы для сушки могут поступать не только из лесопильного цеха собственного производства, но и также закупаться со стороны, у других производителей лесопильной продукции. Принимается сухопутная поставка пиловочного сырья на предприятие, сортировка его на складе по толщине на 8 размерных групп. После сортировки пиловочное сырье подается в блок цехов производства пиломатериалов, где производится



распиловка пиловочного сырья, сушка пиломатериалов, окончательная обработка готовой продукции.

Рис. 3. Общая структура производственного процесса

Для всех производственных процессов применяется современное высокопроизводительное оборудование. Ниже рассматривается каждый участок производства подробнее.

5.3. Приемка и подготовка пиловочного сырья к распиловке.

Приемка сырья осуществляется в соответствии с принятой системой стандартов. При поставке сырья производят 100% контроль.

Хранение сырья должно осуществляться в соответствии с ГОСТ 9014.0-xx.

Принятая исходная емкость склада 30000 м³/год. Сырье будет доставляться сухопутным транспортом. Поступление сырья планируется согласно заключению договоров на поставку. Для определения площади склада сырья необходимо знать то максимальное количество сырья, которое будет одновременно находиться на площадке.

Пиловочник поставляется на склад сырья автомобильным или железнодорожным транспортом. При доставке сырья автомобилями пиловочник с помощью манипулятора рассортировывается по группам диаметров и по породам, и укладывается в подступные места, огражденные металлоконструкциями. При доставке сырья железнодорожным транспортом пиловочник с помощью манипулятора разгружается на лесовоз и доставляется до подступных мест, где также рассортировывается и укладывается.

Данная операция выполняется водителем лесовоза (он же оператор манипулятора).

Прием поступающего пиловочника на биржу сырья производят приемщик и мастер-приемщик. Контроль и учет за наличием пиловочного сырья на складе ведет начальник склада.

Подача пиловочника на поперечный транспортер с поштучной выдачей осуществляется с помощью лесовоза с манипулятором или автопогрузчика. При этом необходимо, чтобы бревна на поперечном транспортере были уложены в один ряд. Это обусловлено принципом работы механизма поштучной выдачи бревен на бревнотаску.

На территории предприятия формируется промежуточный склад для хранения и сортировки поступающего сырья.

Технологические операции: приёмка сырья; подготовка подступных мест; разгрузка; складирование; сортировка; транспортировка к участку раскроя (годовой объем ~ 30000 м³); подача сырья в лесопильный цех.

5.4. Цех лесопиления. Выбор основного технологического оборудования

Тип лесопильного предприятия в зависимости от вида и назначения выпускаемой продукции:

Основной продукцией проектируемого лесопильного цеха (предприятия) являются доски, брусья, ламели, настроганные сырые заготовки и т.п. Таким образом, в своем составе основной производственный цех будет иметь оборудование для распиловки бревен, с дальнейшей распиловкой брусьев и досок на более мелкие заготовки.

Проектирование лесопильных цехов состоит в разработке всего технологического процесса, установлении типов, марок и параметров технологического и транспортного оборудования, расчет производительности ведущих и всех прочих станков, определении всего количественного состава оборудования, планировке всего технологического и транспортного оборудования, основанной на поточности производственных процессов, рациональном размещении рабочих мест и согласовании работы и производительности всех последовательных звеньев каждого потока, составлении баланса древесины.

Учитывая, что при проектировании производственных процессов от размещения оборудования в значительной степени зависит расчет производительности потоков и даже отдельных узлов потока, при начале проектирования лесопильного цеха следует установить принципиальную схему технологического процесса и планировки технологического и транспортного оборудования с тем, чтобы в последующем в случае необходимости доработать и уточнить ее в процессе расчета.

Принципиальная схема технологического процесса в лесопильном цехе устанавливается в зависимости от вида, назначения и спецификации вырабатываемой им пилопродукции, от вида, размеров и качества сырья, от производительности цеха, от типа основных станков, от специальных условий работы цеха, от размеров помещений, где будут располагаться цеха и т. д.

Планируемая производственная программа ориентировочно составляет 25-30 тыс. м³/год круглого сырья. Таким образом, данное производство относится к предприятиям малой мощности (до 200 тыс. м³/год круглого сырья).

Условия, способствовавшие выбору оборудования фирмы KARA для современного лесопильного цеха:

Выбранное оборудование обеспечивает наилучшее объемное и качественное использование древесины и выпуск спецификационной пилопродукции. Оснащение станков **KARA** позволяет с высокой эффективностью работать на нем даже одному оператору. Все приспособления для этого просты в эксплуатации и обеспечивают высокую производительность при низких трудозатратах. В оснащение входит:

Устройство поштучной выдачи бревен,

Устройство поворота и базирования бревна,

Система выравнивания бруса параллельно оси пиления,

Приспособления для фиксации бревна,

Лазерное устройство разметки,

Цепной конвейер для горбыля,

Весь комплекс транспортного оборудования для сырья, отходов и готовой продукции.

Для обеспечения успешного раскроя бревен без их предварительной точной сортировки требуется определенная гибкость использования оборудования. На KARA установить толщину выпиливаемой доски можно в считанные секунды, используя современный цифровой пульт управления. На станках KARA можно производить как обычные пиломатериалы, используемые в самых разных областях, так и пиломатериалы специального назначения, например радиальные или наоборот тангенциальные. Также возможно раскраивать древесину ценных пород, индивидуально подходя к переработке каждого бревна и получать, таким образом, максимальный объемный выход. Используя такой же подход индивидуального раскроя для низкокачественного сырья получать оптимальный объемный выход товарной доски даже из древесины, имеющей значительную ядровую гниль.

Обеспечивается высокое качество продукции. Пиломатериалы, выпиливаемые на круглопильном станке KARA, имеют низкую шероховатость поверхности, практически недостижимую на лесопильных рамах. Высокая точность размеров обеспечивается подающим валом с гидравлическим приводом, надежно прижимающим брус к мерному упору. Кроме того, высокий уровень подготовки круглых пил на входящем в поставку оборудовании обеспечивает их необычайную устойчивость при пилении, что дает отличную геометрию и размерную точность получаемой продукции в отличие от ленточных пил.

Вопросам обеспечения безопасности труда и эргономики станков KARA уделяется большое внимание. Все станки KARA имеют Сертификат типового контроля стран ЕС. Станок KARA был первым лесопильным станком в Финляндии, получившим этот сертификат.

Преимущества круглопильных станковых KARA:

Возможность индивидуальная распиловка несортированных бревен с начала до конца на одном станке, высокая эффективность в составе поточной линии.

Производительность 8-15м³ готового пиломатериала в день (за 8 часов) (при достаточно низкой стоимости оборудования). Как обрезка, так и распиловка горбылей на доски производиться удобно на одном станке.

Заточку пильного диска можно произвести на месте, не снимая диск, при помощи заточного станка, установленного на станке.

Расходов на пильные диски меньше, чем на ленточнопильных станках

Для достижения хорошего результата распиловки необходимы, естественно, квалифицированный оператор и хорошо заточенный пильный диск.

Низкая потребность в запасных частях и техобслуживании.

Низкие капиталовложения при монтаже оборудования и строительных работах.

Станок можно успешно использовать практически при любых погодных условиях, здание где размещается оборудование является не отапливаемым.

Низкое энергопотребление (пиковая нагрузка всего лесопильного цеха 180 кВт) по сравнению со всеми другими типами лесопильного оборудования. Так при использовании ленточнопильного оборудования (предложение фирм STORTI и L&S (Италия), производительность 15000 м³/год пиломатериалов в 2 смены) потребно энергии около 700 кВт, при использовании лесопильных рам (1й и 2й проход рамы, предложение фирмы LINK (Германия), производительность 17000 м³/год пиломатериалов в две смены) потребно энергии около 900 кВт, при использовании агрегатных круглопильных станков потребность в энергии возрастает до 1,2 МВт (предложение фирмы EWD производительность 20000 м³/год пиломатериалов в одну смену).

