

**А.П. Мохирев**

# **СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И МАШИНЫ ЛЕСНОГО КОМПЛЕКСА**

## **Часть 1**

# **Лесозаготовительное производство**



Красноярск

2017

Министерство образования и науки Российской Федерации  
ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и  
технологий имени М.Ф. Решетнева»  
Филиал СибГУ в г.Лесосибирске

А. П. Мохирев

# СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И МАШИНЫ ЛЕСНОГО КОМПЛЕКСА

Часть 1

## Лесозаготовительное производство

Утверждено редакционно-издательским советом СибГТУ  
в качестве курса лекций  
для студентов направлений подготовки 35.04.02 «Технология  
лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств»,  
15.04.02 «Технологические машины и оборудование», всех форм  
обучения

Красноярск

2017

Мохирев, А. П. Современные технологии и машины лесного комплекса. Часть 1. Лесозаготовительное производство: курс лекций для студентов направления подготовки 35.04.02 «Технология лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств», 15.04.02 «Технологические машины и оборудование», всех форм обучения / А. П. Мохирев. – Красноярск: СибГУ, 2017. – 135 с.

В курсе лекций представлен теоретический материал для изучения существующих технологических процессов лесосечных и лесоскладских работ. Представлены основные положения правил заготовки древесины и методики расчета основных технологических параметров лесосек и лесного склада. Материалы курса лекций могут быть использованы при самостоятельной подготовке, курсовом и дипломном проектировании студентами по указанным и смежным направлениям подготовки высшего и среднего профессионального образования.

Рецензенты: главный инженер ОАО «Маклаковский ЛДК» Гудз В. В.;  
доцент Черноусова Н. Г. (научно-методический совет СибГТУ).

© Мохирев А. П., 2017

© ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий имени М.Ф. Решетнева», 2017

## Содержание

Введение.....	4
Лекция 1 Общие понятия о лесозаготовках .....	6
Лекция 2, 3 Основные лесосечные работы .....	38
Лекция 4 Подготовительные и вспомогательные работы .....	72
Лекция 5 Общая характеристика лесных складов .....	79
Лекция 6, 7 Технологические процессы лесных складов .....	89
Заключение.....	131
Библиографический список.....	132
Приложение А (обязательное) Перечень ключевых слов.....	133

## Введение

В последние годы ведется интенсивный поиск путей развития лесопромышленного комплекса России и преодоления наметившихся в его функционировании кризисных явлений. Одним из основных направлений повышения эффективности лесозаготовок большинством предприятий признано совершенствование технологии лесозаготовок [1].

Для российского лесного сектора характерно многообразие методов и систем машин на лесозаготовках, но их нельзя однозначно считать оптимальным. Если в недалеком прошлом основной объем древесины в России заготавливался в хлыстах и деревьях, то в настоящее время их доля по отношению к сортиментной технологии стремительно снижается.

Дисциплина «Технология лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств» общим объемом 216 часов изучается студентами очной формы обучения в седьмом и восьмом семестрах, студентами заочной формы обучения – в десятом. Во время изучения студенты очной формы обучения выполняют две расчетно-графические работы, студенты заочной формы обучения – одну. У студентов очной формы обучения курс в седьмом семестре завершается зачетом, в восьмом семестре – экзаменом. У студентов заочной формы обучения курс завершается экзаменом. На лекции студентам очной формы обучения отводится 28 часов, студентам - заочникам – 8 часов.

Цель курса - изучение вопросов теории, методов расчета и опыта практического применения современных и перспективных технологических процессов лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств

При изучении данного курса студент должен научиться пользоваться нормативными документами по качеству производимых работ, быть подготовлен для принятия конкретного решения при разработке технологического процесса лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств.

Задачи изучения дисциплины:

- выработать умение квалифицированно применять принципы организации технологических процессов лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств;
- научить студентов эксплуатировать оборудование лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств, выполняя необходимые расчеты и осуществляя авторский надзор за реализацией принятых решений;
- сформировать у студента навыки научно-технического мышления творческого применения полученных знаний в будущей инженерной деятельности.

Дисциплина разбита на два модуля, посвященные лесозаготовительному и деревообрабатывающему процессам.

Курс лекций посвящен первому модулю дисциплины – лесосечным работам. В курсе лекций представлены технологии и системы машин как хлыстовой, так и сортиментной технологии лесозаготовок. Часть лекций посвящена нижнескладским работам.

Курс лекций может использоваться при самостоятельной работе студентов, выполнении практических, расчетно-графических работ, разработке дипломных проектов.

При изучении данных лекций у студентов формируются следующие общекультурные и профессиональные компетенции:

- умение использовать нормативные правовые документы в своей деятельности;
- стремление к саморазвитию, повышению своей квалификации и мастерства (ОК-6);
- способность использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и изделий из древесины и древесных материалов;
- готовность обосновывать принятие конкретного технического решения при разработке технологических процессов и изделий; выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения;
- способность анализировать технологический процесс как объект управления;
- готовность систематизировать и обобщать информацию по использованию ресурсов предприятия и формированию ресурсов предприятия;
- готовность к кооперации с коллегами и работе в коллективе, к организации работы малых коллективов исполнителей;
- способность проектировать технологические процессы с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства.

## ЛЕКЦИЯ 1 ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ О ЛЕСОЗАГОТОВКАХ

План:

1. Эксплуатационное значение лесов
2. Леса России
3. Характеристики лесопользования
4. Состав лесозаготовительного предприятия
5. Правила заготовки древесины
6. Лесосырьевая база, годичный лесосечный фонд, лесосека

### 1 Эксплуатационное значение лесов

По данным ООН леса на планете занимают 27% от площади земли (без воды). Россия занимает первое место в мире:

- по площади лесов – 21 %;
- по запасам древесины – 25 %.

Лес является источником ряда продукции и имеет важные функции.

Таблица 1 – Функции леса

<b><i>Древесное сырье:</i></b>	<b><i>Продукты леса:</i></b>	<b><i>Свойства леса:</i></b>
-строительство -горнорудное - топливо -пиломатериалы -фанера -плиты -мебель -продукты пиролиза -целлюлоза -продукты гидролиза	-продукты подсочки -растительное сырье -продукты питания -лекарственное сырье -корма -охотничьи угодья -медоносы	-климатообразующие -водоохранные -почвозащитные -санитарно- гигиенические -оздоровительные

После соответствующей переработки из 1 м<sup>3</sup> древесины возможно получить:

- до 200 кг бумаги;
- 20 кг кормовых дрожжей;
- 15 кг ванилина;
- 90 л спирта;
- 600 шт. х/б костюмов;
- 6000 м<sup>2</sup> целлофана.

## 2 Леса России

Общая площадь лесов мира превышает 3,4 млрд га, или 27% площади земной суши. Оценки Продовольственной и сельскохозяйственной организации наций (ФАО, ФАО) исходят из определения, что все экологические системы с сомкнутостью древесного покрова не менее 10% в развивающихся странах и не менее 20% в развитых странах идентифицируются как леса. Более половины площади мировых лесных ресурсов (51%) расположено на территории 4 стран: Россия – 22%, Бразилия – 16%, Канада – 7%, США – 6%. Площадь лесов в России составляет 46% всех внетропических лесов земного шара [4]. Оценка общего запаса древесины в мировых лесах получена путем обобщения данных по 166 странам, на территории которых произрастает 99% площади мировых лесов. Она составила на 2000 год 386 млрд м<sup>3</sup>. Общее количество надземной древесной биомассы в мире оценено в 422 млрд т., а среднее количество древесной биомассы на 1 га лесов планеты составляет 109 т. Наибольший запас древесины – в Южной Америке (30%). Запасы древесины России составляют 27% от мировых, далее следуют Северная Америка и Азия с Океанией – по 13%, Африка – 12%, Европа – 5%. Наибольший запас древесины на 1 га отмечен в Южной Америке (Гватемала – 355 м<sup>3</sup>/га).

Географическое размещение лесов России неравномерно: около 78 % (из 764 млн га) покрытых лесом земель находятся в Сибири (318 млн га) и на Дальнем Востоке (279 млн га), остальные 22 % - в Европейской части (167 млн га).

Согласно ст.10 Лесного кодекса РФ [2] «в зависимости от экологического, экономического и социального значения лесов, их местоположения и выполняемых ими функций производится разделение лесов, расположенных на землях лесного фонда, на защитные, эксплуатационные и резервные».

**Защитные леса** по своему назначению выполняют водоохранную, почвозащитную, климатозащитную, санитарно-гигиеническую, эстетическую и другие специальные функции. Эта группа лесов занимает около 164 млн га.

С учетом особенностей правового режима защитных лесов определяются следующие категории указанных лесов [2]:

- 1) леса, расположенные на особо охраняемых природных территориях;
- 2) леса, расположенные в водоохранных зонах;
- 3) леса, выполняющие функции защиты природных и иных объектов:

а) леса, расположенные в первом и втором поясах зон санитарной охраны источников питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения;

б) защитные полосы лесов, расположенные вдоль железнодорожных путей общего пользования, федеральных автомобильных дорог общего пользования, автомобильных дорог общего пользования, находящихся в собственности субъектов Российской Федерации;

в) зеленые зоны;

в.1) лесопарковые зоны;

г) городские леса;

д) леса, расположенные в первой, второй и третьей зонах округов санитарной (горно-санитарной) охраны лечебно-оздоровительных местностей и курортов;

4) ценные леса:

а) государственные защитные лесные полосы;

б) противоэрозионные леса;

в) леса, расположенные в пустынных, полупустынных, лесостепных, лесотундровых зонах, степях, горах;

г) леса, имеющие научное или историческое значение;

д) орехово-промысловые зоны;

е) лесные плодовые насаждения;

ж) ленточные боры;

з) запретные полосы лесов, расположенные вдоль водных объектов;

и) нерестоохранные полосы лесов.

3. К особо защитным участкам лесов относятся:

1) берегозащитные, почвозащитные участки лесов, расположенных вдоль водных объектов, склонов оврагов;

2) опушки лесов, граничащие с безлесными пространствами;

3) лесосеменные плантации, постоянные лесосеменные участки и другие объекты лесного семеноводства;

4) заповедные лесные участки;

5) участки лесов с наличием реликтовых и эндемичных растений;

6) места обитания редких и находящихся под угрозой исчезновения диких животных;

7) другие особо защитные участки лесов.

**Эксплуатационные леса** предназначены для заготовки древесины и являются объектом выращивания высокопродуктивных насаждений с целью получения древесины. Леса данной группы занимают около 322,8 млн га.

Основные задачи:

1. Наиболее полное и рациональное использование лесных ресурсов без потерь древесины на корню;

2. Увеличение прироста древесины;

3. Улучшение состава насаждений и качества выращиваемой древесины;

4. Расширение площадей с высокопродуктивными, здоровыми насаждениями.

**Резервные леса**, не планируемые к освоению в ближайшее время, расположены главным образом в районах Севера, Сибири, Забайкалья и Дальнего Востока, удаленных от крупных промышленных центров, со слабо развитой сетью железных и шоссейных дорог. Лесные массивы занимают обширнейшие территории и представлены спелыми и перестойными древостоями с преобладанием хвойных пород. Основным методом восстановления леса – естественное возобновление.

Общий запас стволовой древесины в РФ, не считая сучьев, составит, примерно 85 млрд м<sup>3</sup> (США – 56 млрд м<sup>3</sup>). Средний запас на 1 га составляет 111 м<sup>3</sup>/га (M=170 м<sup>3</sup>/га – хвойные, M=130 м<sup>3</sup>/га – твердолиственные, M=80 м<sup>3</sup>/га – мягколиственные).

Прирост на 1 га составляет 1,38 м<sup>3</sup>. Общий средний прирост древесины в РФ составляет 505,5 млн м<sup>3</sup>.

Породный состав лесов России весьма разнообразен. В целом преобладают хвойные лесонасаждения – 74 %, твердолиственные – 4 %, мягколиственные – 17 %, прочие породы – 5 %.

Наиболее распространенная древесная порода на территории России – лиственница – 34 % запаса лесного фонда.

Основными лесообразующими породами являются:

- хвойные породы: сосна – наиболее ценная, ель, пихта (смолистые вещества – трудность обработки), лиственница (трудность обработки), кедр и др.;

- твёрдолиственные: дуб, бук, граб, ясень, клён, ильм, саксаул;

- мягколиственные: берёза, осина, тополь, ива, ольха, липа.

Лесная промышленность добывает лесные материалы и относится к добывающей промышленности. Наряду с общими чертами лесная промышленность имеет некоторые специфические особенности и различия с такими отраслями, как угольная, газовая, нефтедобывающая.

Лес в отличие от торфа, угля, нефти имеет одну ценную способность – после вырубki возобновляться. Поэтому при заготовке лесных материалов следует проявлять заботу о рациональном использовании, восстановлении и повышении продуктивности лесов. Основным принцип лесопользования – неистощительность и непрерывность, который обеспечивается максимальной нормой изъятия древесных ресурсов – расчетной лесосекой. Ежегодный прирост в освоенных лесах мира 1,8 млрд м<sup>3</sup>, в лесах всей планеты – 5,5 млрд м<sup>3</sup>.

Оптимальной расчетной лесосекой является такой размер рубок леса, который при наиболее полном использовании лесосырьевых ресурсов

обеспечивает непрерывность, неистощимость лесопользования (расчетная лесосека Красноярского края 60,4 млн м<sup>3</sup>).

Объемы потребления древесной продукции, как показывают расчеты, растут. Однако увеличение объемов лесозаготовок связано со значительными трудовыми сложностями. Следовательно, потребность в древесной продукции будет значительно покрываться за счет заменителей, сырьем для которых служат древесные отходы и низкие сорта древесины.

Основным направлением развития лесной отрасли должно быть комплексное использование всей биомассы древесного ствола (сырья) и его составляющих (корни, сучья, кора).

### 3 Характеристики лесопользования

Организация разумного пользования лесом является одной из главных, ответственных и в то же время трудных задач всех наук о лесе. Чтобы правильно, научно обоснованно решать эту сложную задачу, необходимо разобраться в многообразии видов пользования леса и привести их в определенную систему, то есть классифицировать с учетом народнохозяйственного использования многочисленных лесных продуктов и полезных свойств леса.

Для организации рационального использования лесных богатств все существующие пользования лесом целесообразно разделить на три группы: прямое, побочное и природное. Группы и виды рубок представлены на рисунке 1.

**Природное пользование лесом** является глобальным, непреходящим и выражается в использовании человечеством климатозащитных и др. свойств лесных насаждений [4].

**Прямое пользование лесом** связано с эксплуатацией основного компонента леса – древесной растительности – и состоит из пользования древесиной и другими древесными ресурсами.

**Пользование древесиной** должно быть: по времени – непрерывным, по размеру – всевозрастающим, по территории – относительно равномерным и пропорциональным, с учетом наиболее полного обеспечения местной потребности в древесине. Лесоустройство рассматривает три вида пользования древесиной: рубки главного пользования, промежуточного пользования и прочие рубки. Размер каждого определяется отдельно по группам лесов и категориям защитности, по хозяйственным частям, а в пределах их – по хозяйственным секциям (преобладающим в насаждениях древесным породам).