Преимущества выбранной технологической схемы:

Прежде всего соблюдается поточность производственного процесса. Таким образом головные станки KARA сочетают в себе преимущества позиционного и проходного типов оборудования. Преимущественное использование того или иного типа в зависимости от технологических режимов распиловки, определяющихся параметрами готовой продукции.

Планировка оборудования, предусматривает рациональное использование площади цеха и возможно меньший, в пределах целесообразности, пробег древесины в производственном процессе.

Подбор оборудования, соответствует требованиям, предъявляемым к производительности цеха, размерам производственного помещения, данному технологическому процессу и спецификации сырья и пиломатериалов. Исходя из того, что данное помещение изначально не планировалось под лесопиление (год строительства 1990), оно имеет весьма специфичные размеры. Разработанный технологический поток весьма удачно вписался в заданные размеры (12 x 72 м). Кроме того,

имеются возможности для дальнейшего расширения лесопильного цеха с увеличением производственных мощностей за счет размещения дополнительного оборудования. Т.е. разработанный технологический поток является универсальным и перспективным.

Присутствует механизация и автоматизация производственного процесса, в том числе транспорта полуфабрикатов и отходов, что способствует наилучшему использованию оборудования и рабочей силы.

Классификация технологической схемы:

Технологическая схема лесопильного цеха классифицируется по следующим признакам:

1. По характеру обработки древесины и виду продукции на схемы: со сложной обработкой и выпуском досок разной длины, черновых заготовок, мелкой пилопродукции, щепы и т. д.
2. По направлению потоков: прямолинейные потоки с использованием возможности обратного направления движения на головном оборудовании.
3. По способам распиловки на схемы: со смешанной распиловкой вразвал и с брусковкой.
4. По составу основного технологического оборудования на схемы: а) с применением круглопильных станков;

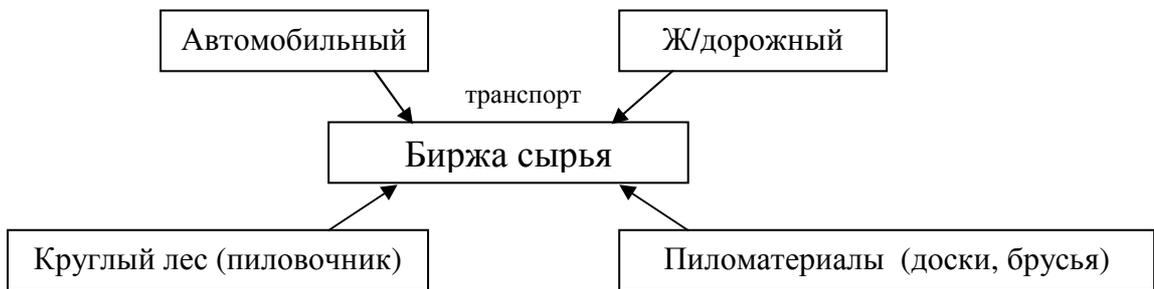
Таким образом, разработанная технологическая схема используется в универсальных лесопильных цехах с применением круглопильных станков для распиловки разнообразного по размерам и качеству сырья, в том числе фаутного и неправильной формы, с выпуском как длинномерных пиломатериалов, так и сырых заготовок, с раскромом горбылей, реек и отрезков на мелкие пиломатериалы.

5.5. Склад пиловочного сырья (биржа сырья)

Склад пиловочного сырья предназначен для сортировки пиловочника по толщинам и хранения запаса рассортированных бревен. Биржа сырья включает в себя следующие участки: а) приёмки-разгрузки сырья; б) сортировки сырья; в) подачи сырья в лесопильный цех.

1.1. Биржа сырья

а) поставки видов сырья различным транспортом



б) выход с биржи сырья



5.5.1. Расчет площади склада пиловочного сырья

Площадь склада рассчитывается из условий сортировки пиловочного сырья на каждую породу 8 размерных групп (16/18, 20/22,24/26,28/30, 32/34, 36/38, 40/42, 44 и более).

Запас пиловочника каждой размерной группы должен обеспечивать бесперебойную работу лесопильного цеха в течении одной смены.

Площадь склада исходя из этих условий будет, м²:

$$S_{скл} = Z \times [B_{ср} n + 2(n-1)]$$

где: Z – длина штабеля в основании, м;

$B_{ср}$ – средняя ширина штабеля определяется по формуле:

$$B_{ср} = l_{ср} + 1.25 = 6 + 1.25 = 7.25 \text{ м}$$

$l_{ср}$ – средняя длина бревна, м;

n – число штабелей на складе;

2 – нормативный разрыв между штабелями по фронту.

Длина штабеля в основании определяется по формуле:

$$Z = Z_{пр} + a = \frac{V_{скл} 1000}{n H_n K_z l_{ср} K_n} + H_n \frac{1}{tg 35^\circ}$$

где:

$Z_{пр}$ – приведенная длина штабеля, м;

a – длина откоса в основании, м;

$V_{скл}$ – объем хранящихся бревен, м³;

H_n – приведенная высота укладки бревен в штабеле, м;

K_z – коэффициент неполноты укладки;

$l_{ср}$ – средняя длина бревна, м;

K_n – коэффициент полнодревесности штабеля;

35° – угол откоса штабеля по требованию ПТБ и ПС;

n – количество штабелей в группе, шт.

Объем хранящихся бревен на складе определяется из расчета накопления одного сорторамера в количестве 120 м³.

$$V_{скл} = 120 \times n \times K_z = 120 \times 8 \times 0,6 = 576 \text{ м}^3$$

$$Z = \frac{576}{8 \times 3.8 \times 0.6 \times 6 \times 0.66} + \frac{3.8}{0.7} = 13.4 \text{ м}$$

$$S_{скл} = 13.4 \times [7.25 \times 8 + 2(8-1)] = 965 \text{ м}^2$$

Размеры склада (группы штабелей) = 13,5x72 м.

Средняя высота штабеля 3.8 м, средняя длина штабеля 10-15 м, количество сортировочных групп на каждую породу 8 (16/18, 20/22,24/26,28/30, 32/34, 36/38,

40/42, 44 и более), межштабельный разрыв 2 м. (При работе манипулятором).

Пропускная **способность** погрузочно-разгрузочной площадки – 3... 5 вагонов (180...300 м³) или 5... 9 автомашин в сутки (100... 180 м³ сырья).

Движение сырья и количество его можно планировать в ведомости согласно нижеуказанной форме.

Форма 1

Ведомость прибытия и движения сырья

Месяц	Прибытие сырья, м3		Поступление на распиловку	Выгрузка на склад	Наличие сырья на складе
	авто	ж/д			
1	2	3	4	5	6
Остаток					A_0
1	s_1	a_1	b_1	C_1	A_1
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
Остаток					A_0'

Остаток (переходящий запас) зависит от наличия и периодичности поставок сырья. При отсутствии ж/дорожной поставки запас A_0 должен обеспечить работу до новой поставки сырья; при регулярной ж/дорожной поставке этот остаток должен быть минимальным и обеспечивать 10-дневную работу завода. Для нашего предприятия суточная потребность в сырье при двухсменной работе составляет максимум 120 м³. Таким образом, на складе сырья должно располагаться минимум 600 м³.