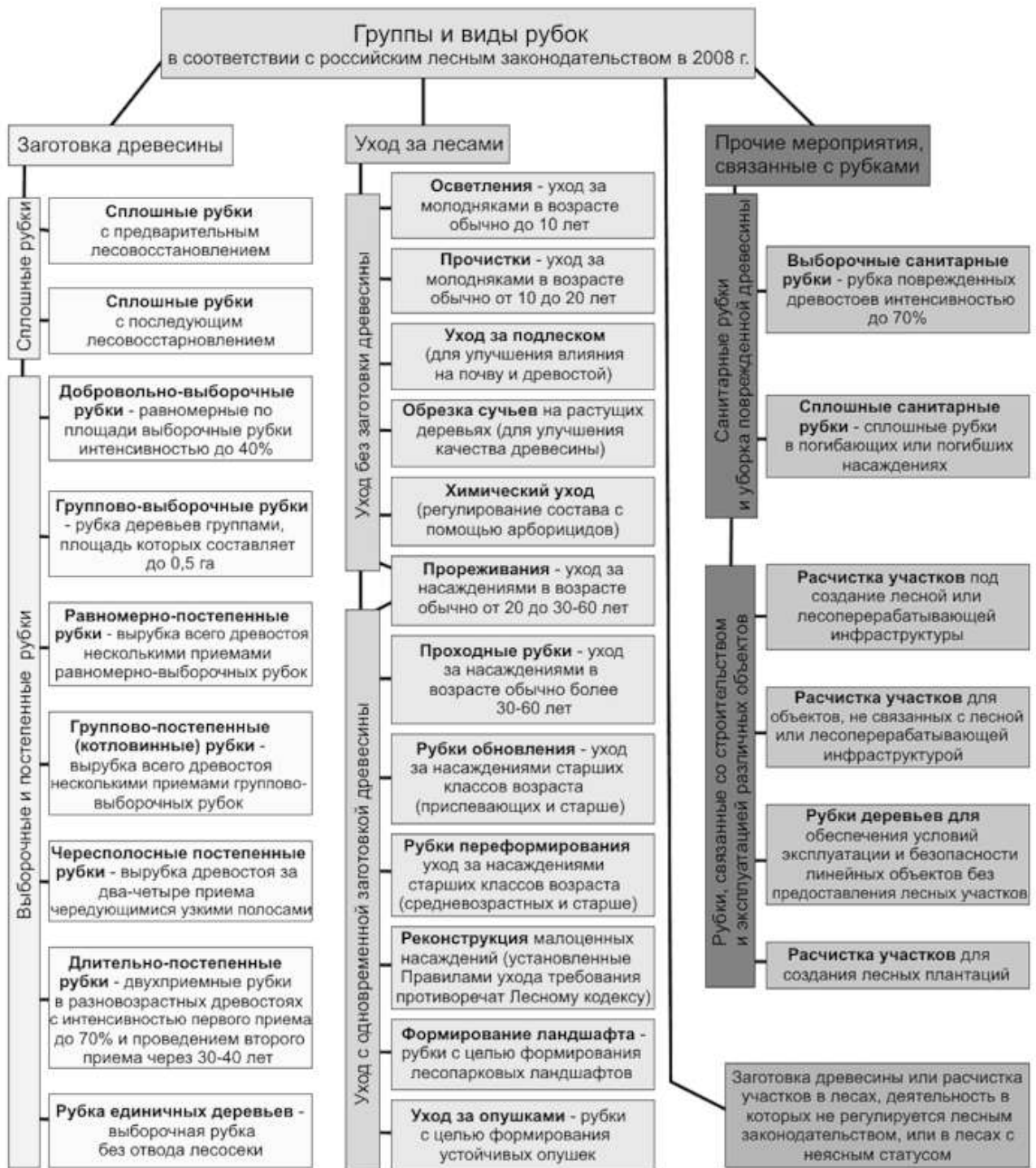


Рисунок 1 – Классификация рубок [5]

По каждому виду пользования древесиной лесоустройство осуществляет следующие работы: проводит технические расчеты для определения возможного размера, составляет проект пользования древесиной на предстоящий ревизионный период, осуществляет набор участков (таксационных выделов, намечаемых в рубку) [4].

**Рубки главного пользования.** Оптимальная норма пользования лесом, устанавливаемая при лесоустройстве по каждому лесничеству отдельно по хозяйствам (хвойному, мягколиственному и твердолиственному) в пределах групп лесов, исходя из принципов рациональности, непрерывности и неистощительности пользования лесным фондом, называется расчетной лесосекой по рубкам главного пользования [4].

На величину расчетной лесосеки важнейшее влияние оказывают: породный состав; возрастная структура насаждений (распределение их площади по классам возраста); величина среднего измерения запаса древесины (среднего прироста), биологической устойчивости, санитарного и лесопатологического состояния насаждений, их производительность и товарность; степень доступности эксплуатационного фонда; площади и запасы насаждений, исключенные из рубок главного пользования; конъюнктура лесного рынка и требования лесозексплуатации.

Исходными данными для установления объема каждого вида рубок промежуточного пользования являются площади, общие запасы древесины в таксационных выделах, назначенных в процессе таксации под лесоводственный уход, а также процент интенсивности рубки, установленный при натурном проектировании мероприятия.

Расчет ежегодного размера каждого вида рубок промежуточного пользования осуществляют по двум вариантам – лесоводственным требованиям и экономическим возможностям лесничества (степени доступности участков, возможности реализации древесины, наличию производственных мощностей и т.д.). Запас ликвидной и деловой древесины определяют на основе соответствующих региональных таблиц. В случае их отсутствия при лесоустройстве закладывают пробные площади. На них проводят рубку ухода, на основании которой устанавливают проектируемый выход ликвидной и деловой древесины. Он может определяться также по фактически сложившейся практике проведения ухода за лесом в устраиваемом лесхозе [4].

Рубки обновления по сути схожи с рубками главного пользования, и расчеты их ежегодного размера определяются так же, как и для рубок главного пользования, с учетом проектируемого способа рубок.

Размер выборочных санитарных рубок рассчитывают как частное от деления сумм площадей и намеченных к вырубке запасов (определяется аналогично рубкам ухода) на установленный срок проведения рубки (обычно 3...5 лет). В расчет включают выделы, в которых намечаемый к вырубке запас древесины составляет не менее 5 м<sup>3</sup>/га в защитных и 10 м<sup>3</sup>/га в эксплуатационных и резервных лесах. Класс товарности вырубаемой древесины определяют преимущественно на основе

фактической сложившейся в последние годы практики в устраиваемом лесхозе.

Рубку реконструкции проводят в малоценных насаждениях, не подлежащих рубкам главного пользования и сплошным санитарным рубкам. Она обеспечивает удаление малоценных элементов этих насаждений и подготовку условий для проведения мероприятий по созданию лесных культур.

Общий объем промежуточного пользования складывается из объемов всех видов рубок ухода, выборочных санитарных рубок и рубок реконструкции.

**Прочие рубки.** Правилами отпуска древесины на корню в лесах РФ (1998) к прочим отнесены рубки, выполняемые с целью:

- расчистки земель для строительства зданий и сооружений, строительства и эксплуатации гидроузлов (включая зоны затопления водохранилищ);
- строительства дорог, линий связи и электропередачи;
- добычи полезных ископаемых, торфа;
- перевода в установленном порядке лесных земель в нелесные;
- прорубки просек, создании противопожарных разрывов;
- проведения лесокультурных, лесомелиоративных и иных лесохозяйственных работ;
- сплошных санитарных рубок;
- разработки горельников, ветровальников, вырубки семенных деревьев, выполнивших свое назначение, единичных деревьев и реди;
- рубки для иных целей, не связанных с заготовкой древесины.

В лесах рекреационного назначения, наряду с этим, прочие рубки проектируют с целью удаления малоценной растительности; создания открытых пейзажей (декоративных полей, полей для отдыха и др.) на местах создания открытых перспектив и живописных пейзажей на видовых точках; расчистки участков под строительство рекреационных объектов.

Прочие рубки, как правило, выполняют только в соответствии со специально разработанными и утвержденными проектами.

Санитарная рубка считается сплошной, если древостой вырубает на площади 0,1 га и более, а также в тех случаях, когда выборочными санитарными рубками невозможно оздоровить насаждение: в гибнущих и утративших биологическую устойчивость участках леса, в насаждениях с повышенным текущим отпадом, ветровальных, буреломных, в сильной степени пораженных болезнями, заселенных стволовыми вредителями.

Выборочные санитарные рубки проводят с целью оздоровления насаждений, предупреждения распространения и ликвидации очагов вредителей и болезней, своевременного использования древесины

сухостоя и валежника. Назначаются в молодняках, средневозрастных и приспевающих насаждениях.

Уборка валежника проектируется с целью снижения пожарной опасности и использования ликвидной древесины. Особое внимание этому мероприятию уделяется в зеленых зонах, придорожных лесных участках и местах, часто посещаемых местным населением и туристами.

*Побочное пользование.* В соответствии с действующими стандартами, к второстепенным лесным ресурсам относятся недревесные лесные ресурсы (пни, кора, береста, пихтовые, еловые и сосновые лапки, новогодние елки и др.), а так же пищевые и лекарственные ресурсы леса (ягоды, грибы, орехи, семена, травы, соки древесных растений и др.).

#### **4 Состав лесозаготовительного предприятия**

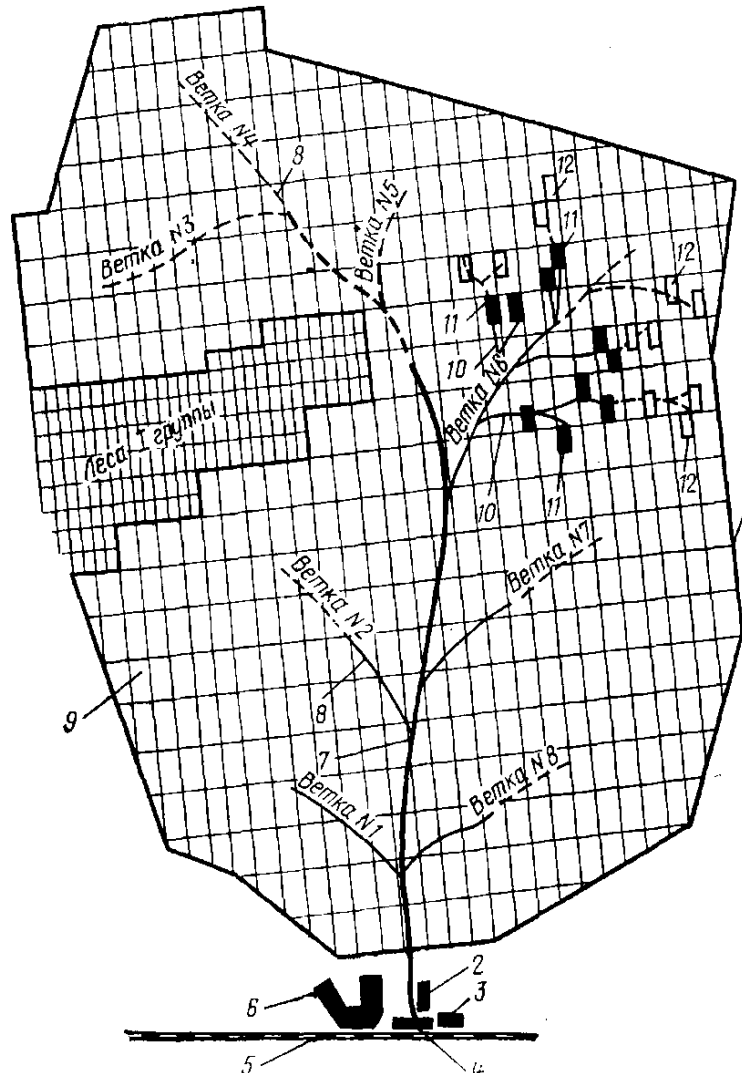
В состав лесозаготовительного предприятия входят:

1. Лесосырьевая база;
2. Лесосырьевой транспорт (лесовозная дорога и тягово-подвижной состав);
3. Нижний лесной склад;
4. Основные фонды промышленного назначения (сооружения, здания и лесозаготовительная техника);
5. Фонды бытового и культурного обслуживания;
6. Кадры.

На рисунке 2 показана лесосырьевая база, разбитая на кварталы. Квартал – основная единица учета леса в лесхозе, леспромхозе, лесничестве. Величина его зависит от разряда лесоустройства: разряд лесоустройства 1а – размеры квартала 25...50 га; 1 – 100 га; 2 – 200 га; 3 – 400...800 га и 4 – 1600 га. Кварталы разделяют на таксационные участки – выделы.

По лесосырьевой базе проходит магистральный участок лесовозной дороги 2, который проектируется на весь период эксплуатации лесосырьевой базы. От магистрали отходят лесовозные ветки 3 (дороги со сроком эксплуатации от 5 до 10 лет). От веток в свою очередь в лесосеки отводятся усы 4 (со сроком действия один год) и служат для вывозки леса с одной или двух лесосек. В месте примыкания лесовозной дороги к внешнему транспорту (водный или сухопутный – ШКЖД МПС) располагается нижний склад 7.

Заготовленная на лесосеках древесина доставляется (трелюется) на погрузочные пункты. Погрузочные пункты располагаются у лесовозной дороги, здесь древесину грузят на подвижной состав и транспортируют по усу, ветке и магистральной дороге на нижний склад.



1 -границы сырьевой базы; 2 -обслуживающие производства (РММ, гараж, подстанция, котельная, материальный склад и т. д.); 3 - деревообрабатывающие цехи (лесопильный, тарный, технологической щепы и др.); 4 - нижний склад; 5 - дорога МПС (или сплавная река); 6 - поселок; 7-магистраль лесовозной дороги; 8-ветки лесовозной дороги; 9 - квартальная сеть; 10 - лесовозные усы; 11 - лесосеки текущего года; 12 - лесосеки следующего года

Рисунок 2 — Производственная схема лесозаготовительного предприятия

Лесозаготовительные предприятия классифицируются по следующим признакам:

- а) по грузообороту;
- б) по сроку действия;
- в) по виду лесовозного транспорта;
- г) по виду магистрального транспорта;

д) по степени переработки древесины.

## **5 Правила заготовки древесины [3]**

### *5.1 Общие положения*

1. Настоящие Правила заготовки древесины (далее – Правила) разработаны в соответствии со статьей 29 Лесного кодекса Российской Федерации (Собрание законодательства Российской Федерации, 2006, № 50, ст. 5278; 2008, № 20, ст. 2251; № 30 (ч.1.), ст. 3597, ст. 3599; № 30 (ч.1) ст. 3616; № 52 (ч.1.), ст. 6236; 2009, № 11, ст. 1261; № 29, ст. 3601; № 30, ст. 3735; № 52 (ч.1), ст. 6441; 2010, № 30, ст. 3998; 2011, № 1, ст. 54; № 25, ст. 3530; № 27, ст. 3880) (далее – Лесной кодекс Российской Федерации) и устанавливают требования к заготовке древесины во всех лесных районах Российской Федерации.

2. Заготовка древесины представляет собой предпринимательскую деятельность, связанную с рубкой лесных насаждений, их трелевкой, частичной переработкой, хранением и вывозом из леса древесины (часть 1 статьи 29 Лесного кодекса Российской Федерации).

3. Граждане, юридические лица осуществляют заготовку древесины на основании договоров аренды лесных участков (часть 8 статьи 29 Лесного кодекса Российской Федерации).

В случае если федеральными законами допускается осуществление заготовки древесины федеральными государственными учреждениями, лесные участки, находящиеся в государственной собственности, могут предоставляться этим учреждениям для указанной цели в постоянное (бессрочное) пользование (часть 8.1 статьи 29 Лесного кодекса Российской Федерации).

В исключительных случаях, предусмотренных законами субъектов Российской Федерации, допускается осуществление заготовки древесины для обеспечения государственных нужд или муниципальных нужд на основании договоров купли-продажи лесных насаждений (часть 8.2 статьи 29 Лесного кодекса Российской Федерации).

4. Наряду с положениями настоящих Правил, требования, устанавливаемые правилами санитарной безопасности в лесах, правилами пожарной безопасности в лесах, правилами ухода за лесами, правилами лесовосстановления являются обязательными для выполнения при заготовке древесины.

5. Заготовка древесины осуществляется в соответствии с настоящими Правилами, с лесным планом субъекта Российской Федерации, лесохозяйственным регламентом лесничества (лесопарка), а также проектом освоения лесов и лесной декларацией (за исключением

случаев заготовки древесины на основании договора купли-продажи лесных насаждений).

6. Граждане вправе заготавливать древесину для целей отопления, возведения строений и иных собственных нужд (часть 1 статьи 30 Лесного кодекса Российской Федерации).

В местах традиционного проживания и хозяйственной деятельности лиц, относящихся к коренным малочисленным народам Севера, Сибири и Дальнего Востока Российской Федерации и ведущих традиционный образ жизни, эти лица имеют право бесплатно осуществлять заготовку древесины для собственных нужд, исходя из установленных нормативов (часть 2 статьи 30 Лесного кодекса Российской Федерации).

Граждане осуществляют заготовку древесины для собственных нужд на основании договоров купли-продажи лесных насаждений (часть 4 статьи 30 Лесного кодекса Российской Федерации).

Порядок и нормативы заготовки гражданами древесины для собственных нужд устанавливаются законами субъектов Российской Федерации (часть 5 статьи 30 Лесного кодекса Российской Федерации).

7. Граждане, юридические лица в целях заготовки древесины вправе осуществлять строительство лесных дорог, лесных складов, других строений и сооружений.

8. Согласно части 2 статьи 16 Лесного кодекса Российской Федерации для заготовки древесины, если иное не установлено Лесным кодексом Российской

Федерации, допускается осуществление рубок:

- а) спелых, перестойных лесных насаждений;
- б) средневозрастных, приспевающих, спелых, перестойных лесных насаждений при вырубке погибших и поврежденных лесных насаждений, при уходе за лесами;
- в) лесных насаждений любого возраста на лесных участках, предназначенных для строительства, реконструкции и эксплуатации объектов, предусмотренных статьями 13, 14 и 21 Лесного кодекса Российской Федерации.

9. Без проведения аукциона договоры аренды лесных участков, находящихся в государственной или муниципальной собственности, заключаются в случае заготовки древесины на лесных участках, предоставленных юридическим лицам или индивидуальным предпринимателям в соответствии со статьями 43 – 46 Лесного кодекса Российской Федерации.