Величина A_1 складывается из наличия сырья на начало данного месяца и прибавления сырья, выгруженного на склад в данном месяце, с учетом сырья поступившего в распиловку:

$$A_1 = A_0 + a_1 + s_1 - b_1, \text{ или } A_1 = A_0 + C_1, \text{ т.к. } C_1 = a_1 + s_1 - b_1,$$

Соответственно:

$$A_2 = A_1 + a_2 + s_2 - b_2, \text{ или } A_2 = A_1 + C_2,$$

Ведомость может быть разделена на более мелкие периоды, вплоть до каждой отдельной поставки.

5.5.2. Основное и вспомогательное оборудование на складе сырья

Основное оборудование:

Лесовоз, оснащенный манипулятором; подштабельные места для бревен.

Вспомогательное оборудование:

Бензопила; ножницы для перерезания металлической ленты и проволоки; измерительный инструмент (рулетки, шаблоны, калибры); жесткие стропы; переносная смотровая площадка для работы стропальщиков и осмотра ж/д вагонов; силовой ящик с рубильником для подключения силового кабеля (запитка сварочной аппаратуры и т.д.); тормозные башмаки; укомплектованные пожарные щиты и гидранты; дорожные знаки.

5.5.3. Численность работающих на бирже сырья

Численность работающих приведена в таблице:

Наименование должности	Кол.	Примечание
начальник склада	1	
мастер-приемщик	1	В смену
приемщик	1	В смену
водитель-крановщик	1	В смену

Итого: 4 человека.

5.5.4. Краткая характеристика сырья поступающего на склад

Таблица 1. Спецификация пиловочного сырья

Диаметр бревна, см	Процентное соотношение, %	Объем одного бревна, м ³	Количество бревен, шт.	Объем партии бревен, м ³
16	3,7	0,103	359	37,0
18	6,3	0,127	511	65,0
20	7,8	0,153	516	79,0
22	8,2	0,182	461	84,0
24	8,9	0,214	415	89,0
26	9,14	0,248	383	95,0
28	12,1	0,284	334	126,0
30	13,6	0,323	427	138,0
32	11,7	0,364	326	119,0
34	7,4	0,408	181	74,0
36	4,9	0,455	107	49,0
38	4,2	0,504	89	45,0
	100%		4109	1000 м ³

Длина сырья 4 м.

5.5.5. Расчет производительности лесовоза с манипулятором

Лесовоз с манипулятором грузоподъемностью 30 м³ пиловочника (18 м³ на автомобиль и 12 м³ на прицеп) используется на следующих складских операциях:

- разгрузка железнодорожных вагонов;
- сортировка пиловочного сырья;
- формирование штабелей сортированного пиловочника;
- разборка штабелей и подача пиловочного сырья в производство (на поперечный конвейер для бревен).

Потребное количество лесовозов с манипуляторами в смену для разгрузки пиловочного сырья с вагона и на формирование штабелей сортировочного пиловочного сырья определяется по формуле:

$$H = \frac{30000}{500 \times P_{см}} = \frac{30000 \times t_{ц}}{500 \times T \times V \times K}$$

- где:
- 30000 – годовой грузооборот склада, м³;
 - $P_{см}$ – сменная производительность лесовоза с манипулятором, м³;
 - T – продолжительность смены, мин;
 - V – расчетный объем пачки, для лесовоза с прицепом, м³;
 - K – коэффициент использования;
 - $t_{ц}$ – средний цикл работы лесовоза в мин;
 - 500 – количество смен в году, см.

Время 1-го цикла работы лесовоза с манипулятором при среднем расстоянии перевозки 50 м составит:

$$t_{ц} = (t_{з.л.} + t_{з.п.} + t_{дв} + t_{раз.л.} + t_{раз.п.}) = 105 \text{ мин}$$

где: $t_{з.л.}$, $t_{раз.л.}$ – время загрузки и разгрузки лесовоза соответственно ($t_{з.л.} = t_{раз.л.} = 30$ мин);

$t_{з.п.}$, $t_{раз.п.}$ – время загрузки и разгрузки прицепа ($t_{з.п.} = t_{раз.п.} = 20$ мин);

$t_{дв}$ – время движения от вагона до подступных мест и обратно, при скорости 5 км/ч составит 5 мин.

$$H = \frac{30000 \times 105}{500 \times 480 \times 30 \times 0,8} = 0,55 \text{ (шт.)}$$

Потребное количество лесовозов на разработке штабелей пиловочного сырья и подаче его в производство (на поперечный транспортер для бревен) при среднем расстоянии транспортирования равном 50 м будет равно 0,55 шт.

Потребное количество лесовозов с манипулятором для выполнения всех складских операций составит: $0,55 + 0,55 = 1,1$, т.е. необходим 1 лесовоз с манипулятором (при загрузке 110%).

Расход дизельного топлива лесовоза с манипулятором составит 30 л/ч.

В смену $30 \times 8 = 240$ л/смену. На производство 1 м^3 пиломатериалов будет израсходовано 8 л дизельного топлива, т.е. около 52 рублей (при стоимости соляры 6,5 руб/л).

5.6. Лесопильный цех

Цех лесопиления включает следующие участки: а) лесопиления; б) сортировки пиломатериалов и маркировки; в) формирования сушильных и транспортных пакетов; г) подготовки пил; д) удаления и переработки отходов.

Площадь лесопильного цеха: $12 \times 60 = 720 \text{ м}^2$;

Объём буферного запаса: 60 м^3 сырья;

Производительность: 60 м^3 / смену сырья (30000 м^3 /год при 2-х сменной работе).

5.6.1. Описание технологического процесса

Описание технологического процесса и схема согласно схеме расположения оборудования в лесопильном цехе, оборудованном двумя круглопильными станками, обрезным станком и торцовочными устройствами.

Бревна поступают на механизм поштучной выдачи, при этом происходит остановка поперечного конвейера и срабатывание отсекателя бревен, в результате бревно подается на продольный цепной конвейер (бревнотаску). Цепным конвейером бревно перемещается в направлении лесопильного цеха.

После прохождения бревном концевого выключателя, установленного на цепном конвейере, срабатывает поперечный конвейер и подается следующее бревно на механизм поштучной выдачи, с помощью которого бревно передается на продольный цепной конвейер. После прохождения бревном цепного конвейера, уста-

новленного снаружи цеха, оно передается на цепной конвейер, установленный перед станками КАРА. На данном цепном конвейере также установлен концевой выключатель. При его перекрывании происходит остановка всей системы подачи брёвен.

С помощью сбрасывающих упоров, имеющих гидравлический привод, бревно по команде оператора первого станка попадает на промежуточный цепной конвейер. Происходит это сразу же после подачи текущего бревна на станок КАРА. Одновременно происходит включение бревнотаски, и вышеописанный цикл подачи брёвен в лесопильный цех повторяется.

Оператор второго станка КАРА подает с поперечного цепного конвейера текущее бревно. Практически сразу происходит аналогичные операции по подаче бревна с бревнотаски на поперечный цепной конвейер.

Оператор первого станка производит визуальный осмотр бревна, определяет по диаметру тонкого конца способ раскроя бревна в соответствии с технологическим заданием. При брусово-развальном способе рациональную основную ширину досок (толщина бруса) можно ориентировочно вычислять по формуле: $0,7$ умножить на диаметр тонкого конца ($0,7d$).

При помощи поворотного устройства, входящего в состав станка, и системы лазеров производится базирование бревна кривизной вверх и отпиливается первая горбыльная доска. В случае большой закомелистости отпиливается еще одна подгорбыльная доска. В результате получается базовая поверхность бревна, на которую оно укладывается при помощи того же поворотного устройства. После этого выбирается программа, и бревно распиливается на горбыльный обапол и необрезные доски, которые подаются по поперечному цепному конвейеру к обрезающему станку, а также на брус. Брус при помощи соответствующей программы распиливается на этом же станке на обрезные доски равной ширины и требуемой толщины. Установка бревна относительно пилы осуществляется с помощью поворотного механизма и прижимной линейке, установленных на станине, и лазера, который показывает расположение пропила по всей длине бревна. Необходимо добиваться по возможности точного расположения бревна, так как от этого зависит полезный выход пиломатериалов и режим пиления.

Выбор скорости подачи бревна в лесопильный станок осуществляется также оператором. Скорость подачи зависит от диаметра распиливаемого бревна, температуры древесины и других факторов, определяющих режим резания. Оператор второго станка действует точно по такому же алгоритму.

Далее обрезные пиломатериалы, полученные из бруса на первом станке КАРА, поступают по рольгангу к гравитационному сбрасывателю, где под действием сил гравитации падают по наклонным направляющим к месту сортировки и укладки досок в пакеты. Сортировку и формирование пакетов производят два человека, укладывая бракованные доски в плотный пакет, а соответствующие требованиям ГОСТа в пакет на прокладку.

Аналогично выполняется схема удаления досок, выпиленных из бруса, от второго станка КАРА.

На обрезающем станке непригодный к дальнейшей переработке горбыль отбрасывается на ленточный транспортер для удаления отходов, а из необрезных досок вы-

пиливаются доски требуемой ширины, которые поступают на торцовочный станок.

Срединные и подгорбыльные доски, как от первого, так и от второго станка поступают на обрезной станок, а горбыли сбрасываются на транспортер, подающий кусковые отходы к контейнеру отходов. После обрезки доски поступают на торцовочный агрегат и далее на сортировочную площадку.

Сформированные пакеты пиломатериалов на прокладке перевозятся боковым автопогрузчиком из лесопильного цеха на склад сырых пиломатериалов (под навес). После наполнения контейнера отходами горбылем и кусковыми отходами боковой автопогрузчик перевозит его к складу отходов организованного около рубительной машины. Для непрерывного заполнения накопителя отходов необходимо иметь два контейнера (один на загрузке, а другой на выгрузке).

Опилки от станков КАРА удаляются эксгаустерами и транспортируются в бункер для опилок, установленный за пределами цеха.

Опилки от обрезного станка и торцовочной установки удаляются конвейером для отходов вместе с горбылем и кусковыми отходами.

Технологические операции: формирование оперативного запаса сырья; раскрой пиловочных бревен на брусья и доски; раскрой брусьев на пиломатериалы; раскрой срединных досок на заготовки; переработка некондиционных пиломатериалов; сортировка кондиционных пиломатериалов по размерно-качественным характеристикам; формирование транспортных пакетов.

5.6.2. Планирование раскроя и баланс перерабатываемого сырья

Рациональное использование сырья и получение пилопродукции определенных размеров и качества вызывает необходимость четкого планирования распиловки. План раскроя сырья представляет собой систему поставок, обеспечивающих выполнение заданной спецификации пиломатериалов. Для составления раскроя необходимо иметь спецификацию пиловочного сырья по размерам и качеству, спецификацию пиломатериалов, подлежащих выработке, нормативы посортного выхода пиломатериалов.

Таблица 2. Спецификация на пиломатериалы

Сечение пиломатериала, мм х мм	Объем партии досок, м ³	Объем одной доски, м ³	Количество досок, шт.
22 х 100	47	0,0088	5341
25 х 50	40	0,005	8000
32 х 100	150	0,0128	11718
38 х 100	65	0,0152	5200
50 х 150	108	0,03	3600
100 х 200	90	0,08	1125
	500		34984

При планировании раскроя сырья (выборе способа раскроя) проводится анализ выполнения соотношения:

$$b_{cp} \leq a \cdot d_{cp},$$

где b_{cp} – средняя ширина досок, мм;

d_{cp} – средний диаметр сырья, мм;

a – коэффициент, характеризующий способ распиловки.

$a = 0,65$ при 100% брусковке

$a = 0,68$ при 50% брусковке

$a = 0,73$ при способе вразвал

$$b_{cp} = \frac{V}{\frac{V_1}{b_1} + \frac{V_2}{b_2} + \dots + \frac{V_n}{b_n}}$$

где V – объем пиломатериалов по спецификации, м³

V_1, V_2, \dots, V_n – объем пиломатериалов определенной ширины, м³;

b_1, b_2, \dots, b_n – ширина досок соответствующего объема, мм.

$$b_{cp} = \frac{500}{\frac{262}{100} + \frac{40}{50} + \frac{108}{150} + \frac{90}{200}} = 108,9 \text{ мм}$$

$$d_{cp} = \sqrt{\frac{d_1^2 m_1 + d_2^2 m_2 + \dots + d_n^2 m_n}{m_1 + m_2 + \dots + m_n}}$$

где d_1, d_2, d_n – диаметры сырья, заданные по спецификации, см;

m_1, m_2, m_n – количество бревен соответствующего диаметра, шт.

Средний диаметр сырья 26 см.

На лесопильных предприятиях переработка пиловочного сырья в основном осуществляется развальным и брусково – развальным способами. Переработка с брусковкой имеет ряд преимуществ: увеличение объемного выхода пиломатериалов, облегчение выполнения заданной спецификации и работы на обрезных станках, что создает предпосылки для ее более широкого использования. Поэтому все лесопильные предприятия по выработке пиломатериалов экспортного назначения работают со 100%-ной брусковкой.

Степень использования перерабатываемого сырья характеризуется объемным выходом основного компонента баланса древесины – пиломатериалов и дополнительной продукции в результате переработки вторичного сырья (горбылей, реек, торцов, вырезок и др.).

Объемный выход пиломатериалов, %, определяется по формуле

$$a = V / Q_p \times 100,$$

где V – количество выпиленной пилопродукции, м³; Q_p – количество переработанного пиловочного сырья, м³.

Норма расхода сырья на единицу продукции (м³/м³):

$$H = Q_p / V.$$

Установление технически обоснованного объемного выхода пиломатериалов из пиловочного сырья осложняется влиянием целого ряда технологических факторов: спецификации сырья и пиломатериалов, способов распиливания, применяемого оборудования и инструмента и т. д. Поэтому в каждом конкретном случае необходимо рассчитывать или принимать объемный выход по результатам анализа работы предприятия за предшествующий год. Непереработанное вторичное сырье (рейки, горбыли и др.) не включаются в выход продукции рассматриваются как кусковые отходы.

Качество выпиливаемой продукции характеризуется *коэффициентом сортности*. При переработке пиловочного сырья получают пиломатериалы разных сортов, а также кусковые отходы, мелкая пилопродукция и облоп.

Коэффициент сортности определяется по формуле:

$$C = \frac{\sum V_i C_i}{\sum V_i}$$

где V_i – объем пиломатериалов различных сортов;

C_i – ценностный коэффициент для различных сортов.

Принятая технология производства обрезных пиломатериалов позволяет выпускать пиломатериалы экспортного качества целевого назначения с объемным выходом экспортных п/м не менее 50%, в т.ч. радиальных пиломатериалов 35%.

Таблица 3. Баланс пиловочного сырья.