10. Заготовка древесины осуществляется в пределах расчетной лесосеки лесничества (лесопарка) по видам целевого назначения лесов, хозяйствам и преобладающим породам.

На лесных участках, предоставленных в постоянное (бессрочное) пользование, аренду, разрешается заготовка древесины в объеме, не совпадающем с допустимым объемом изъятия древесины по лесному участку, при условии, если суммарный объем древесины, заготовленной за последние 3 года, не превышает установленной расчетной лесосеки по лесничеству.

Объем древесины, заготовленной при ликвидации чрезвычайной ситуации в лесах, возникшей вследствие лесных пожаров, и последствий этой чрезвычайной ситуации, в расчетную лесосеку не включается.

11. Заготовка древесины осуществляется в эксплуатационных лесах, защитных лесах, если иное не предусмотрено Лесным кодексом Российской Федерации, другими федеральными законами.

В эксплуатационных лесах с целью заготовки древесины, осуществляются сплошные и выборочные рубки.

Сплошные рубки в защитных лесах осуществляются в случаях, предусмотренных частью 5.1 статьи 21 Лесного кодекса Российской Федерации, и в случаях, если выборочные рубки не обеспечивают замену лесных насаждений, утрачивающих свои средообразующие, водоохранные, санитарно-гигиенические, оздоровительные и иные полезные функции на лесные насаждения, обеспечивающие сохранение целевого назначения защитных лесов и выполняемых ими полезных функций.

12. Рубка лесных насаждений на каждой лесосеке, трелевка, частичная переработка, хранение и вывоз заготовленной древесины осуществляется лицом, использующим лесной участок в целях заготовки древесины, в течение 12 месяцев с даты начала декларируемого периода согласно лесной декларации, или в течение срока, установленного договором купли-продажи лесных насаждений, – в случае заготовки древесины на основании договора купли-продажи лесных насаждений.

Увеличение сроков рубки лесных насаждений, хранения и вывоза древесины, указанных в настоящем пункте, допускается в случае возникновения неблагоприятных погодных условий, исключающих своевременное исполнение данных требований.

Срок рубки лесных насаждений, хранения и вывоза древесины может быть увеличен не более чем на 12 месяцев уполномоченным органом по письменному заявлению лица, использующего леса.

Разрешение на изменение сроков рубки лесных насаждений и вывоза древесины выдается в письменном виде с указанием местонахождения лесосек (участковое лесничество, номер лесного квартала, номер лесотаксационного выдела, номер делянки), площади лесосеки, объема древесины и вновь установленного (продленного) срока (даты) рубки лесных насаждений и (или) хранения, вывозки древесины.

### 13. При заготовке древесины:

а) не допускается использование русел рек и ручьев в качестве трасс волоков и лесных дорог;

б) не допускается повреждение лесных насаждений, растительного покрова и почв, захламление лесов промышленными и иными отходами за пределами лесосеки;

в) необходимо сохранять дороги, мосты и просеки, а также осушительную сеть, дорожные, гидромелиоративные и другие сооружения, водотоки, ручьи, реки;

г) запрещается оставление завалов (включая срубленные и оставленные на лесосеке деревья) и срубленных зависших деревьев, повреждение или уничтожение подроста, подлежащего сохранению;

д) запрещается уничтожение или повреждение граничных, квартальных, лесосечных и других столбов и знаков, клейм и номеров на деревьях и пнях;

е) запрещается рубка и повреждение деревьев, не предназначенных для рубки и подлежащих сохранению в соответствии с настоящими Правилами и лесным законодательством Российской Федерации, в том числе источников обсеменения и плюсовых деревьев;

ж) не допускается заготовка древесины по истечении разрешенного срока (включая предоставление отсрочки), а также заготовка древесины после приостановления или прекращения права пользования;

з) не допускается оставление не вывезенной в установленный срок (включая предоставление отсрочки) древесины на лесосеке;

и) не допускается вывозка, трелевка древесины в места, не предусмотренные технологической картой разработки лесосеки;

к) не допускается невыполнение или несвоевременное выполнение работ по очистке лесосеки;

л) не допускается уничтожение верхнего плодородного слоя почвы вне волоков и погрузочных площадок.

14. Перечень видов (пород) деревьев и кустарников, заготовка древесины которых не допускается, утверждается уполномоченным федеральным органом исполнительной власти.

15. При заготовке древесины на лесосеках не допускается рубка жизнеспособных деревьев ценных древесных пород (дуба, бука, ясеня, кедра, липы, граба, ильма, ольхи черной, каштана посевного), произрастающих на границе их естественного ареала (в случаях, когда доля площади насаждений соответствующей древесной породы в составе лесов не превышает 1 процента от площади лесничества (лесопарка)).

Подлежат сохранению особи видов, занесенных в Красную книгу Российской Федерации, в красные книги субъектов Российской Федерации.

16. При заготовке древесины не допускается проведение рубок спелых, перестойных лесных насаждений с участием кедра три единицы и более в составе древостоя лесных насаждений.

17. При заготовке древесины в целях повышения биоразнообразия лесов на лесосеках могут сохраняться отдельные ценные деревья в любом ярусе и их группы (старовозрастные деревья, деревья с дуплами, гнездами птиц, а также потенциально пригодные для гнездования и мест укрытия мелких животных и т.п.).

Перечни объектов биоразнообразия и размеры буферных зон для конкретного лесничества (лесопарка) указываются в лесохозяйственном регламенте лесничества, лесопарка.

#### *5.2 Требования по отводу и таксации лесосек*

18. В целях заготовки древесины проводится отвод части площади лесного участка, предназначенного в рубку (далее - лесосека), а также таксация лесосеки, при которой определяются количественные и качественные характеристики лесных насаждений и объем древесины, подлежащий заготовке.

При отводе лесосек устанавливаются и обозначаются на местности границы лесосек, отмечаются деревья, предназначенные для рубки при проведении выборочных рубок.

Разработка лесосек без предварительного отбора и отметки вырубаемых деревьев допускается при проведении выборочных рубок специально обученными машинистами лесозаготовительных машин и вальщиками леса.

19. Отвод и таксация лесосек обеспечиваются:

гражданами и юридическими лицами, осуществляющими заготовку древесины на основании договоров аренды лесных участков;

федеральными государственными учреждениями, осуществляющими заготовку древесины на лесных участках, предоставленных им в постоянное (бессрочное) пользование;

органами государственной власти, органами местного самоуправления в пределах их полномочий, определенных в соответствии со статьями 82 – 84 Лесного кодекса Российской Федерации, для заготовки древесины гражданами и юридическими лицами на основании договоров купли-продажи лесных насаждений.

При отводе лесосек допускается рубка деревьев на граничных визирах и при закладке пробных площадей, включая постановку столбов на углах лесосек.

20. Отвод лесосек при всех формах рубок осуществляется в пределах лесного квартала, как правило, в бесснежный период.

Лесотаксационные выделы отводятся в рубку полностью, если площадь их не превышает предельные размеры лесосек, установленные настоящими Правилами.

При рубках спелых, перестойных лесных насаждений в эксплуатационных лесах в лесосеку могут включаться выделы приспевающих древостоев общей площадью, не превышающей 3 га, находящиеся в границах данной лесосеки в пределах лесотаксационных выделов спелых и перестойных лесных насаждений.

В лесном квартале могут отводиться в рубку одновременно несколько смежных лесотаксационных выделов спелых насаждений, если их суммарная площадь не превышает размеров лесосеки, установленной для преобладающей породы лесных насаждений.

21. Работы по установлению и обозначению на местности границ лесосек включают:

а) прорубку визиров шириной не более 1 м, за исключением сторон, отграниченных видимыми квартальными просеками, граничными линиями, таксационными визирами, не покрытыми лесной растительностью землями и лесными культурами, или обозначение границы лесосеки иным способом без рубки деревьев;

б) постановку столбов на углах лесосек;

в) отграничение неэксплуатационных участков в пределах лесосек;

г) промер линий, измерение углов между ними и углов наклона, а также инструментальную привязку к квартальным просекам, таксационным визирам или другим постоянным ориентирам.

22. При отграничении визирами лесосек, отводимых под сплошные рубки спелых, перестойных лесных насаждений, в створе визира срубаются все тонкомерные деревья с диаметром ствола до 16 см.

На деревьях, расположенных вдоль визира и не входящих в лесосеку, делают затески или иные отметки (яркая лента, скотч, краска).

На визирах лесосек, отводимых под выборочные рубки лесных насаждений, деревья не срубают, а визир расчищают за счет обрубki сучьев и веток, а также рубки кустарника.

23. Съёмка границ и привязка лесосек производятся с помощью геодезических инструментов, обеспечивающих точность измерения линий с погрешностью не более +1 м на 300 м длины, измерения углов - с погрешностью не более + 30 минут.

Ошибка в определении эксплуатационной площади лесосеки не должна превышать 3 процентов.

Допускается применять для съёмки и привязки границ лесосек навигационные приборы, обеспечивающие указанную точность измерений.

24. Углы лесосек закрепляются столбами диаметром не менее 12 см и высотой над землей 1,3 м. На столбах делается надпись с указанием

номеров квартала и выдела (выделов), формы рубки лесных насаждений (сплошная рубка, выборочная рубка), года, на который предусмотрена рубка, номеров лесосек и их площади в гектарах.

25. На столбах указывается эксплуатационная площадь лесосеки. При сплошных рубках в эксплуатационную площадь лесосеки при ее отводе не включаются:

- а) нелесные и не покрытые лесной растительностью лесные земли (болота, вырубки, прогалины и т.п.) независимо от их величины;
- б) выделенные семенные куртины и полосы;
- в) расположенные среди спелых древостоев участки молодняков, средневозрастных насаждений;
- г) участки приспевающих лесных насаждений, находящиеся внутри выделов спелых и перестойных древостоев площадью более 3 га;
- д) участки природных объектов, имеющих природоохранное значение.

Допускается выделение неэксплуатационных участков по указанным критериям после отвода лесосеки в случаях, если они не были выделены при отводе лесосек. При этом в материалы отвода лесосеки вносятся соответствующие изменения.

26. При отборе и учете семенников для их отграничения у выбранных деревьев вокруг ствола на высоте 1,3 м производится соскабливание поверхностного слоя коры или отметка иным способом (яркая лента, скотч, краска).

Границы семенных групп обозначаются легкими затесками на коре с внешней стороны граничных деревьев или отметками иным способом (яркая лента, скотч, краска).

Отграничение семенных куртин и полос, а также выделов с невыраженными естественными границами (приспевающие лесные насаждения, природные объекты, подлежащие сохранению) производится прорубкой граничных визиров с установкой столбов, на которых делается надпись "НЭ" (не эксплуатационный участок лесосеки).

27. Таксация лесосек проводится после обозначения их границ на местности.

При таксации лесосек выполняется натурное определение качественных характеристик лесных насаждений и объема древесины, подлежащей заготовке, при сплошных рубках и чересполосных выборочных рубках - с учетом по площади, при иных выборочных рубках - с учетом по количеству деревьев, назначенных в рубку.

В случаях, когда не представляется возможным определить запас подлежащей заготовке древесины до рубки, учет древесины производится по количеству заготовленной древесины.

Не допускается отвод и таксация лесосек по результатам визуальной оценки лесосек.

При отводе и таксации лесосек для заготовки древесины выборочными рубками по договорам купли-продажи лесных насаждений осуществляется клеймение деревьев, назначаемых в рубку, за исключением случаев, предусмотренных в пункте 15 настоящих Правил.

28. Учет по площади применяется при сплошных рубках и чересполосных выборочных рубках следующими методами: сплошного перечета; ленточного перечета; круговыми реласкопическими площадками; круговыми площадками постоянного радиуса.

Документом, подтверждающим проведение работ по учету по площади, является ведомость перечета деревьев, назначенных в рубку (приложение № 1 к настоящим Правилам).

29. Учет по количеству деревьев, назначаемых в рубку, применяется при проведении:

- а) выборочных рубок (кроме чересполосных рубок);
- б) рубок ухода за лесами в молодняках второго класса возраста, в средневозрастных, приспевающих, лесных насаждениях при среднем диаметре древостоя более 12 см;
- в) выборочных санитарных рубок (кроме рубки сухостоя в молодняках);
- г) при рубке единичных деревьев.

Документом, подтверждающим проведение работ по учету по количеству деревьев, является ведомость перечета деревьев, назначенных в рубку (приложение № 1 к настоящим Правилам).

30. Учет по объему заготовленной древесины производится, если предварительное его установление до рубки не представляется возможным:

- а) при рубках ухода в молодняках;
- б) при рубках ухода в средневозрастных лесных насаждениях, если средний диаметр назначаемых в рубку древостоев менее 12 см;
- в) при рубке сухостоя в молодняках, разработке горельников, валежника, бурелома и ветровала;
- г) при разработке лесосек выборочными рубками (кроме чересполосных рубок), без предварительного отбора и отметки вырубаемых деревьев специально обученными машинистами лесозаготовительных машин и вальщиками леса.

31. Сохранению при проведении рубок лесных насаждений подлежит жизнеспособный подрост ценных пород (сосны, кедра, лиственницы, ели, пихты, дуба, бука, ясеня и др.) в соответствующих им природно-климатических условиях.

32. При отводе и таксации лесосек проводится учет жизнеспособного подроста ценных пород.

### *5.3 Рубки лесных насаждений и их применение*

33. Рубки лесных насаждений осуществляются в форме выборочных рубок или сплошных рубок.

Выборочными рубками являются рубки, при которых на соответствующих землях или земельных участках вырубается часть деревьев и кустарников (часть 2 статьи 17 Лесного кодекса Российской Федерации).

Сплошными рубками признаются рубки, при которых на соответствующих землях или земельных участках вырубаются лесные насаждения с сохранением для воспроизводства лесов отдельных деревьев и кустарников или групп деревьев и кустарников (часть 3 статьи 17 Лесного кодекса Российской Федерации).

Осуществление сплошных рубок на лесных участках, предоставленных для заготовки древесины, допускается только при условии воспроизводства лесов на указанных лесных участках (часть 5 статьи 17 Лесного кодекса Российской Федерации).

34. Применение видов рубок при заготовке древесины осуществляется в соответствии с лесохозяйственным регламентом лесничества (лесопарка) и проектом освоения лесов в отношении лесных участков, предоставленных для заготовки древесины на правах аренды или постоянного (бессрочного) пользования.

35. С учетом объема вырубаемой древесины за один прием (интенсивность рубки) выборочные рубки подразделяются на следующие виды: очень слабой интенсивности - объем вырубаемой древесины достигает 10 процентов от общего ее запаса, слабой интенсивности - 11 - 20 процентов, умеренной интенсивности - 21 - 30 процентов, умеренно высокой интенсивности - 31 - 40 процентов, высокой интенсивности - 41 - 50 процентов; очень высокой интенсивности - 51 - 70 процентов.

36. Выборочные рубки спелых, перестойных лесных насаждений проводятся с интенсивностью, обеспечивающей формирование устойчивых лесных насаждений из второго яруса и подроста. В этом случае проводится рубка части спелых и перестойных деревьев с сохранением второго яруса и подроста.

Ко второму ярусу относится часть деревьев древостоя, высота которых составляет от 0,5 до 0,8 высоты первого яруса. Отставшие в росте (старые) деревья первого яруса не относятся ко второму ярусу и подросту.

37. При добровольно-выборочных рубках равномерно по площади вырубаются в первую очередь поврежденные, перестойные, спелые с замедленным ростом деревья, при условии обеспечения воспроизводства древесных пород, сохранения защитных и средообразующих свойств леса.

Полнота древостоя после проведения данного вида выборочных рубок лесных насаждений не должна быть ниже 0,5.

38. Группово-выборочные рубки ведутся в лесных насаждениях с группово-разновозрастной структурой, при которых вырубается перестойные испелые деревья, группами в соответствии с их размещением по площади лесосеки. Площадь вырубемых групп составляет от 0,01 до 0,5 гектара.

39. При равномерно-постепенных рубках древостой одного класса возраста вырубается на лесосеке в несколько приемов путем равномерного разреживания с формированием в процессе рубки лесных насаждений из второго яруса и подроста предварительного или сопутствующего лесовосстановления.

Равномерно-постепенные рубки также осуществляются в высоко- и среднеполнотных древостоях с угнетенным жизнеспособным подростом или вторым ярусом, в смешанных древостоях, образованных древесными породами, имеющими разный возраст спелости (хвойно-лиственных, осиново-березовых и т.п.).

Полнота древостоев при первых приемах рубок снижается до 0,5. При отсутствии или недостаточном для формирования насаждений количестве подроста в соответствующих условиях произрастания в процессе равномерно-постепенных рубок осуществляются меры содействия возобновлению леса.