№ п/п	Наименование	Выход, %	Выход, м ³
	Пиловочное сырье	100	30000
1	Пилопродукция, в т.ч.		
	- доски радиальные 0-IV сорт	35	10500
	- остальные доски 0-IV сорт	15	4500
	- прокладки сушильные и т.п.	4	1200
2	Отходы в т.ч.		
	- опилки	15	4500
	- кусковые, щепы	24	7200
	- отсев щепы	2	600
3	Усушка, распыл	5	1500

Выход бессучковых брусков из полученных радиальных пиломатериалов составляет в соотношении 1,8:1, для получения 1 м³ брусков для склеивания нужно 1,8 м³ радиальных пиломатериалов (56% от выхода радиальных п/м). Приблизительный баланс представлен в табл.3

Таблица 4. Ценные коэффициенты сортности пиломатериалов хвойных пород по ГОСТ 8486

Пиломатериалы	3 сорт	4 сорт	б/с
Сосна ель			
Обрезные длиной 2 ... 6,5м	1,0	0,7	1,5
Необрезные длиной 2 ... 6,5 м	0,8	0,6	1,2
Лиственница			
Обрезные длиной 2 ... 6,5м	1,2	0,8	1,8
Необрезные длиной 2 ... 6,5м	1,0	0,7	1,4
Сосна ель лиственница			
Обрезные и необрезные длиной			
1 ... 0,75	0,5	0,4	0,8
0,5 ... 0,9	0,3	0,2	0,5

Таблица 5. Выход пиломатериалов из соответствующих сортов сырья

Пиломатериалы	Из средних бревен (14-24 см) сорта			Из крупных бревен (26 см и выше) сорта		
	1-го	2-го	3-го	1-го	2-го	3-го
сосновые , всего	56,6	55,6	56,5	61,5	59,9	59,6
в том числе: пилопродукция	47,4	45,5	45,2	51,3	49,2	48,6
попутные по ГОСТ 8486						
1 м и более	5,5	6,4	8,0	6,1	6,8	9,4
короткие 0,5 ... 0,9 м	1,0	1,0	1,0	1,5	1,7	1,4
Обапол по ГОСТ 5780—77	2,7	2,7	2,2	2,6	2,2	2,2
еловые всего	57,0	56,3	56,0	62,2	60,0	59,8
в том числе пилопродукция	46,8	45,5	44,9	53,4	50,5	50,1
попутные по ГОСТ 8486 1 м и более						
короткие 0,5 ... 0,9	1,7	1,6	1,6	1,7	2,4	2,2
обапол по ГОСТ 5780—77	2,9	2,8	2,2	2,5	2,7	2,8
лиственница , всего	56,8	55,8	56,2	61,8	60,0	59,7
в том числе пилопродукция	47,2	45,5	45,1	52,1	49,7	49,2
попутные по ГОСТ 8486 1 м и более						
короткие 0,5 ... 0,9	1,2	1,2	1,2	1,5	1,9	1,6
обапол по ГОСТ 5780—77	2,8	2,7	2,1	2,6	2,4	2,4

Таблица 6. Нормативы выхода пиломатериалов из непиловочной древесины хвойных пород

Наименование сортиментов древесины	Порода, диаметр, сорт древесины	Обрезные, %	Необрезные, %
Тонкомерные лесоматериалы по ГОСТ 9463:			
балансы, стройлес	Хвойные, 10-13 см, 2-3-й	43,8	54,7
тарный кряж	Хвойный, 13 см, 3-й	37,7	47,1
Дровяная древесина	Сосновая 14 — 24 см	31,7	39,6
	26 см и более	24,9	31,3
	Еловая 14 — 24 см	30,3	37,9
	26 см и более	26,0	32,5

5.6.3. Основное и вспомогательное оборудование в лесопильном цехе

Основное:

- станок головной – круглопильный, KARA Master, 2 шт.
- станок обрезной с 2-мя плавающими пилами
- станок торцовочный
- машина рубительная

Вспомогательное:

- транспортное оборудование (рольганги, транспортеры и т.п.)
- оборудование для заточки инструмента участка лесопиления
- оборудование мастерской по ремонту технологического оборудования
- нестандартное оборудование

5.6.4. Расчет производительности лесопильного цеха

В качестве головного лесопильного оборудования выбраны два круглопильных станка фирмы KARA MASTER.

Для расчета производительности круглопильного станка для распиловки бревен и брусьев используют формулу:

$$A = \frac{t}{T} q K_p$$

где T – время полного цикла распиловки одного бревна, мин;

t – продолжительность смены, мин;

q – объем бревна, м³;

K_p – коэффициент использования рабочего времени, (K=0,9).

Время цикла распиловки одного бревна T состоит из времени следующих операций: t₁ – время чистого пиления, t₂ – время на операции, производимые один раз на каждое бревно (навалка, установка, поворачивание, закрепление, сбрасывание остатка бревна после окончания распиловки), t₃ – суммарное время на операции,

производимые после каждого отпила (установка новой толщины отпила, сбрасывание отпиленной доски), t_4 – суммарное время на холостые ходы тележки (обратный ход после каждого отпила), t_5 – суммарное время на удаление пробега тележки на рабочем и холостом ходу по сравнению с длиной бревна.

$$T = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5$$

Определим слагаемые правой части:

$$t_1 = lz / u$$

где l – длина бревна, м;

z – число пропилов в бревне;

u – скорость подачи бревна.

t_2 зависит от диаметра и длины бревна, способа раскроя, механизма тележки и подачи бревен, квалификации навалыщика, организации работы и т.п. Эта величина определяется в соответствии с типом и моделью тележки, степенью механизации или автоматизации, по справочным данным или хронометражем на аналогичных установках. t_3 зависит от конструкции механизма тележки, квалификации рабочего, организации рабочего места и выражается произведением $t_3'z$, где t_3' – время, потребное на операции после каждого пропила; z – число пропилов в бревне, t_4 – суммарное время, затрачиваемое на холостой ход тележки при длине бревна l (при числе пропилов z , оно равно lz/u_1 , где u_1 – скорость холостого хода тележки). t_5 определяется выражением

$$t_5 = \frac{l_1 z}{u} + \frac{l_1 z}{u_1}$$

где l_1 – суммарная длина дополнительного пробега тележки в начале и конце хода по сравнению с длиной бревна, ориентировочно $l_1 = 2$ м.

По справочным данным в среднем круглопильный станок KARA MASTER производит 2,5 реза в минуту. Для бревна средним диаметром 28 см при раскрое на пиломатериалы основным сечением 32x90 мм необходимо сделать 14 резов. Тогда продолжительность распиловки одного бревна диаметром 28 см составит $14/2,5 = 5,6$ мин.

Производительность круглопильного станка будет равна:

$$A = \frac{480}{5,6} \times 0,382 \times 0,9 = 29,5 \text{ м}^3 / \text{смену}$$

Среднегодовая производительность мощности цеха определяется по формуле

$$A_g = A N K_p K_c T K_r$$

где A_g – среднегодовая производительность, м^3 сырья в год;

A – производительность круглопильного станка в смену, $\text{м}^3 / \text{смену}$;

N – количество круглопильных станков;

K_p – коэффициент использования круглопильного станка, ($K_p = 0,98$);

K_c – коэффициент, учитывающий способ раскроя сырья (для раскроя с брусковой $K_c = 1$);

T – годовой фонд рабочего времени, смен;

K_r – коэффициент на среднегодовые условия, $K_r = 0,93$.

Годовой фонд рабочего времени T (час) определяется

$$T = t_c C D$$

где t_c – продолжительность смены, ч;

C – количество смен в сутки;

D – количество рабочих дней в году.

$$T = 8 \times 2 \times 250 = 4000 \text{ час}$$

Среднегодовая производительность по сырью лесопильного цеха составит:

$$A_z = 29,5 \times 2 \times 0,98 \times 1 \times 0,93 \times 500 = 26886 \text{ м}^3 / \text{год}$$

Среднегодовая производительность по пиломатериалам в год с объемным выходом 50% составит:

$$A_{z.n/m} = 0,5 A_z = 13443 \text{ м}^3$$

Годовая производительность может изменяться в зависимости от следующих технологических факторов:

1. Нормы расхода сырья зависит от рациональности раскроя сырья
2. Коэффициента использования круглопильных станков, зависящий от организации труда.
3. Способа раскроя сырья. При раскрое в развал одновременно на двух рамах производительность возрастает почти в 2 раза за счет снижения количества резов в бревне и нормы расхода сырья.
4. Квалификации работающих.

Производственная мощность цеха при 2-х сменной работе, тыс. м³:

по распилу сырья	26,886
по выработке пиломатериалов	13,443
средняя норма расхода сырья	м ³ /м ³ 2,0

5.6.5. Выбор и расчет оборудования лесопильного цеха и внутрицехового транспорта

Оборудование лесопильного цеха выбирается по условию синхронизации лесопильного потока

$$A_{бр} \geq A_{сб} \geq A_{к.с.} \leq A_{р.т.} \leq A_{поп.к.} \leq A_{об.с.} \leq A_{р.т.2} \leq A_{т.с.}$$

где $A_{бр}$ – производительность бревнотаски;

$A_{сб}$ – производительность сбрасывателя;

$A_{к.с.}$ – производительность круглопильного станка KARA MASTER;

$A_{р.т.}$ – производительность роликового конвейера после круглопильных станков;

$A_{поп.к.}$ – производительность поперечного конвейера;

$A_{об.с.}$ – производительность обрезного станка;

$A_{р.т.2}$ – производительность роликового транспортера после обрезного станка;

$A_{т.с.}$ – производительность торцовочного станка.

Выбираем минимальное время цикла круглопильного станка, оно будет равно полной распиловке одного бревна $6/3=2$ мин, т.е. $T_{синх.} = 2$ мин.

Круглопильные станки обеспечиваются бревнами с некоторым разрывом производительности одной бревнотаски, так как поступление бревен на бревнотаску может быть не равномерным. Скорость цепи бревнотаски $U_{бр}$ определяется ее технической характеристикой и должна быть проверена в соответствии с работой круглопильных станков по следующим формулам:

$$U_{бр} > 2 \times A \quad \text{м/мин}, \quad U_{бр} = \frac{2 A}{K_b}$$

где $U_{бр}$ – скорость цепи бревнотаски, м/мин;

A – максимальная скорость распиловки бревна в круглопильном станке, м/мин

K_b – коэффициент заполнения по длине цепи бревнотаски бревнами.

Для нормальных условий, с учетом автоматического останова бревнотаски, K_b от 0,35 до 0,5, причем здесь учитываются как межторцовые разрывы на бревнотаске так и резерв ее скорости.

$$A = \frac{l_{бр}}{T_{синх}} = \frac{6}{2} = 3 \text{ м/мин}, \quad U_{бр} = \frac{2 \times 3}{0,5} = 12 \text{ м/мин}$$

Синхронизирующая скорость бревнотаски составит $U_{бр} = 12$ м/мин

Производительность сбрасывателей бревен с бревнотаски не рассчитывается, так как полный составит 4 сек., из которых 2 сек. уходят на рабочий ход, обеспечивает своевременное сбрасывание очередного бревна с лотка бревнотаски.

Ролики для уборки досок и горбыля после круглопильного станка рассчитываются по формуле (м/мин):

$$U > A$$

где A – максимальная скорость распиловки на круглопильном станке (скорость подачи), при выполнении 3-х резов в минуту и длине бревна 6 м $A=3 \times 6=18$ м/мин
Время транспортировки досок через первую секцию роликового конвейера определяется

$$T_{р.ш.} = \frac{60 \times l}{U}$$

где l – длина первой секции транспортера, м ($l = 6$ м);

U – скорость перемещения досок, м/мин.

Располагаемое время для транспортировки досок ко второй секции составит 60 сек/ Зреза = 20 сек, так как боковые доски переместятся на вторую секцию и не будут мешать перемещению следующих досок. Выразив из формулы U определим скорость роликового конвейера:

$$U = \frac{60 \times 6}{20} \times 1,1 = 19,8 \text{ м/мин}$$

где 1,1 – коэффициент запаса для ускорения уборки вышедших досок.

18 м/мин < 19,8 м/мин, следовательно условие синхронизации выполняется.

Поперечный цепной конвейер, предназначенный для передачи к обрезающему станку необрезных досок и горбылей к транспортеру отходов выбирается по рассчитанной синхронизирующей скорости.

$$A_{п.к.} = \frac{60U}{b} K$$

где $A_{п.к.}$ – производительность поперечного конвейера, шт/ч;

U – скорость цепей транспортера, м/мин;

b – средняя ширина доски, м;

K – коэффициент заполнения цепей, $K=0,6$.

Приравняв производительности поперечного конвейера и круглопильного станка в штуках необрезных досок в час (по поставку дающему максимальное количество необрезных досок) получаем

$$U_{синхр} = \frac{A_{к.с.} \times b}{60 \times K}$$

$$U_{синхр} = \frac{20 \cdot 11 \cdot 0,23}{60 \cdot 0,6} = 1,4 \text{ м/мин}$$

Производительность обрезающего станка определяется в погонных метрах досок, пропущенных через станок

$$A_{обр.с.} = U \cdot T \cdot K_m \cdot K_p$$

где $A_{обр.с.}$ – производительность обрезающего станка, м/см;

U – скорость подачи в м/мин, принимается соответственно средней толщине опиливаемых досок;

T – продолжительность смены, мин;

K_p – коэффициент использования машинного времени принимаем $K_p=0,9$.

$$K_m = \frac{l}{l + t_s \frac{U}{60}}$$

где l – длина досок, м;

t_s – неперекрываемое вспомогательное время принимаем 2с;

U – скорость подачи, м/мин.

По технической характеристике обрезающего станка KARA 50-250 скорость подачи 50 м/мин.

$$K_m = \frac{6}{6 + 2 \cdot \frac{32}{60}} = 0,85$$

$$A_{обр.с.} = 32 \cdot 480 \cdot 0,9 \cdot 0,85 = 11750,4 \text{ м/см}$$

Производительность круглопильных станков в погонных метрах необрезных досок $A_{к.с.} = 10560$ м/см. Необходимое количество обрезающих станков $n = 10560 / 11750,4 = 0,89$. Для цеха принимаем один обрезающий станок при загрузке 89%.

Скорость роликового транспортера расположенного после обрезающего станка должна быть равна его скорости подачи. $U_{р.т.2} = 32$ м/мин.

Производительность торцовочного станка рассчитывается по формуле:

$$A_{m.c.} = \frac{60 \cdot T \cdot K_p}{t}$$

где $A_{m.c.}$ – производительность торцовочного станка, шт.досок/смену;
 T – продолжительность смены, мин;
 t – время обработки одной доски, с, (устанавливается по хронометражу и принимается при предварительной торцовке 10 с);
 K_p – коэффициент использования рабочего времени, $K_p=0,9$.

$A_{m.c.}=2592$ шт/см.

Технические характеристики станков и внутрицехового транспорта приведены в приложении.

Для перемещения пакетов пиломатериалов внутри цеха и вывозки на платформу необходимо 3 тележки (принимаются из расчета подступных мест в цеху). Техническое задание на изготовление тележки для пиломатериалов прилагается в приложении.