40. Группово-постепенные (котловинные) рубки, при которых древостой вырубается в течение двух классов возраста группами (котловинами) в несколько приемов в местах, где имеются куртины подроста (а также обеспечивается их последующее появление), проводятся в разновозрастных древостоях с групповым размещением подроста. Рубка спелого древостоя осуществляется постепенно вокруг групп подроста на площадях от 0,01 до 1,0 гектара (котловинами) за 3 – 5 приемов, проводимых в течение 30 - 40 лет.

41. Длительно-постепенные рубки проводятся в разновозрастных насаждениях в два приема с оставлением на второй прием части деревьев, устойчивых в данных условиях, не достигших возраста спелости, которые вырубается после достижения ими эксплуатационных размеров. Относительная полнота после первого приема рубки не должна быть ниже 0,5 в темнохвойных и ниже 0,4 в светлехвойных насаждениях. Период повторения приемов рубки – через 30 - 40 лет.

42. При проведении чересполосных постепенных рубок древостой вырубается в течение одного класса возраста за два - четыре приема на чередующихся в определенном порядке полосах шириной, не превышающей высоты древостоя, а в дубравах - двойной высоты древостоя при условии последующего создания лесных культур дуба.

Данный вид рубки применяется в одновозрастных ветроустойчивых лесных насаждениях, произрастающих на хорошо дренированных почвах (в первую очередь мягколиственных, со вторым ярусом и подростом ценных пород). Чересполосные рубки не применяются в древостоях, теряющих устойчивость при их проведении. Заключительный прием равномерно-постепенных, группово-постепенных (котловинных), чересполосных постепенных, длительно-постепенных рубок проводится только после формирования на лесосеке жизнеспособного сомкнутого молодняка, обеспечивающего формирование лесных насаждений.

43. К сплошным рубкам спелых, перестойных лесных насаждений относятся следующие виды рубок: с предварительным лесовосстановлением (появление нового молодого поколения леса под пологом существующего древостоя) и с последующим лесовосстановлением (образование нового поколения леса после рубки спелого древостоя).

При проведении сплошных рубок спелых, перестойных лесных насаждений обязательными условиями являются: сохранение жизнеспособного подроста ценных пород и второго яруса, обеспечивающих восстановление леса на вырубках, оставление источников обсеменения или искусственное восстановление лесов путем закладки лесных культур в течение двух лет после рубки.

В процессе рубки сохраняются также устойчивые перспективные деревья второго яруса, все обособленные в пределах лесосеки участки молодняка и других неспелых деревьев ценных древесных пород.

К подлежащему сохранению относится только жизнеспособный перспективный подрост.

В защитных лесах после проведения сплошных рубок лесных насаждений, утрачивающих свои средообразующие, водоохранные, санитарно-гигиенические, оздоровительные и иные полезные функции (перестойные и спелые осинники, тополевики, деградирующие дубняки и другие лесные насаждения вегетативного происхождения многократных генераций, а также погибшие насаждения, требующие по своему состоянию назначения сплошной санитарной рубки), проводится искусственное возобновление лесов путем закладки лесных культур хозяйственно ценных пород в течение двух лет после рубки.

44. Сплошные рубки спелых, перестойных лесных насаждений осуществляются с соблюдением параметров организационно-технических элементов рубок, к которым относятся: площадь и ширина лесосек, количество зарубов, направление рубки, направление лесосеки, сроки и способы примыкания лесосек.

Лесосеки одного года рубки (зарубы) размещаются в установленном порядке на определенном расстоянии друг от друга в зависимости от

ширины лесосеки и других условий. Количество зарубов устанавливается в расчете на 1 км. Направление рубки характеризуется направлением, в котором каждая последующая лесосека примыкает к предыдущей лесосеке.

Размещение лесосек в квартале или на лесном участке, отводимых в рубку в разные годы (примыкание), осуществляется с учетом срока (числа лет), по истечении которого проводится рубка на непосредственно примыкающей лесосеке.

45. Площадь лесосек при сплошных рубках спелых, перестойных лесных насаждений в эксплуатационных лесах не должна превышать предельных параметров, установленных в приложении № 2 к настоящим Правилам.

Лесотаксационные выделы, не превышающие по площади допустимые размеры лесосек, назначаются в рубку полностью, независимо от их фактической ширины, если они не примыкают к другим выделам со спелыми древостоями. Мелкие смежные лесотаксационные выделы могут объединяться в одну лесосеку в пределах установленных максимальных размеров лесосек. Лесотаксационные выделы, расположенные среди неспелых лесных насаждений, превышающие установленные размеры лесосек менее чем в 1,5 раза, назначаются в рубку полностью.

В целях обеспечения рационального использования лесов, восстановления и поддержания естественной структуры лесных насаждений, утрачивающих свои средообразующие, водоохранные, санитарно-гигиенические, оздоровительные и иные полезные функции (перестойные и спелые осинники, тополевики, деградирующие дубняки и другие лесные насаждения вегетативного происхождения многократных генераций, а также погибшие насаждения, требующие по своему состоянию назначения сплошной санитарной рубки), - на лесных участках, предоставленных для заготовки древесины на правах аренды или постоянного (бессрочного) пользования, площади отдельных лесосек при сплошных рубках могут быть увеличены, но не более, чем в 1,5 раза.

46. Количество зарубов (лесосек) в расчете на 1 км в зависимости от ширины лесосек, ветроустойчивости оставляемых полос леса устанавливается: при ширине (протяженности) лесосек до 50 м - не более 4; при ширине (протяженности) лесосек 51 - 150 м - не более 3; при ширине (протяженности) лесосек 151 - 250 м - не более 2, при ширине (протяженности) лесосек свыше 250 м - 1.

Между зарубами оставляются участки леса, шириной, кратной ширине лесосеки, установленной для этих насаждений.

47. Размещение лесосек при проведении сплошных рубок осуществляется длинной стороной перпендикулярно направлению преобладающих ветров.

Размещение лесосек в смежных кварталах (через просеку) производится с соблюдением установленных сроков примыкания, как по длинной, так и по короткой стороне лесосек.

Направление рубки в равнинных лесах устанавливается против преобладающих ветров.

В горных лесах направление рубки устанавливается вниз по склону, а рубка в пределах лесосеки ведется вверх по склону. При трелевке (транспортировке) древесины канатными установками и летательными аппаратами допускается размещение лесосек длинной стороной вдоль склона с направлением рубки против преобладающих ветров.

В лесах, произрастающих в поймах рек, направление рубки устанавливается противоположным направлению течения реки.

48. Во всех лесах устанавливается непосредственное примыкание лесосек при сплошных рубках, как по короткой, так и по длинной стороне, а в лесах, произрастающих в поймах рек, - чересполосное примыкание лесосек.

При непосредственном примыкании очередная лесосека вырубается с учетом срока примыкания следом за предыдущей лесосекой.

При чересполосном примыкании очередная лесосека размещается через полосу леса шириной, равной предельной ширине лесосек.

49. Срок примыкания лесосек при сплошных рубках устанавливается, не считая года рубки, с учетом периодичности плодоношения древесных пород, обеспечения их успешного естественного восстановления лесов или условий создания лесных культур, сохранения экологических свойств лесов.

При искусственном восстановлении лесов на лесосеке или при сохранении подроста хозяйственно-ценных пород допускается установление срока примыкания по любой стороне лесосеки не менее 2-х лет (приложение № 2 к настоящим Правилам).

Сроки примыкания лесосек при выборочных рубках спелых, перестойных лесных насаждений не устанавливаются.

В случае примыкания лесосек при выборочных рубках спелых, перестойных лесных насаждений интенсивностью 30 процентов и более при их примыкании к лесосекам сплошных рубок спелых, перестойных лесных насаждений сроки примыкания устанавливаются такие же, как и для сплошных рубок спелых, перестойных лесных насаждений.

50. Заготовка древесины при рубках спелых, перестойных лесных насаждений осуществляется с соблюдением ширины, площади и сроков примыкания лесосек.

Предельные значения ширины, площади и сроков примыкания лесосек приводятся в приложении № 2 к настоящим Правилам.

51. При проведении рубок спелых, перестойных лесных насаждений обеспечивается сохранение подроста лесных насаждений хозяйственно-ценных пород на площадях, не занятых погрузочными пунктами, трассами магистральных и пасечных волоков, дорогами, производственными и бытовыми площадками, в количестве не менее 70 процентов при проведении сплошных рубок, 80 процентов - при проведении выборочных рубок (для горных лесов - 60 и 70 процентов соответственно).

52. На лесосеках, на которых осуществляются сплошные рубки спелых и перестойных лесных насаждений при содействии естественному восстановлению лесов, сохраняются выделенные при отводе лесосек источники обсеменения, к которым относятся единичные семенники, семенные группы, куртины, полосы, а также стены леса, если в них есть семенные деревья. Источники обсеменения должны размещаться по площади лесосеки равномерно.

Количество оставляемых единичных семенников должно быть не менее 20 штук на гектаре.

Семенные группы и куртины оставляют, в первую очередь, за счет участков средневозрастных и приспевающих древостоев главных пород с небольшой примесью лиственных, расположенных на возвышенных участках лесосеки. В еловых куртинах лиственные породы не должны затенять ель.

Источники обсеменения в виде куртин и полос оставляют из пород, слабоустойчивых к ветровалу (ель, пихта), и на участках с влажными слаборенированными почвами. Ширина семенных полос для сохранения устойчивости должна быть не менее 30 м.

Расстояние между группами семенников, семенными полосами и куртинами должно составлять не более 100 м.

#### *5.4 Требования к организации и проведению работ по заготовке древесины*

53. Организация и проведение работ по заготовке древесины осуществляются в соответствии с технологической картой разработки лесосеки, которая составляется на каждую лесосеку перед началом ее разработки на основе данных отвода и таксации.

В технологической карте разработки лесосек указывается: принятая технология и сроки проведения работ по заготовке древесины, схемы размещения лесных дорог, волоков, погрузочных пунктов, складов, стоянок машин и механизмов, объектов обслуживания; площадь, на которой должны быть сохранены подрост и деревья второго яруса, процент их сохранности, способы очистки от порубочных остатков, мероприятия по предотвращению эрозионных процессов, другие характеристики.

Осуществление работ по заготовке древесины без разработки технологической карты разработки лесосеки не допускается.

54. В ходе проведения работ по подготовке лесосеки для заготовки древесины осуществляется:

разметка в натуре границ погрузочных пунктов, трасс магистральных и пасечных волоков, дорог, производственных, бытовых площадок;

рубка деревьев на площадях дорог, волоков, погрузочных пунктов, производственных, бытовых площадках, включая виды (породы) деревьев и кустарников, заготовка древесины которых не допускается.

рубка аварийных деревьев за границами лесосеки, угрожающих безопасной работе, включая виды (породы) деревьев и кустарников, заготовка древесины которых не допускается.

55. Общая площадь под погрузочными пунктами, производственными и бытовыми объектами должна быть минимальной и составлять от общей площади лесосеки:

на лесосеках площадью более 10 га - не более 5% при сплошных рубках, не более 3% - при выборочных рубках;

на лесосеках площадью 10 га и менее - при сплошных рубках с последующим возобновлением - до 0,40 га, при сплошных рубках с предварительным возобновлением и при постепенных рубках - 0,30 га, выборочных рубках - 0,25 га;

на лесосеках сплошных рубок площадью более 10 га для создания межсезонных запасов древесины общая площадь погрузочных пунктов, производственных и бытовых площадок - не более 15 процентов от площади лесосеки, с повреждением почвы - не более 3 процентов.

Размещение погрузочных пунктов, трасс магистральных и пасечных волоков, дорог, производственных, бытовых площадок на лесосеке производится с учетом сохранения видов (пород) деревьев и кустарников, заготовка древесины которых не допускается, а также других ценных объектов, указанных в лесохозяйственном регламенте.

56. Общая площадь трасс волоков и дорог должна составлять при сплошных рубках не более 20 процентов, при выборочных - не более 15 процентов от площади лесосеки. На лесосеках сплошных рубок, проводимых с применением многооперационной техники, допускается увеличение площади под волоками до 30 процентов общей площади лесосеки.

При рубках в горных условиях ширина трасс волоков для самоходных канатных установок не должна превышать 10 м. Пасечные волоки закладываются по горизонталям.

В равнинных лесах, при сплошных рубках без сохранения подроста в условиях типов леса, где минерализация поверхности почвы имеет

положительное значение для лесовосстановления, площадь волоков не ограничивается. Типы (группы типов) леса, где допускается проведение таких рубок, указываются в лесохозяйственных регламентах лесничества, лесопарка.

57. Объем древесины, вырубаемой при размещении магистральных и пасечных волоков, производственных и бытовых площадок, учитывается при определении общей интенсивности выборочных рубок.

58. В лесах с влажными почвами любого механического состава, а также свежими суглинистыми почвами трелевка древесины в весенний, летний, осенний периоды допускается только по волокам, укрепленным порубочными остатками.

Трелевка древесины на склонах крутизной свыше 20 градусов осуществляется канатными установками или с помощью летательных аппаратов. Запрещается устройство волоков - террас на склонах крутизной свыше 20 градусов.

59. Разработка лесосек в лесах, произрастающих на многолетне-мерзлотных почвах, ведется в зимний период при промерзшем верхнем слое почвы. При проведении рубок в данных природно-климатических условиях повреждение почвы с минерализацией ее поверхности не допускается.

60. На участках выборочных рубок количество поврежденных деревьев не должно превышать 5% от количества оставляемых после рубки.

К поврежденным относятся: деревья с обломом вершины; сломом ствола; с наклоном на 10 градусов и более; повреждением кроны на одну треть и более ее поверхности; обдиром коры на стволе, составляющим 10 и более процентов окружности ствола; с обдиром и обрывом скелетных корней.

61. Очистка мест рубок от порубочных остатков проводится одновременно с рубкой лесных насаждений и трелевкой древесины.

Очистка мест рубок осуществляется следующими способами:

укладкой порубочных остатков на волоки с целью их укрепления и предохранения почвы от сильного уплотнения и повреждения при трелевке;

сбором порубочных остатков в кучи и валы с последующим сжиганием их в пожаробезопасный период;

сбором порубочных остатков в кучи и валы с оставлением их на месте для перегнивания и для подкормки диких животных в зимний период;

разбрасыванием измельченных порубочных остатков в целях улучшения лесорастительных условий;

укладкой и оставлением на перегнивание на месте рубки.

Указанные способы очистки мест рубок при необходимости могут применяться комбинированно.

Очистка лесосек сплошных рубок с последующим искусственным лесовосстановлением должна производиться способами, обеспечивающими создание условий для проведения всего комплекса лесовосстановительных работ (подготовка участка и обработка почвы, посадка или посев лесных культур, агротехнические уходы), а также ухода за молодняками.

Очистка лесосек сплошных рубок с наличием подроста ценных пород осуществляется способами, обеспечивающими его сохранность. В весенний, летний и осенний периоды в большинстве случаев порубочные остатки целесообразно укладывать на волоках, а оставшиеся окучивать в местах, где нет подроста. В зимний период, кроме того, возможно сжигание порубочных остатков небольшими кучами в местах без подроста.

Сжигание порубочных остатков сплошным палом не допускается.

При трелевке деревьев с кронами сжигание порубочных остатков должно производиться по мере их накопления на специально подготовленных площадках.

При оставлении порубочных остатков на месте рубки на перегнивание сучья на вершинах стволов срубленных деревьев должны быть обрублены, крупные сучья и вершины разделены на отрезки длиной не более 3 метров.

В горных условиях в целях предотвращения эрозионных процессов, порубочные остатки укладываются на трелевочные волокна, а также в валы, располагаемые по горизонталям склонов с расстоянием между ними 8 - 10 метров.

Очистка лесосек от порубочных остатков осуществляется с соблюдением требований правил пожарной безопасности в лесах.

62. Обязательному сжиганию подлежат порубочные остатки при проведении санитарных рубок в очагах вредных организмов, где они могут оказаться источником распространения инфекции или средой для ее сохранения и заселения вторичными вредными организмами.

63. После завершения работ по заготовке древесины в целях проверки соблюдения настоящих Правил, условий договора аренды лесного участка, договора купли-продажи лесных насаждений, проекта освоения лесов проводится осмотр и оценка состояния лесосеки, на которой закончена рубка лесных насаждений (далее осмотр мест рубок).

Осмотр мест рубок лесных насаждений, расположенных на землях, находящихся в федеральной собственности, собственности субъектов Российской Федерации, муниципальной собственности, осуществляется соответственно органами государственной власти, органами местного

самоуправления в пределах их полномочий, определенных в соответствии со статьями 81 - 84 Лесного кодекса Российской Федерации

При проведении осмотра допускается применение космических снимков, данных дистанционных мониторингов лесов и государственной инвентаризации лесов.