Расчет колесного транспорта для перевозки пиломатериалов и контейнера с отходами:

Таблица 7. Расчет сменного грузооборота

Грузопоток			Наименование груза	Габаритные размеры груза, мм			Количество грузов в смену	
№	начало-конец	средняя длина, м		длина	ширина	толщина	шт.	м ³
1.	л/п цех – склад сырых п/м	120	Пакеты п/м (центр. доски)	6	1,3	1,3	4	21
2.	л/п цех – склад сырых п/м	120	Пакеты п/м (бок. доски)	6	1,3	1,3	1,8	9
3.	л/п цех – склад отходов	155	Контейнер с отходами (горбыль, кусковые)	6	1,5	1,0	4	20

Таблица 8. Расчет потребного количества колесного транспорта для лесопильного цеха

№	Наименование груза	n, шт.	T _{заг} , мин	L, м	U ₀ , м/мин	U, м/мин	T _{раз} , мин	T _р , мин	m _к , шт.
1.	Пакеты п/м (центр. доски)	4	3	120	85	85	3	12	0,19
2.	Пакеты п/м (бок. доски)	1,8	3	120	85	85	3	12	0,08
3.	Контейнер с отходами (горбыль, кусковые)	4	3	155	85	85	3	13	0,20
Итого									0,47

Для работы в лесопильном цеху необходим 1 автопогрузчик с загрузкой 47% для перевозки пакетов с пиломатериалами от лесопильного цеха на склад сырых пиломатериалов и для перевозки отходов к рубительной машине.

5.6.6. Расчет штата основных рабочих

Таблица 9. Расчет численности основных рабочих.

Наименование оборудования, рабочих мест	Тип, модель	Кол-во оборудования, рабочих мест	Число дней работы оборудования, рабочих мест	Число штатных рабочих (чел.), обслуживающих			Требуемое число чел.-дней при работе	
				Единицу оборудования (рабочее место) в одну смену	Все оборудование (рабочие места)		В одну смену	В две смены
					В одну смену	В две смены		
станок головной – круглопильный	KARA Master	2	250	1	2	4	500	1000
станок обрезной с 2-мя плавающими пилами	KARA-SARMA	1	250	1	1	2	250	500
станок торцовочный	KARA	1	250	1	1	2	250	500
машина рубительная		1	250	1	1	2	250	500
Сортировка, укладка в пакеты		3	250	2	6	12	1500	3000
ИТОГО					11	22	2750	5500

Таблица 10. Штат работающих в лесопильном цеху в 1 смену

Наименование должности	Кол.	Примечание
Начальник лесопильно-сушильного производства	1	
Начальник (мастер) заточного участка	1	
мастер	1	
оператор станка Кара	2	
оператор обрезного станка	1	
оператор торцовочного станка	1	
оператор рубительной машины (дежурный на участке складирования отходов лесопиления)	1	
сортировщик, укладчик пакетов	6	
Итого:	14	человек

5.6.7. Расчет потребности в электроэнергии и дизельном топливе на 1 м³ пиломатериалов

Тепловой энергии для работы лесопильного цеха не требуется. Планируется покупка бытовых калориферов для обогрева рабочих в зимний период.

Потребляемая электроэнергия при пиковой нагрузке составит 220 кВт, в том числе рубительная машина. Среднее энергопотребление лесопильного цеха составит $175 \times 0,85 = 148,75$ кВт. Производительность оборудования средняя за 8 часовую смену 30 м³ пиломатериалов. За 8 часов будет израсходовано $8 \times 148,75 = 1190$ кВт э/энергии. Производительность рубительной машины 40 м³/час. Количество отходов (горбыль, кусковые) составит за смену 20 м³. Таким образом, достаточно работы рубительной машины в течение получаса, т.е. э/энергии 22,5 кВт/смену. Общий расход энергии в смену составит 1212,5 кВт. В результате получаем, что на производство 1 м³ пиломатериалов потребно $1212,5/30=40,42$ кВт.

Лесопильный цех обслуживается дизельгенераторами суммарной мощностью 200 кВт. Расход дизельного топлива 42 л/час. За смену будет израсходовано $42 \times 8 = 336$ л топлива и произведено 1600 кВт. На производство 1 кВт энергии необходимо 0,21 л топлива (или 1,37 руб). На производство 1 м³ пиломатериалов потребно 11,2 л дизельного топлива, т.е. около 73 рублей (при стоимости соляры 6,5 руб/л).

Таблица 11. Расчет энергопотребления на единицу оборудования

Наименование оборудования	Тип модели	Количество, шт.	Установленная мощность, кВт		Количество часов работы в смену	Расход электроэнергии в смену, кВт*ч	Расход электроэнергии кВт на 1 м ³ пиломатериалов
			единицы	всего			
Круглопильный станок	KARA-MASTER	1	56,5	115,5	8	924	30,8
			59,0				
Двухпильный обрезающий станок	KARA 50-250	1	11	11	8	88	2,9
Двойной разрезной станок	KARA	1	8	8	8	64	2,1
Конвейер для бревен		1	3	3	8	24	0,8
Поперечный конвейер		1	2,2	2,2	8	17,6	0,6
Рольганг	длина 18 м	1	1,1	1,1	8	8,8	0,3
Рольганг	длина 24 м	1	1,1	1,1	8	8,8	0,3
Рольганг	длина 27 м	1	1,1	1,1	8	8,8	0,3
Конвейер отходов	длина 27 м	1	3	3	8	24	0,8
Конвейер отходов	длина 24 м	1	3	3	8	24	0,8
Итого						1192	39,7

Таблица 12. Затраты на 1 м³ пиломатериала (Цены 2003 года)

Название технологической операции	Наименование оборудования	Расход электроэнергии, диз. топлива в смену	Расход на 1 м ³ пиломатериалов	Стоимость ед. электроэнергии, диз. топлива	Затраты на 1 м ³ пиломатериалов
1. Разгрузка вагонов, сортировка сырья, загрузка поперечного конвейера для бревен.	Автомобиль с манипулятором	240 л/см	8 л	6,5 руб	52 руб
2. Подача бревен конвейером в устройство поштучной выдачи бревен к станку	Конвейер для бревен	24 кВт*ч/см	0,8 кВт*ч	1,30 руб	1,04 руб
3. Распиловка сырья на пиломатериалы	KARA-MASTER (2 шт.)	924 кВт*ч/см	30,8 кВт*ч	1,30 руб	40,0 руб
4. Подача центральных досок к месту сортировки и укладки досок в пакеты	Рольганги	17,6 кВт*ч/см	0,6 кВт*ч	1,30 руб	0,78 руб
5. Транспортировка горбыля и боковых досок к конвейеру отходов и обрезающему станку	Поперечный конвейер	17,6 кВт*ч/см	0,6 кВт*ч	1,30 руб	0,78 руб
8. Обрезка боковых досок	Двухпильный обрезающий станок KARA Optim	88 кВт*ч/см	2,9 кВт*ч	1,30 руб	3,77 руб
9. Транспортировка обрезных боковых досок к торцовочному станку	Рольганг	8,8 кВт*ч/см	0,3 кВт*ч	1,30 руб	0,39 руб
10. Торцовка боковых досок	Двойной разрезной станок KARA	64 кВт*ч/см	2,1 кВт*ч	1,30 руб	2,73 руб
11. Транспортировка отходов в накопитель	Конвейер отходов	48 кВт*ч/см	1,6 кВт*ч	1,30 руб	2,08 руб
12. Перевозка пиломатериалов из лесопильного цеха на склад сырых пиломатериалов и отходов к рубительной машине	Боковой погрузчик	12 л/см	0,4 л	6,5 руб	2,6 руб
ИТОГО					106,17 руб

Стоимость всех технологических затрат (на электроэнергию и дизельное топливо) составит 106,17 руб. на 1 м³ пиломатериала, при получении электроэнергии со стороны, и 127,6 руб. на 1 м³ пиломатериала при работе собственного дизель-генератора.

5.6.8. Выбор и размещение светильников

Размеры цеха 62 x 12 x 7,8 м, потолок побеленный ($P = 0,5$), стены бетонные с окнами ($P = 0,3$).

Выбираем систему общего освещения лампами накаливания. Светильник ППД-500 пыленепроницаемый.

При высоте помещения 7,8 м, высоте расчетной над полом – $h_p = 0,8$ м принимаем величину свеса светильника $h_{св} = 0,25$ ($H - h_p$) = 1,75 м.

Расчетная высота подвеса $H_p = ((7,8 - 1,75) - 0,8) = 5,25$ м. Ориентировочное расстояние между рядами светильников $L = 1,4 \times H_p = 7,35$ м.

Располагаем светильники симметрично по углам квадрата. Определяем количество рядов светильников:

$$m = \frac{B}{L} = \frac{12}{7,35} = 1,6$$

принимаем $m = 2$.

Расстояние от стен до светильников $L_{ст} = 0,4L = 2,94$ м.

Уточненное расстояние между рядами светильников

$$L = 12 - L_{cm} = 6,2 \text{ м}$$

Расстояние между светильниками в ряду

$$L_{с} = \frac{L^2}{L_a} = \frac{7,35^2}{6,2} = 8,7 \text{ м}$$

Количество светильников в ряду

$$n_1 = \frac{A - 2L_{cm}}{L_{с}} = \frac{62 - 2 \cdot 2,9}{8,7} = 6,4$$

Принимаем $n_1 = 7$. Всего светильников $\Sigma N = m n_1 = 14$ шт.

Индекс помещения

$$i = \frac{A \cdot B}{H_p(A + B)} = \frac{62 \cdot 12}{5,25 \cdot (62 + 12)} = 1,92$$

Коэффициент использования осветительной установки: $\eta = 0,44$

По нормам освещенности принимаем $E_{\min} = 50$ лк. Коэффициент запаса $K_z = 1,3$, коэффициент неравномерности $Z = 1,2$, тогда расчетный световой поток лампы

$$\Phi_p = \frac{E_{\min} \cdot S \cdot K_z \cdot Z}{n_c \cdot \Sigma N \cdot \eta} = 9420 \text{ лм}$$

Выбираем ближайшую по потоку лампу Г-220-500.

5.6.9. Расход электроэнергии на освещение

Для возможности избирательной вариации светового потока искусственного освещения при разном уровне естественного освещения, а также для уменьшения нагрузки электропроводки, все светильники разобьем на 3 группы, с целью равномерной нагрузки фаз.

Установленная мощность осветительной нагрузки определяется выражением:

$$P_{уст} = \sum N \cdot P_{гр} \cdot n_c \quad (\text{кВт})$$

а потребляемая: $P_{осв} = N \cdot n_c \cdot m \cdot P_{гр} \cdot k_0 \quad (\text{кВт})$

где N – количество светильников в группе, m – количество групп, n_c – количество ламп в светильнике, k_0 – коэффициент одновременности горения ламп (или включенных групп).

$$P_{уст} = 14 \cdot 500 \cdot 1 = 7 \text{ кВт}$$

$$P_{осв} = 5 \cdot 1 \cdot 3 \cdot 500 \cdot 0,9 = 6,75 \text{ кВт}$$

Расход электроэнергии на освещение равен

$$W_{осв} = P_{осв} \cdot T \quad (\text{кВт} \cdot \text{час})$$

где T – количество часов работы (смена, год)

$W_{осв} = 54 \text{ кВт ч/в смену.}$

5.6.10. Расчет мощности обогревателя для отопления комнаты мастеров в лесопильном цехе.

Количество тепла, необходимое для обогрева помещения при использовании подогревателей без проточного воздуха, Q , кДж/ч

$$Q = qV(t_{вн} - t_{н})$$

где q – отопительная характеристика здания, кДж/(ч°См³), для кирпичных и блочных зданий $q = 2 - 2,4$;

V – объем помещения, $V = 48 \text{ м}^3$.

$$Q = 2,2 \cdot 48(15 - (-15)) = 3168 \text{ кДж/ч}^0 \text{См}^3$$

Расчетная установленная мощность нагревателя

$$P = 0,278 \cdot 10^{-3} Q = 0,9 \text{ кВт}$$

5.6.11. Расчет потребляемой мощности цехом лесопиления

Расчетное значение активной мощности определяем с учетом коэффициентов спроса (K_c), значения которых определены по справочникам.

$$P = K_c \cdot P_{уст}, \quad \text{кВт}$$

где P_n - расчетное значение потребляемой мощности;

$P_{уст}$ – установленная мощность потребителя.

Реактивная мощность Q_n потребителей определяется по среднему $\cos \varphi$ для каждого наименования потребителя входящего в ведомость.

Значения $\cos \varphi$ приняты из справочной литературы.

$$Q_n = P_n \cdot tg \varphi, \text{ кВАр}$$

где Q_n – расчетная реактивная мощность.

Таблица 13.Сводная ведомость электропотребления по цеху лесопиления

Наименование оборудования	Тип модели	Количество, шт.	Установленная мощность, кВт		Kс	P _n , кВт	cos φ	tg φ	Q _n , кВАр
			единицы	всего					
1.Производственные механизмы и технологическое оборудование									
Круглопильный станок	KARA-MASTER	1	56,5	115,5	0,8	92,4	0,6	1,33	122,9
		1	59,0						
Двухпильный об-резной станок	KARA 50-250	1	11	11	0,55	6,1	0,7	1,02	6,2
Двойной разрезной станок	KARA	1	8	8	0,25	2	0,5	1,73	3,46
Конвейер для бревен		1	3	3	0,4	1,2	0,7	1,02	1,22
Поперечный конвейер		1	2,2	2,2	0,4	0,9	0,7	1,02	1,1
Рольганг	длина 18 м	1	1,1	1,1	0,4	0,4	0,7	1,02	0,408
Рольганг	длина 24 м	1	1,1	1,1	0,4	0,4	0,7	1,02	0,408
Рольганг	длина 27 м	1	1,1	1,1	0,4	0,4	0,7	1,02	0,408
Конвейер отходов	длина 27 м	1	3	3	0,6	1,8	0,7	1,02	1,84
Конвейер отходов	длина 24 м	1	3	3	0,6	1,8	0,7	1,02	1,84
2. Осветительная нагрузка									
Лампы накаливания		14	500	7	0,8	5,6	0,9	0,48	2,69
3. Другие потребители									
Обогреватель		1	0,9	0,9	0,8	0,72	0,9	0,48	0,35
ИТОГО						113,7			142,8

5.7. Системы удаления отходов

Участки: а) удаление опилок и кусковых отходов в цехе лесопиления; б) удаление стружки и опилок в цехе деревообработки; в) транспортировка щепы от рубильной машины.

Технологические составляющие:

Производительность: 12000 м³/год опилок и кусковых отходов в цехе лесопиления; 11000 м³/год стружки, щепы и опилок в цехе деревообработки. Описание технологического процесса удаления отходов из цеха лесопиления и энергетические расходы при расчетах входят в описание работы лесопильного цеха.

Оборудование

Основное:

Ленточные транспортеры; фильтры; эксгаустер; циклоны

Вспомогательное:

Нестандартное оборудование: топор, лом, пож. щит и т.п.

5.7.1. Измерение отходов и измельченной древесины

Для пересчета объема плотной древесины в объем складочной или насыпной меры применяются коэффициенты: для влажных опилок 3 – 3.5; для сухой стружки 5; для щепы 2.5; для уложенных в штабель реек и горбылей, в зависимости от их длины и толщины, 1.5 – 2.

Если измерение измельченной древесины производится в рыхлом виде, то для преобразования объема рыхлой древесины к объему плотной древесины следует пользоваться коэффициентами: для влажных опилок 0.3; для сухой стружки 0.2; для щепы 0.4; для горбылей и реек 0.5 – 0.6.