64. При заготовке древесины на лесных участках, предоставленных на праве аренды или постоянного (бессрочного) пользования, осмотр мест рубок осуществляется, как правило, в бесснежный период, но не позднее 2 месяцев со дня окончания заготовки древесины.

65. О дате и времени проведения осмотра мест рубок извещается лицо, осуществляющее заготовку древесины. Извещение направляется заказным письмом с уведомлением о вручении.

Договором аренды лесного участка или договором купли-продажи лесных насаждений могут быть предусмотрены иные формы извещения.

66. По результатам осмотра составляется акт осмотра мест рубок (приложение № 3 к настоящим Правилам), в котором указываются сведения о соблюдении (несоблюдении) положений, предусмотренных технологической картой, лесной декларацией, проектом освоения лесов.

При несоблюдении установленных правил и требований в акт осмотра мест рубок вносятся сведения о нарушениях, допущенных лицом, использующим леса при выполнении работ по заготовке древесины.

## **6 Лесосырьевая база, годичный лесосечный фонд, лесосека**

Лесосырьевой базой называется лесной массив в установленных границах с насаждениями, достигшими естественной спелости, закрепленный за лесозаготовительным предприятием для эксплуатации в течение определенного срока. В лесосырьевую базу вместе со спелыми включаются и приспевающие насаждения данного массива. При определении размеров сырьевой базы устанавливаются:

- естественные территориальные границы лесного массива;
- удобства транспортного освоения;
- сортиментная структура древостоя;
- запросы лесозаготовителей и др.

Согласно статьи 72 Лесного кодекса РФ [2] участки лесного фонда предоставляются в аренду на срок от 1 года, до 49 лет.

На закрепленной лесосырьевой базе лесозаготовительным предприятием разрабатывается проект освоения леса на срок не более 10 лет - для всех видов использования лесов, за исключением видов использования лесов, определенных статьями 43-45 Лесного кодекса Российской Федерации, но при этом срок действия проекта освоения лесов

не должен превышать срок действия соответствующего договора аренды лесного участка, лесохозяйственного регламента лесничества (лесопарка).

Для видов использования лесов, определенных статьями 43-45 Лесного кодекса РФ, проекты освоения лесов составляются на срок действия договора аренды лесного участка.

Годичный лесосечный фонд – ограниченная и назначенная в рубку в течение года площадь леса. Годичный лесосечный фонд – целый массив или несколько территориально разобщенных лесосек. Лесосырьевая база делится на зоны летних и зимних лесосек.

Основные принципы ежегодного размещения лесосек:

а) лесосеки должны размещаться таким образом, чтобы все бригады одного мастерского участка (или, что еще лучше двух мастерских участков) работали в территориальной близости.

Это позволит: сократить протяженность усов; упростить руководство бригадами; упростить бытовое обслуживание рабочих и техническое обслуживание машин;

б) условие постепенного наращивания путей, позволяющее организовать освоение лесосек с планомерным наращиванием транспортных путей.

в) набор лесосек, обеспечивающий работу предприятия зимой, летом, в распутицу.

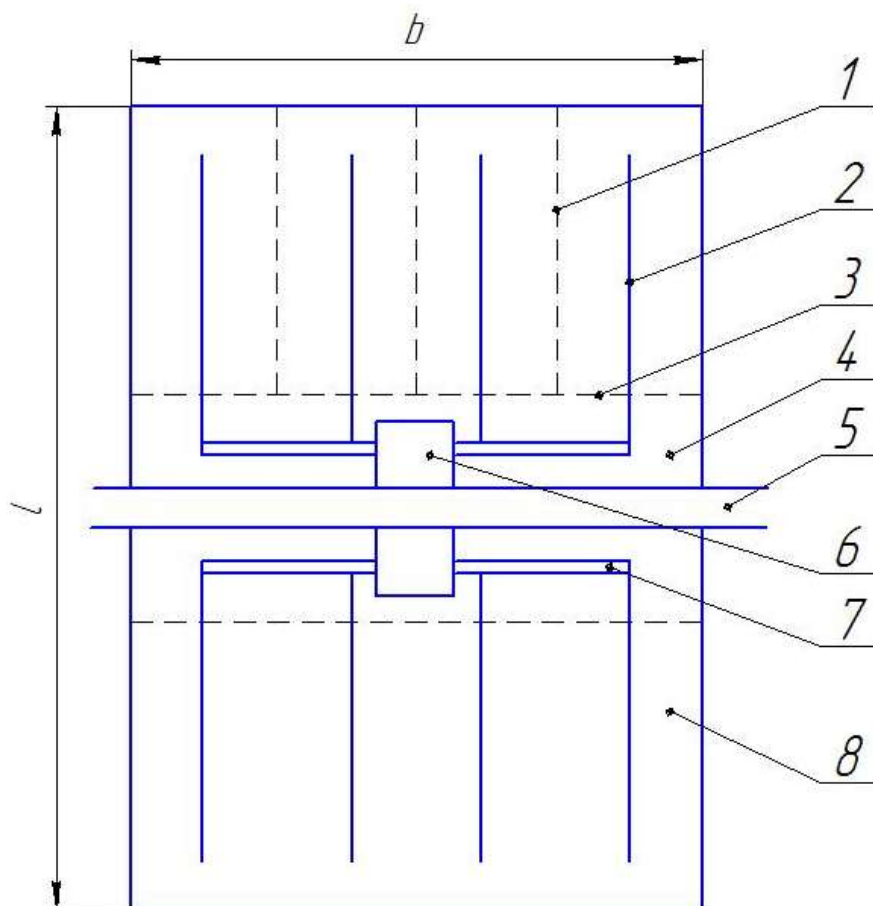
К летним зонам относят более близкие к лесовозным путям участки лесосырьевой базы с наиболее сухими и устойчивыми грунтами. Более удаленные участки леса, заболоченные причисляют к зимним зонам, освоение которых возможно с использованием более простых и дешевых лесовозных магистралей на снежном основании.

Годичный лесосечный фонд разрабатывается на более мелкие участки – лесосеки (рисунок 3). Лесосекой называется участок лесной площади, отведенный для заготовки растущего на нём леса. Участок ограничивается в натуре по размерам, установленным Правилами рубок леса с учётом лесохозяйственных требований. В центре лесосеки размещается погрузочный пункт и к нему подходит ус лесовозной дороги.

Одна сторона лесосеки обозначается через «*l*» и называется глубиной (длиной) лесосеки или расстоянием между усами лесовозной дороги. Другая сторона обозначается через «*b*» и называется шириной лесосеки или расстоянием между погрузочными пунктами. В обе стороны от уса дороги вырубается зона безопасности шириной 50 м (при проведении подготовительных работ).

Для движения тракторов по территории лесосеки прокладываются временные пути – трелевочные волока: пасечные (трелевочный волок, расположенный вдоль пасеки) – шириной 3...4 м с радиусом разворота  $r = 30$  м и магистральные (трелевочный волок, соединяющий

лесопогрузочный пункт с несколькими пасечными волоками) – шириной не более 5 м и радиусом разворота  $r = 50$  м. Магистральный волок готовится при выполнении подготовительных работ (до начала разработки лесосеки), пасечные волока готовятся при проведении лесосечных работ. Отсутствие волоков вызывает быстрый износ ходовой части трактора, снижается нагрузка на рейс, понижаются скорости, уничтожается подрост и повреждается почвенный покров.



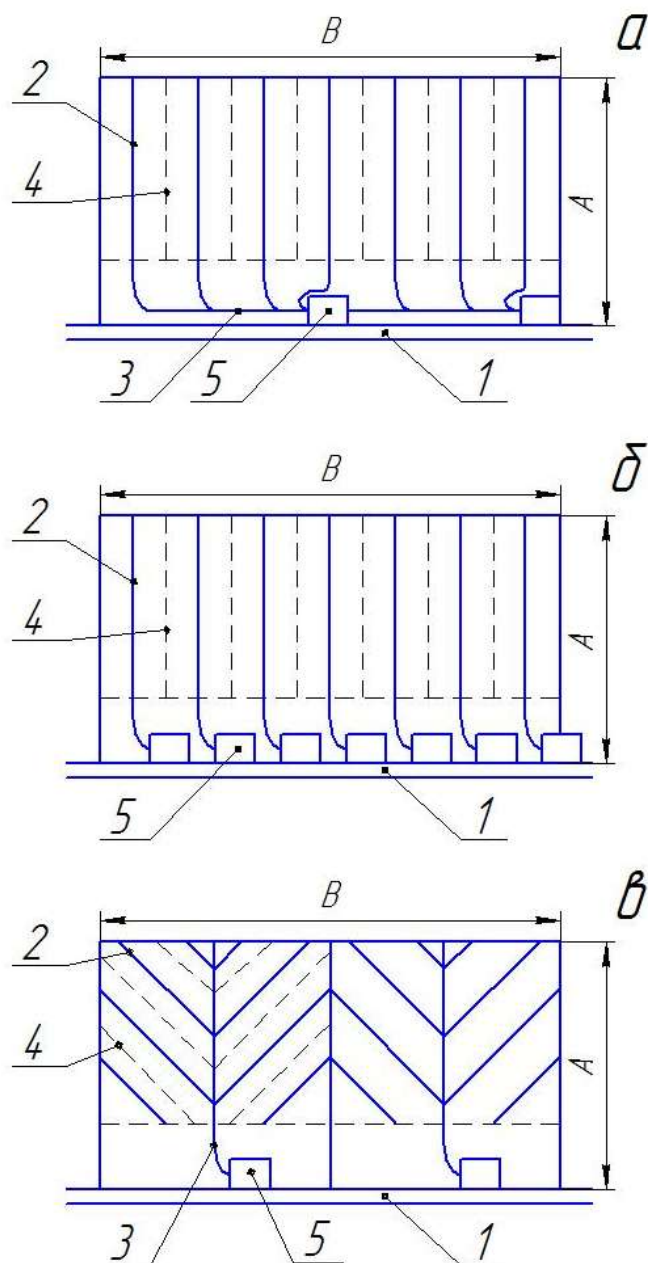
1 – граница пасеки; 2 – пасечный волок; 3 – границы зон безопасности; 4 – зона безопасности; 5 – ус лесовозной дороги; 6 – лесопогрузочный пункт; 7 – магистральный волок; 8 – пасека;  $l$  – глубина лесосеки;  $b$  – ширина лесосеки

Рисунок 3 – Основные элементы лесосеки

Для обеспечения намеченного порядка и очередности работы лесосека разбивается на пасеки. Пасекой называется часть бригадной делянки, с которой поваленные деревья или хлысты трелюются трактором по одному трелевочному волоку.

Длина пасеки определяется размерами лесосекой. Ширина пасеки определяется из условия вытаскивания наиболее удаленного от волока дерева и зависит от способа рубок и способа валки дерева.

Трелевочные волокна располагаются так, чтобы обеспечить эффективную трелевку со всей площади лесосеки с учетом максимального сокращения расстояния трелевки и сохранения подроста. На выбор схемы расположения волоков оказывают влияние, главным образом, рельеф местности, почвенно-грунтовые условия, размеры лесосек, тип трелевочного оборудования и тип лесовозной дороги. Трелевочные волокна на лесосеке могут располагаться по основным схемам (рисунок 4): широким фронтом, параллельной, веерной.



1 – ус лесовозной дороги; 2 – пасечный волок; 3 – магистральный волок; 4 – граница пасеки; 5 – погрузочный пункт;  $A$  – глубина лесосеки;  $B$  – ширина лесосеки

Рисунок 4 – Схемы расположения трелевочных волоков на лесосеке

Параллельная схема расположения трелевочных волоков (схема а) применяется на равнинных и суходольных лесосеках при тракторной трелевке. Магистральный волок располагается параллельно усу лесовозной дороги. Перпендикулярно магистральному волоку прокладываются пасечные волоки. Все пасеки имеют равные размеры, что облегчает организацию разработки пасек. Схему целесообразно использовать при трелевке с небольших лесосек с сохранением подроста и при создании запаса заготовленных на лесосеке деревьев.

Применяется также схема размещения волоков с погрузкой заготовленного леса широким фронтом (схема б). При работе по этой схеме вдоль уса трелевку не осуществляют, так как лесопогрузочные пункты располагаются вдоль всего уса. При организации работ по этой схеме расстояние трелевки минимально, но требуется подготовка большого числа погрузочных пунктов

Веерная схема расположения волоков (схема в) находит применение при тракторной трелевке в равнинной или холмистой местности при наличии на лесосеках не эксплуатационных площадей (болот, вырубков, куртин молодняка). Магистральные волоки при диагональной схеме располагаются по диагоналям, пасеки примыкают к магистральному волоку под углом  $45...60^\circ$ . При веерной схеме лесосеку делят на секции. Посередине каждой секции прокладывают магистральный волок. В обе стороны от магистрального волока под прямым углом или под углом  $45...60^\circ$  идут пасечные волоки. Протяженность волоков и среднее расстояние трелевки по сравнению с другими схемами наибольшее.

Веерная схема находит применение при тракторной трелевке, трелевке полуподвесными и подвесными установками с несущим канатом.

Среднее расстояние трелевки при равномерном распределении лесонасаждений по площади зависит от размеров лесосеки и схемы расположения на ней погрузочных пунктов. Среднее расстояние трелевки с достаточной для практических целей точностью может быть определено по эмпирической формуле:

$$l_{cp} = (k_1 a + k_2 b) k_0, \quad (1)$$

где  $a, b$  – размеры лесосеки, м;

$k_1, k_2$  - коэффициенты, зависящие от схемы расположения волоков;

$k_0$  - коэффициент, учитывающий увеличение расстояния трелевки по отношению к расчетному;  $k_0 = 1, 10... 1, 20$ .

При определении среднего расстояния трелевки для реальных лесосек, имеющих сложную геометрическую форму, используется графический метод.

### *Контрольные вопросы*

1. Функции леса.
2. Разделение лесов в зависимости от экологического, экономического и социального значения лесов, их местоположения и выполняемых ими функций.
3. Группы и виды рубок.
4. Состав лесозаготовительного предприятия.
5. Требования к организации и проведению работ по заготовке древесины.
6. Годичный лесосечный фонд.
7. Основные принципы размещения лесосек.
8. Основные элементы лесосеки.
9. Схемы расположения трелевочных волоков на лесосеке.

## ЛЕКЦИЯ 2, 3 ОСНОВНЫЕ ЛЕСОСЕЧНЫЕ РАБОТЫ

### План:

1. *Валка леса*
2. *Машинная валка деревьев*
3. *Трелевка леса*
4. *Очистка деревьев от сучьев*
5. *Погрузка древесины*

### **1 Валка леса**

Валка леса является первой основной операцией технологического процесса лесосечных работ. Возможны два способа валки деревьев: без корневой системы и с корневой системой. Валка деревьев с отделением ствола от корневой системы может производиться с оставлением пней определенной высоты и с отделением ствола от корневой системы на уровне земли или шейки корня (при расчистке площадей под лесопогрузочные пункты, для устройства волоков и т. п.).

При валке деревьев с корнями дерево отделяется от земли с частью корневой системы, при этом более полно используется биомасса дерева. Валка с корнями применяется при подготовке земляного полотна дороги, расчистке площадей под сельскохозяйственные угодья, при создании водохранилищ и других целей. В зависимости от применяемого оборудования различают механизированную валку ручными механизированными инструментами и машинную валку специализированными и многооперационными машинами.

Основными инструментами для механизированной валки деревьев являются переносные цепные пилы и валочные приспособления (гидроклинья, валочные домкраты и др.).

Пильный аппарат моторной пилы – цепной с направляющей шиной консольного типа. Пильный аппарат состоит из: пильной шины, пильной цепи и ведущей звездочки. В свою очередь пильная шина имеет устройство для крепления к пиле, натяжное устройство, амортизирующее устройство и ведомую звездочку. Пильная шина воспринимает все нагрузки, действующие на цепной режущий орган в процессе пиления. По исполнению шины можно разделить по следующим признакам:

- наличию направляющего элемента (со звездочкой или без звездочки (с твердым носком));
- способу направления движения пильной цепи на шине (с направляющим пазом и с направляющим гребнем);
- способу изготовления (монолитные и составные).

Расчет длины пильной шины рассчитывается по формуле

$$L = D - B - C + A, \quad (2)$$

где  $L$  - длина пильной шины (рисунок 5);

$B$  - глубина подпила,  $B = 0,25D$ ;

$C$  - ширина недопила,  $C = 0,06D$ ;

$A$  - запас на неровности,  $A = 2...5\text{ см}$ .

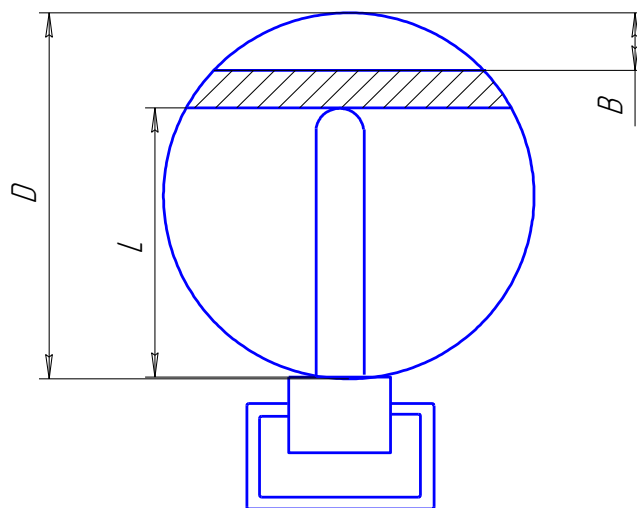


Рисунок 5 – Расчет длины пильной шины

Пильная цепь состоит из отдельных стальных звеньев, снабженных резцами (зубьями) и шарнирно соединенных с помощью осей. Цепи подразделяются по признакам:

- типу зубчатого венца (с зубьями открытого профиля и с «Г» образными зубьями);
- способу направления пильной цепи на шину (с направляющими хвостовиками на средних звеньях и с направляющими хвостовиками на крайних звеньях (цепи седлающего типа));
- шагу цепи (мелкозвенные – шаг менее 15 мм, крупнозвенные – шаг более 15 мм);
- ширине пропила (до 10 мм и более 10 мм);
- способу соединения звеньев (разборные и неразборные).

Зубья открытого профиля имеют цепь типа ПЦП, предназначенная для пиления древесины поперек волокон (поперечное пиление). Зубья пильной цепи ПЦП имеют разное назначение. Режущие образуют боковые стенки и дно пропила, скалывающие скалывают и транспортируют опилки. Для улучшения условий работы режущих и скалывающих зубьев служат подрезающие зубья.

Универсальная пильная цепь ПЦУ имеет строгающие Г-образные зубья с выступами-ограничителями надвигания. Режущая кромка зуба имеет горизонтальную часть кромки, которая формирует дно пропила, и вертикальную часть, которая формирует стенку пропила.

Универсальные пильные цепи ПЦУ по сравнению с цепями ПЦП имеют возможность пилить под любым углом к направлению волокон, поэтому широко используются на валке деревьев.

*Технологический процесс валки деревьев бензиномоторными пилами* включает следующие приемы: осмотр дерева, подготовка рабочего места, подпил, срезание и сталкивание дерева с пня в заданном направлении, переход к следующему дереву.

Осмотр дерева производится для того, чтобы оценить дерево и выбрать условия для безопасной валки в направлении, установленном технологической картой и обеспечивающем наибольшее сохранение подроста. При осмотре выявляют состояние ствола, диаметр дерева и его наклон, характер строения кроны, направление и силу ветра. Правилами техники безопасности механизированная валка деревьев при силе ветра 5 баллов (колеблются большие сучья) и более запрещена.

Общее направление валки устанавливается технологической картой. При разработке лесосеки обязательным условием будет валка деревьев в заданном направлении. Однако не исключены отклонения от общего направления валки из-за индивидуальных особенностей деревьев.

Подготовка рабочего места заключается в уборке снега, кустарника и низко свисающих сучьев, в выборе и подготовке путей отхода моториста во время падения дерева. Дорожку прокладывают длиной от 4 до 5 м под углом 45° в направлении противоположном падению дерева.

Падение дерева в заданном направлении обеспечивается местом, формой и размерами подпила, формой перемычки (зона неперерезанных волокон). Подпил дерева – уменьшение расстояния от оси ствола до точки опрокидывания. Подпил дерева производится со стороны направления валки (рисунок 6). Наиболее распространенная форма подпила – в виде клина. Вначале выполняется горизонтальный рез глубиной  $C = \left(\frac{1}{3} \dots \frac{1}{4}\right) d_c$ ,

(до  $\frac{1}{5} d_c$  при обратном наклоне и ветре). Далее под углом  $\alpha = 20..25^\circ$  делается наклонный рез. Образовавшийся «ломоть» выбивается.

После выполнения подпила производят срезание дерева с обратной стороны. Плоскость срезания должна находиться на уровне верхней кромки подпила. Высота пня должна быть  $h = \left(\frac{1}{3} \dots \frac{1}{4}\right) d_c$ .

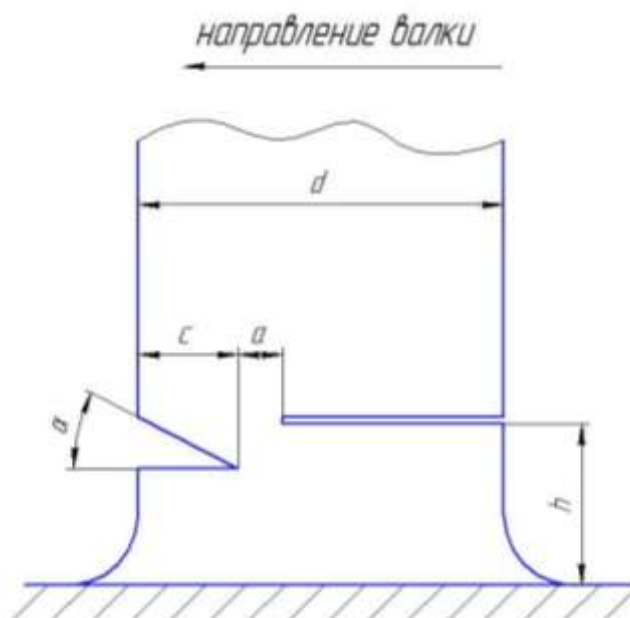


Рисунок 6 – Схема подпила дерева

При срезании дерева остается зона не перерезанных волокон (недопил). Рекомендуются следующие значения ширины недопила: до 0,2 м – 1 см; от 0,21 до 0,40 м – 2 см; от 0,41 до 0,60 м – 3 см; свыше 0,6 м – 4 см (диаметр дерева на высоте 1,3 м).

Формы недопила могут быть различными. Если валят прямостоящее дерево в безветренную погоду, то недопил имеет равноширокую форму (рисунок 7). При валке дерева с боковым тяготением (наклон, смещена крона или ветер по отношению к направлению валки) недопил делают с уширением.



Рисунок 7 – Форма недопила в зависимости от наклона ствола

Срезанное дерево удерживается от падения недопилом, и чтобы столкнуть его с пня в нужном направлении, к стволу необходимо приложить усилие с помощью специального приспособления: валочной лопатки, гидроклина, гидродомкрата. Правилами техники безопасности валка деревьев одним вальщиком без помощника разрешается при условии применения для сталкивания дерева с пня специальных гидроклиньев и гидродомкратов. При валке с применением гидроклина вальщик выполняет подпил, затем, делая горизонтальный рез – недопил, после внедрения пильной шины на величину, равную 1,5...2 ширины шины, вводит в пропил гидроклин, включает его и продолжает пиление. Таким образом, гидроклин создает валочный момент. В связи с массовым перевооружением на бензопилы зарубежного производства в настоящее время гидроклинья практически не используют.

*Расчетная производительность* моторных инструментов, м<sup>3</sup>/смену, на валке леса может быть определена по формуле:

$$П_p = \frac{T\varphi V_x}{T_u}, \quad (3)$$

где  $V_x$  – средний объем хлыста, м<sup>3</sup>;

$T_u$  – время цикла валки одного дерева, с;

$\varphi$  – коэффициент использования пилы непосредственно на пиление,  
 $\varphi = 0,25 \dots 0,45$ .

Время цикла  $T_u$  определяется по формуле:

$$T_u = t_c k_c, \quad (4)$$

где  $t_c$  – время срезания дерева, с;

$k_c$  – коэффициент, учитывающий затраты времени на сталкивание дерева с пня, переход от дерева к дереву и подготовку дерева к валке.

$$t_c = \frac{\pi d_c^2 k_1}{4 \Pi_{\text{чп}} \varphi_1}, \quad (5)$$

где  $d_c$  – диаметр дерева в месте срезания, м;

$k_1$  – коэффициент увеличения площади пропила за счет подпила;  
 $k_1 = 1,15 \dots 1,25$ ;

$\Pi_{\text{чп}}$  – производительность чистого пиления инструмента, м<sup>2</sup>/с;

$\varphi_1$  – коэффициент использования производительности чистого пиления;  $\varphi_1 = 0,3 \dots 0,6$ .

## 2 Машинная валка деревьев

Существует достаточно много различных подходов к классификации лесных машин. Машины и технологическое оборудование можно подразделять на группы в зависимости от применения на разных стадиях технологического процесса лесозаготовок: для лесосечных и лесоскладских работ, для вывозки заготовленного древесного сырья, для нижнескладских работ [19, 20, 28]. Широкое распространение получила классификация машин по виду выполняемых операций или групп операций с разделением на механизированное или машинизированное их выполнение. Лесозаготовительные машины можно также классифицировать в зависимости от использования в различных технологических процессах лесосечных работ (например машины для заготовки леса деревьями, хлыстовой заготовки, заготовки сортиментами, щепой и т.д.).

В основу большинства данных классификаций положен технологический подход. Рассматривая вопросы проектирования машин, целесообразно классифицировать их с конструктивной точки зрения, основываясь на особенностях их общей компоновки.

Под компоновкой машины понимается выбор и относительное размещение агрегатов самой базовой машины и технологического оборудования, позволяющее выполнять заданные рабочие функции с наибольшей эффективностью и безопасностью.

С точки зрения анализа компоновки машин при рассмотрении вопросов их проектирования и дизайна целесообразно классифицировать лесосечные машины по следующим признакам:

1) по концептуальному исполнению базы: монорамные, шарнирно сочлененные, экскаваторного типа;

2) по типу ходовой системы: колесные (4х4, 6х6, 8х8), гусеничные, комбинированные (колесно-гусеничные), шагающие;

3) по числу выполняемых технологических операций: одно- и многооперационные;

4) по способу навешивания технологического оборудования (рабочих органов): манипуляторные и безманипуляторные;

5) по типу применяемого технологического оборудования (по составу выполняемых операций): с захватно-срезающими устройствами для срезания, валки и пакетирования деревьев; с сучкорезно-протаскивающими устройствами для первичной обработки спиленных деревьев; с захватно-срезающими и сучкорезно-протаскивающими устройствами для валки и первичной обработки деревьев; с оборудованием для трелевки; с оборудованием для погрузки леса; с оборудованием для сбора, пакетирования и транспортировки лесосечных отходов при заготовке биотоплива; рубительные установки для производства щепы; установки для производства дров.

Естественно, что любая классификация носит условный характер не охватывает всего многообразия машин. Например, лесосечные машины могут быть самоходные или передвижные (прицепные).

В настоящее время созданы и эксплуатируются валочные (ВМ), валочно-пакетирующие (ВПМ), валочно-трелевочные (ВТМ) валочно-сучкорезно-раскряжевочные (харвестеры) машины. Применение этих машин позволяет: ликвидировать тяжелый и опасный ручной труд, повысить комплексную выработку на лесосечных работах от 1,5 до 5 раз, повысить квалификационный уровень лесозаготовительных рабочих.

Наиболее важным узлом рабочих органов машин, выполняющих валку деревьев, является срезающий механизм, который должен выполнять рез, исключая дефекты комлевой части дерева при сталкивании с пня.

Для срезания деревьев лесосечные машины снабжены цепным, дисковым, фрезерным или гильотинным (редко) срезающим механизмом типа. Привод ведущей звездочки производится гидродвигателем, а надвигание на дерево путем поворота пильной шины гидроцилиндром или надвиганием захватно-срезающего устройства (ЗСУ) на дерево. Цепное срезающее устройство крепится на специальной подвеске на раму машины или на ЗСУ, если это машина манипуляторного типа.

После срезания дерева сталкивание в заданном направлении может производиться:

1) сталкивающим рычагом с гидроприводом — механизмом направленного повала, расположенным на ограждении кабины (ВМ-4, ВМ-4Б);

2) поворотом платформы машины, наклоном манипулятора и раскрытием зажимных рычагов ЗСУ (ЛП-19А, ЛП-60, МЛ-119 и т.п.);

3) срезанное дерево сталкивается с пня с помощью манипулятора и ЗСУ (ЛП-17, ЛП-17А, ЛЗ-235, ЛП-58 и т.п.). При этом валочный момент создается либо гидроцилиндрами манипулятора (ЛЗ-235, ЛП-58), либо специальным встроенным гидродомкратом ЛП-17.

Приемы работы полноповоротных валочно-пакетирующих машин манипуляторного типа включают следующие операции:

1. Ориентация и захват дерева манипулятором;
2. Натяжение дерева;
3. Спиливание;
4. Перенос дерева и укладывание его в пакет;

Разработка лесосек валочно-пакетирующими машинами ЛП-19, МЛ-119, МЛ-135 может проводиться лентами, перпендикулярными усу лесовозной дороги, параллельными усу, с движением машины по кругу.

Благодаря значительному вылету манипулятора (8 м) разработка лесосек валочно-пакетирующими машинами ЛП-19 может вестись с сохранением подроста. При этом работа ведется на лентах шириной не менее 15 м, пачки укладываются в след машины. Трелевка производится только по колее, проложенной машиной ЛП-19.

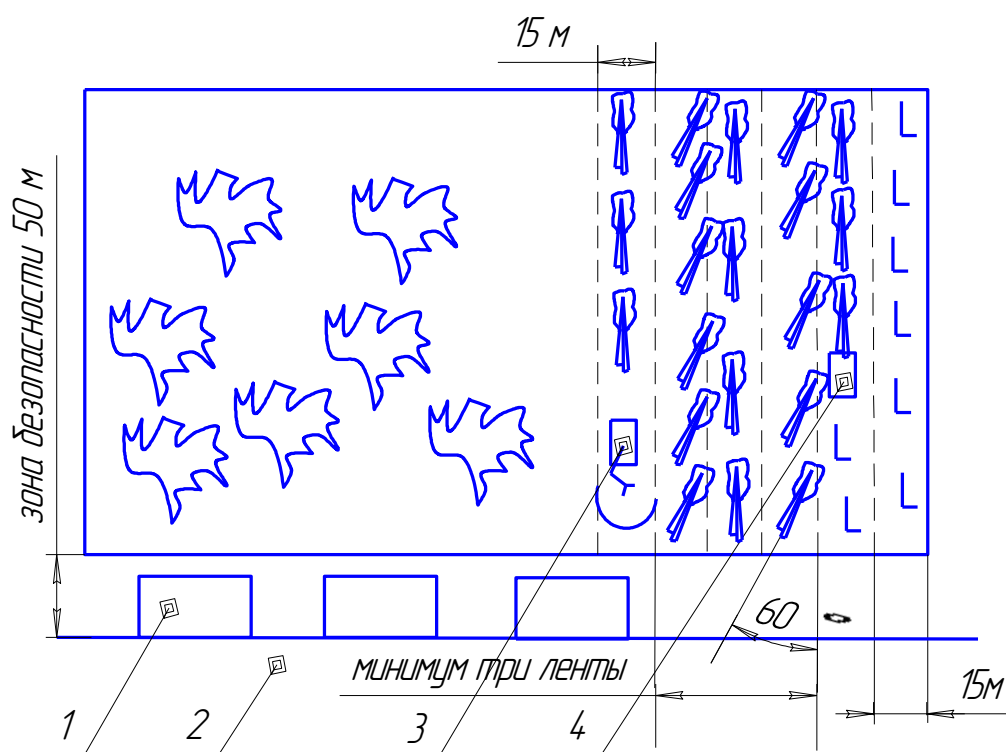
Размеры формируемых пачек деревьев зависят от типа трелевочного механизма. При трелевке пачкоподборщиками (ЛТ-154, ЛТ-89, ЛТ-157) формируется пачка шириной 1,5 м, разбег стволов по длине до 0,7 м. При трелевке бесчокерными манипуляторными машинами (ЛП-18) формируется пачка шириной 2 м, разбег стволов до 1,2 м. Объем пачки, формируемой с одной стоянки машины, зависит от показателей древостоя и обычно составляет 1,5...3 м<sup>3</sup>.

При работе по лентам перпендикулярным усу лесовозной дороги (рисунок 8) машина разрабатывает пасечные ленты, последовательно удаляясь и приближаясь к усу. При движении от уса пачки деревьев укладываются под углом 60° к направлению ленты. При движении машины к усу, пачки укладываются «в след» машины. По концам лент машина разворачивается и смещается на расстояние, равное ширине ленты 15 м. Трелевка пачек ведется вдоль пасечных лент по следу валочно-пакетирующей машины.

Круговая схема (рисунок 10) применяется при наличии на лесосеке неэксплуатационных площадей (редины, подрост, гари).

На базе валочно-пакетирующей машины ЛП-19А создана валочно-сучкорезно-раскряжевая машина МЛ-20, предназначенная для заготовки сортиментов при рубках главного пользования с соблюдением лесоводственных требований в средних и крупных насаждениях.

Машина МЛ-20 выполняет операции по срезанию дерева, очистке его от сучьев и раскряжке на сортименты при вертикальной подаче ствола со средним диаметром до 70 см и диаметром в зоне срезания 80 см.



1 – погрузочный пункт, 2 – лесовозный ус, 3 – валочно-пакетирующая машина, 4 – трелевочная машина

Рисунок 8 – Разработка лесосеки лентами перпендикулярными усу

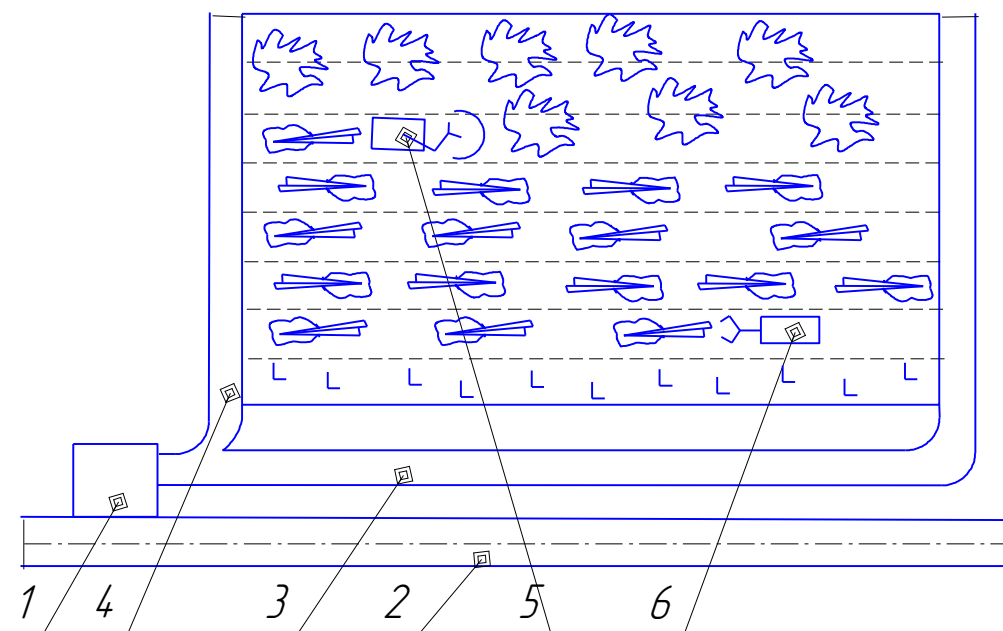


Рисунок 9 – Разработка лесосеки валочно-пакетирующей машиной лентами параллельными лесовозному усу

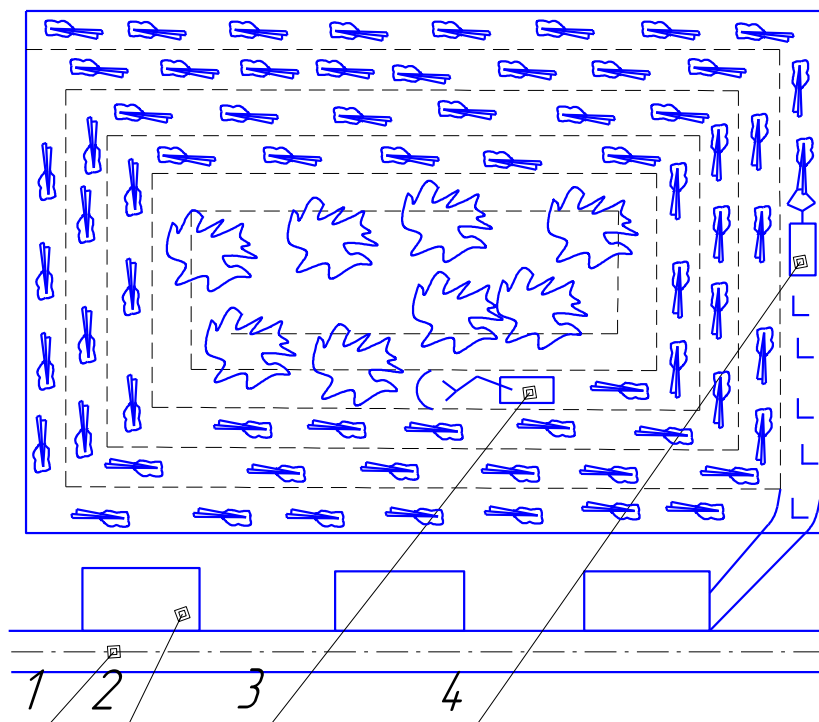


Рисунок 10 – Схема разработки лесосеки с движением валочно-пакетирующей машины по кругу

Навесное технологическое оборудование имеет сучкорезное устройство, механизм подачи, механизм отмера длин роликового типа и пильный механизм. Скорость протаскивания дерева при обрезке сучьев составляет 2 м/с, диаметр срезаемых сучьев 15 см, производительность по чистому времени работы при среднем объеме хлыста 0,22...0,30 м<sup>3</sup> не менее 16 м<sup>3</sup>/ч.

Сменная производительность валочно-пакетирующих машин рассчитывается по формуле

$$\Pi_{см} = \frac{(T - t_{нз}) \varphi l_m^2 M}{t_1 + t_2 \frac{2l_m^2 M}{V_{хл}}}, \quad (2.5)$$

где  $T$  - время смены, с;

$t_{нз}$  - время на подготовительно-заключительные работы, с;

$\varphi$  - коэффициент использования рабочего времени;

$l_m$  - вылет манипулятора, м;

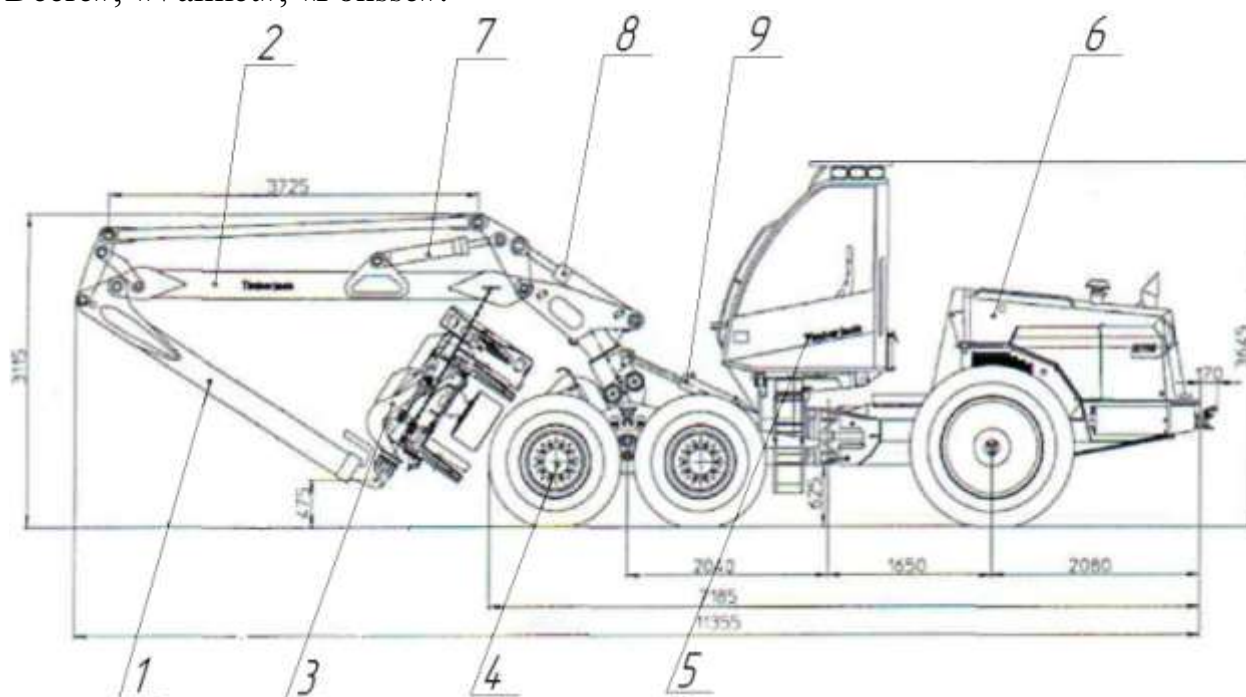
$M$  - запас древесины на 1 м<sup>2</sup>, м<sup>3</sup>;

$t_1$  - время на перемещение машины от дерева к дереву, с;

$t_2$  - время на обработку одного дерева, с;

$V_{хл}$  - объем хлыста, м<sup>3</sup>.

Харвестер (рисунок 11) – это лесозаготовительная машина, обеспечивающая валку деревьев, обрезку сучьев и раскряжевку очищенного от сучьев ствола на сортименты и их сортировку. Харвестеры получили преимущественное распространение в скандинавских странах (Швеция, Финляндия). Основные производители харвестеров фирмы «John Deere», «Valmet», «Ponsse».

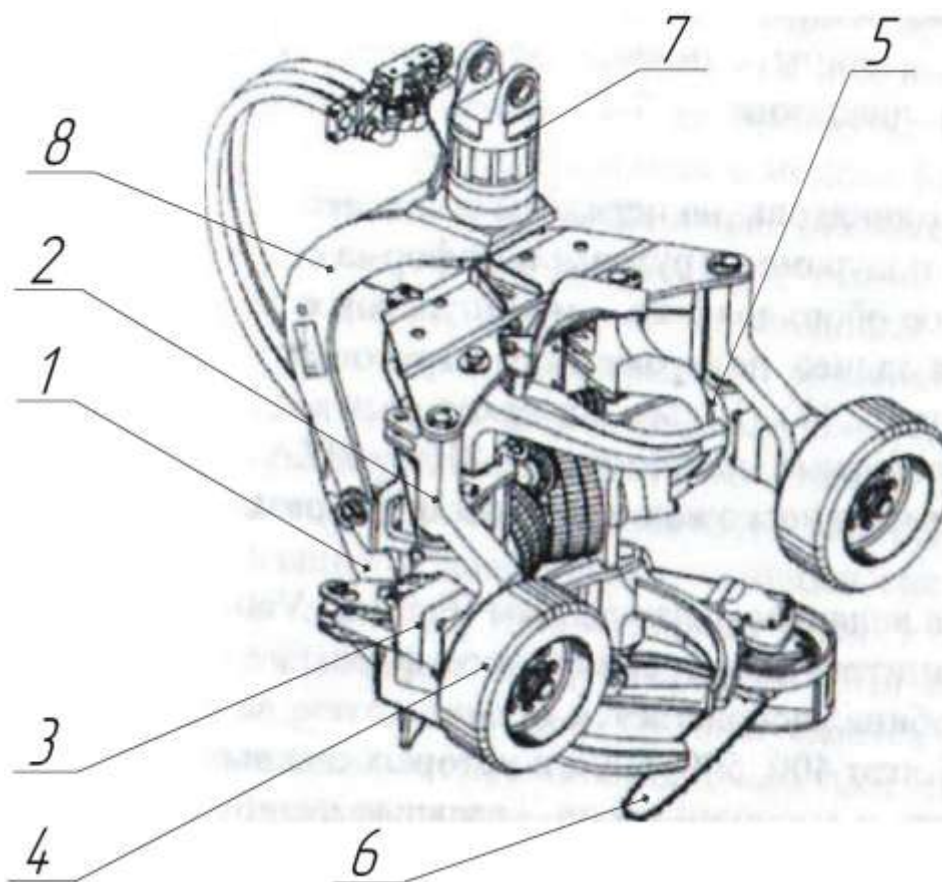


1 - рукоять; 2 - стрела; 3 - харвестерная головка; 4 - оси колёс; 5 - кабина оператора; 6 - двигатель.

Рисунок 11 – Общий вид харвестера

Харвестеры оснащены современным оборудованием, облегчающим труд оператора. Выбор длины выпиливаемых сортиментов может производиться вручную или автоматически с помощью микрокомпьютера при высокой точности раскряжевки. Заданная длина сортиментов, которые могут быть выпилены из обрабатываемого дерева, указывается на экране дисплея, здесь же указывается и длина отмеренного процессором сортимента. При этом компьютер сверяет длины заданного и отмеренного сортиментов. При необходимости компьютер может быть перепрограммирован. Если при обрезке сучьев произошло проскальзывание, ствол вальцами возвращается в исходное положение, а отмер длины автоматически производится заново. На компьютере можно задавать различные длины выпиливаемых сортиментов.

На манипуляторе харвестера навешивается харвестерная головка (рисунок 12). Харвестерная головка предназначена для захвата растущего дерева, его срезания, валки с последующим протаскиванием через сучкорезные ножи, смонтированные непосредственно на самой головке, и раскряжевке ствола на сортименты различной длины. Таким образом, харвестерная головка объединяет в себе захватный механизм, срезающе-раскряжевочное устройство, валочное устройство, сучкорезно-протаскивающий механизм. На рисунке 12 приведена компоновка харвестерной головки.



1 – рама; 2 – рычаг захватный; 3 – гидромотор высокомоментный; 4 – валец протаскивающего механизма; 5 – сучкорезные ножи; 6 – пильная шина; 7 – ротатор; 8 – скоба

Рисунок 12 – Типовая конструкция харвестерной головки

Она представляет собой металлическую сварную раму, на которой монтируются захватные рычаги 2, управляемые гидроцилиндрами. На концах рычагов смонтированы высокомоментные гидромоторы 3. На выходные валы моторов установлены вальцы 4 протаскивающего механизма. Вальцы с помощью гидроцилиндров управления захватными рычагами прижимаются к дереву и удерживают его в силовом контуре

харвестера при валке. После валки дерево разблокированными вращающимися вальцами протаскивается относительно сучкорезных ножей 5. В нижней части рамы располагается пильный механизм 6 для срезания дерева и его раскряжевки после обрезки сучьев.

Харвестерная головка навешивается на конце рукояти манипулятора через ротатор 7 и связанную с ним скобу валочного устройства 8. Относительно скобы головка может поворачиваться из вертикального в горизонтальное положение с помощью гидроцилиндров.

Конструкции всех головок полностью интегрированы с системой измерения. Благодаря этому уменьшается риск повреждения пильного аппарата, двойные датчики для постоянного измерения диаметра и длины по всему хлысту обеспечивают точную длину сортимента. Давление на протяжных вальцах автоматически регулируется в зависимости от диаметра, усилие протяжки определяется требованиями, предъявленными к очистке от сучьев.

Система измерения и управления харвестерной головкой предназначена для автоматизированного управления харвестерной головкой, включая управление: цепной пилой при раскряжевке, усилием поджатия зажимных рычагов и сучкорезных ножей, а также поворотом головки в горизонтальное положение при валке. Система проста в использовании, информация отображается на большом экране в виде текстового изображения с графическими символами. Модульная конструкция обеспечивает надежность и точность работы, позволяет сократить количество электропроводки и при необходимости обеспечить замену или подключение нового компонента. Компактная конструкция системы с удобным расположением кнопок и ручных манипуляторов типа «джойстик» обеспечивает удобство управления. Простая в применении калибровка измерения длин и диаметров лесоматериалов. Бортовой принтер предназначен для распечатки объема заготовленной лесопроductии, параметров настройки системы, таблиц объемов лесоматериалов и т.п. Имеются функция обнаружения неисправностей, сменная карта памяти (типа PCMCIA) для обновления программного обеспечения.

Технологический цикл харвестера заключается в следующем. Наводка харвестерной головки на дерево, зажим дерева, натяжение, срезание. Далее дерево сваливается и протягивается через сучкорезные ножи харвестерной головки. При этом производится автоматический или ручной отмер длины и раскряжевка на сортименты. Готовые сортименты укладываются в пакеты, а сучья под колеса по направлению движения машины. После обработки дерева производится холостой поворот платформы. Обязательным элементом являются переезд машины от группы к группе деревьев.

Производительность харвестера определяется по зависимости 6, где время  $t_2$  определится по зависимости:

$$t_2 = \frac{\pi d_{cp}}{4\Pi_{чп}} \cdot n + \frac{l_{хл}}{v_{np}} \quad (7)$$

где  $n$  - число резов приходящихся на одно дерево,  $n=3\dots5$ ;

$l_{хл}$  - длина дерева, м;

$v_{np}$  - скорость протаскивания дерева через сучкорезные ножи, м/с

### 3 Трелевка леса

Трелевкой леса называется процесс сбора и перемещения древесины от мест валки до погрузочных площадок.

Большое влияние на выбор типа трелевочного механизма оказывает рельеф, несущая способность грунта и средний объем деревьев, произрастающих на лесосеке. Гусеничные трелевочные тракторы применяются на склонах крутизной до  $22^0$ . В зимнее время и в сырую погоду трелевка разрешается на склонах крутизной до  $14^0$ .

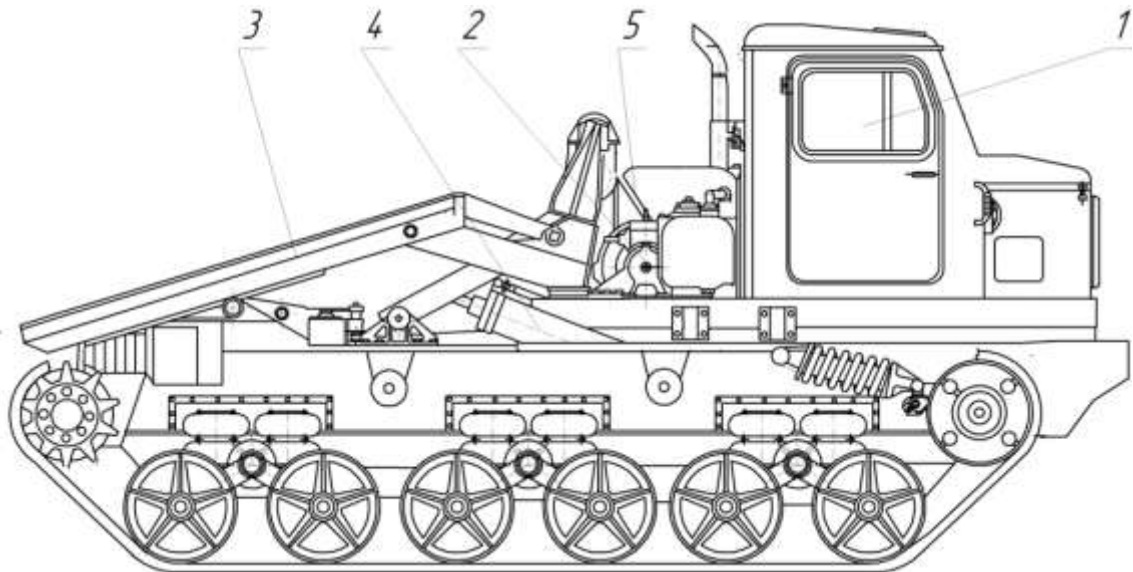
По типу навесного оборудования (по способу формирования воя) трелевочные тракторы можно разделить на четыре группы:

1. Тракторы с канатно-чokerной оснасткой – ТТ-4, ТТ-4М, ТДТ-55, ТДТ-55, ТЛТ-100;
2. Тракторы для бесчokerной трелевки – с гидроманипуляторами ЛП-18А и ТБ-1 и со специальными пачковыми захватами – ЛТ-154, ЛТ-89, ЛТ-157, за рубежом такие машины называются скиддерами;
3. Специализированные валочно-трелевочные машины ВТМ – ЛП-49, ЛП-17, ВМ-4А.
4. Специализированные тракторы для трелевки сортиментов (форвардеры).

Тракторы с канатно-чokerной оснасткой широко использовались в середине XX века. На сегодняшний день такая технология трелевки древесины морально устарела. В большинстве случаев эту технику используют мелкие лесозаготовительные предприятия с годовым объемом заготовки до 10-15 тыс. м<sup>3</sup>.

Технологическое оборудование тракторов с канатно-чokerной оснасткой включает в себя: подвижный погрузочный щит для транспортировки пачки и лебедку для формирования пачки.

На рисунке 13 представлен общий вид технологического оборудования трелевочного трактора ТТ-4 с канатно-чokerной оснасткой.



1 – кабина; 2 – лебедка; 3 – погрузочный щит; 4 – гидроцилиндр щита; 5 – собирающий канат

Рисунок 13 – Общий вид технологического оборудования трактора с канатно-чокерной оснасткой

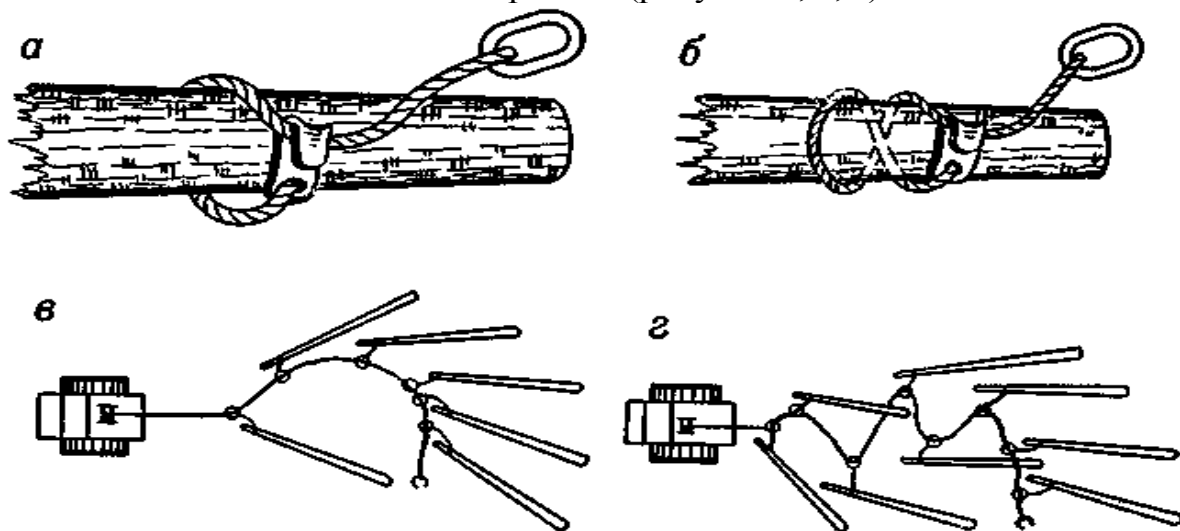
Для протаскивания пачки щит гидроприводом опускается назад и упирается в грунт или снег. При погрузке пачки щит, под действием тягового усилия лебёдки поднимается, перемещаясь по направляющим щита. После прохождения крайнего верхнего положения щит опускается вниз. В транспортном положении передней частью лежит на подушках (резиновых буферах), а задней – на направляющих роликах щита. Погрузочный щит без пакета деревьев поднимается на трактор при помощи гидроцилиндра.

Лебедки отечественных тракторов – однобарабанные, одно- или двухскоростные, реверсивные, диаметр собирающего каната от 16 до 26 мм. При наматывании нагруженного каната на барабан в целях упорядочивания намотки применяются специальные тросоукладчики. Для удержания пачки на щите, для устранения саморазматывания каната применяется автоматический тормоз.

Формирование пачки осуществляется с помощью чокеров. Чокер представляет собой отрезок каната длиной 1,5...2,5 м, снабженный с одного конца кольцом, а с другого крюком. Чокерами хлыст (дерево) прицепляют к собирающему канату лебедки. Для этого необходимо иметь комплект, в который входят 10...20 чокеров. Обычно трактор снабжается 2...3 комплектами чокеров.

Чокер крепится к хлысту (дереву) посредством удавной петли так, чтобы крюк чокера был обращен зевом вверх (рисунок 14). Вершина хлыста не должны выступать за петлю чокера более чем на 0,7...1,2 м, а от

комля дерева – на 0,5...0,7 м. Прицепка хлыстов может быть последовательной или зигзагообразной (рисунок 2, в, г).



а – чокеровка одинарной петлей; б – чокеровка двойной петлей; в – последовательная прицепка хлыстов; г – зигзагообразная прицепка хлыстов

Рисунок 14 – Приемы чокеровки и формирования пачки

Формирование пачек включает оттаскивание собирающего каната в лесосеку, продевание его через кольца чокеров чокеровку, стопорение чокеров стопором, подтягивание деревьев или хлыстов к трактору и натаскивание пачки на щит. После этого лебедку затормаживают, и трактор движется на лесопогрузочный пункт.

Наиболее трудоемким приёмом на трелёвке леса является чокеровка. Чокеровка хлыстов или деревьев и отцепка пачки при использовании обычных трелёвочных тракторов выполняется вручную, в условиях лесосеки. Это тяжелый и опасный труд.

В настоящее время широкое распространение на лесозаготовках получает бесчокерная трелёвка леса. Бесчокерная трелёвка является обязательным звеном технологического процесса лесосечных работ при выполнении его системами новых машин, исключая ручной труд. Она эффективна также при обычных способах лесосечных работ с валкой деревьев бензопилами.

Бесчокерная трелёвка выполняется трелёвочными тракторами, имеющими специальное технологическое оборудование для механизированного формирования или захвата пачки, её удержания при трелёвке и разгрузки в назначенном месте.

В настоящее время для бесчокерной трелёвки применяется следующее технологическое оборудование:

1. Гидроманипуляторы и зажимные коники (троссоусъёмники) – ТБ-1, ЛП-18А;

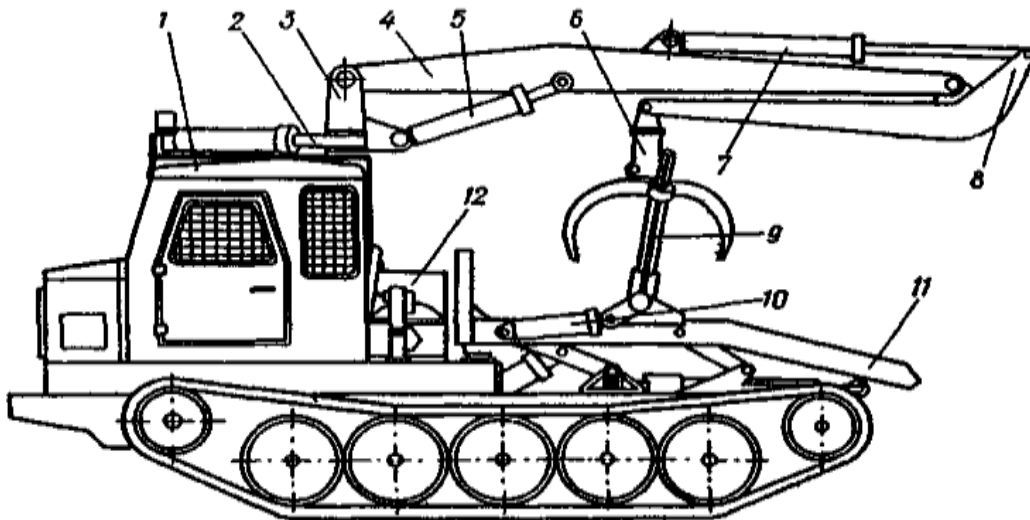
## 2. Пачковые захваты – ЛТ-157, ЛТ-154, ЛТ-89, ЛТ-171.

При помощи манипулятора деревья или хлысты поштучно закладываются в конико-зажимное устройство трелевочного трактора. Пачковые захваты предназначены для работы с заранее сформированной пачкой. Таким образом, основное технологическое различие между манипулятором и пачковым захватом заключается в принципе формирования пачки: в первом случае пачка формируется самим трелёвочным трактором, во втором – другой, как правило, валочно-пакетирующей машиной.

Бесчokerную трелевку выполняют также валочно-трелёвочные машины, которые оснащаются для этого гидроманипулятором с захватно-срезающим устройством и зажимным коником (ЛЗ-235, ЛП-17 и т.п.).

Технологическое оборудование для механизированного формирования и удержания при трелевке пачки деревьев (хлыстов) на машинах манипуляторного типа состоит из гидроманипулятора и зажимного коника (увязочного устройства).

Навесное технологическое оборудование машины ЛП-18А (рисунок 15) состоит из гидроманипулятора, щита с увязочным устройством (канатосъемника) и гидравлической системы.

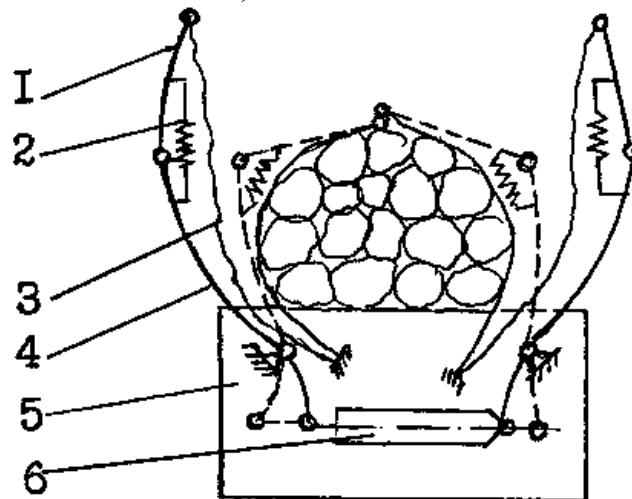


1 – основание для монтажа узлов манипулятора; 2 – механизм поворота колонны; 3 – колонна; 4 – стрела; 5, 6, 7, 10 – гидроцилиндры; 8 – рукоять; 9 – увязочное устройство; 11 – щит; 12 – лебёдка

Рисунок 15 – Бесчokerная машина ЛП-18А

Гидроманипулятор состоит из стрелы 4, которая шарнирно крепится к поворотной колонне 3. Другой конец стрелы шарнирно соединен с рукоятью 8, к концу которой крепится захват. Захват 6 предназначен для зажима комлей или вершин поваленных деревьев (хлыстов) при погрузке их на коник машины. Смыкание и размыкание челюстей захвата производится с помощью гидроцилиндра.

Зажимной коник может быть представлен в виде канатной петли, или жестких рычагов (рисунок 16) шарнирно-рычажного типа. Для лучшего охвата пачки зажимные рычаги выполнены в виде двух шарнирно-соединенных частей. Верхние части в нерабочем положении удерживаются пружинами, отжимающими их в вертикальное положение, а при зажиме пачки они поворачиваются натяжением канатов. Коник устанавливается на раму машины и имеет возможность наклона вперед (при разгрузке пачки) и назад, а также разворот влево и вправо (для облегчения поворота трактора при движении с пачкой).

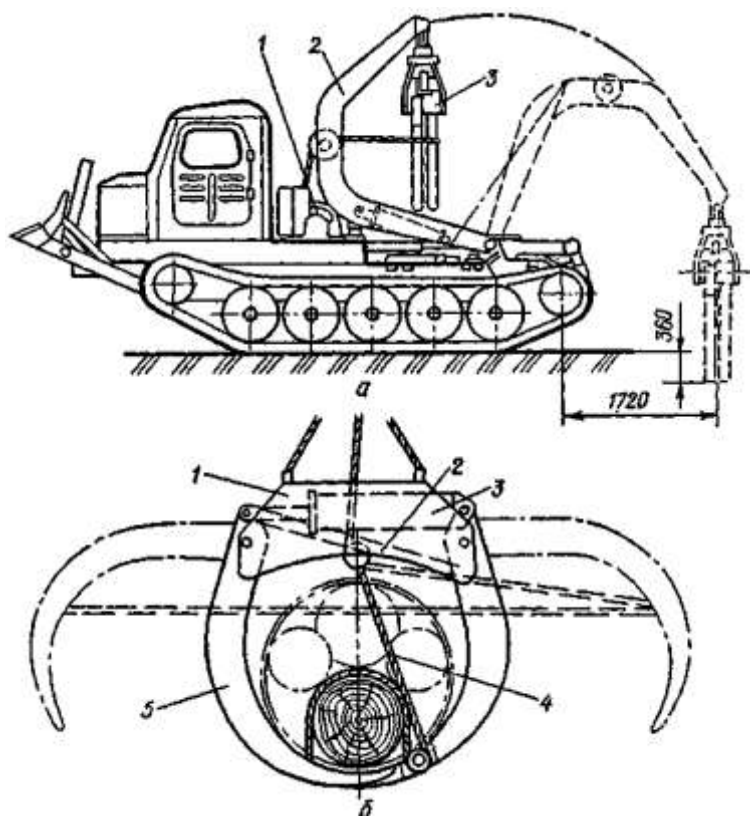


1 – верхняя часть зажимного рычага; 2 – пружина; 3 – канатная вставка; 4 – зажимной рычаг; 5 – основание коника; 6 – гидроцилиндр поворота зажимных рычагов

Рисунок 16 – Схема зажимного коника

В отличие от гидроманипуляторов, которыми производится поштучная погрузка деревьев, пачковые захваты берут заранее сформированные пачки и делают это за один приём. Отличие от бесчокерных тракторов, имеющих манипулятор, заключается ещё в том, что погруженная пачка удерживается не на конике, а в самом захвате.

Технологическое оборудование трактора для трелевки подготовленных пачек (рисунок 17) состоит из стрелы 2, челюстного захвата 3, лебедки 1 и гидросистемы. Стрела выполнена в виде арки и имеет вылет, изменяющийся путем её наклона. Стрела предназначена для подъема и опускания челюстного захвата с пачкой и удержания её в заданном положении.

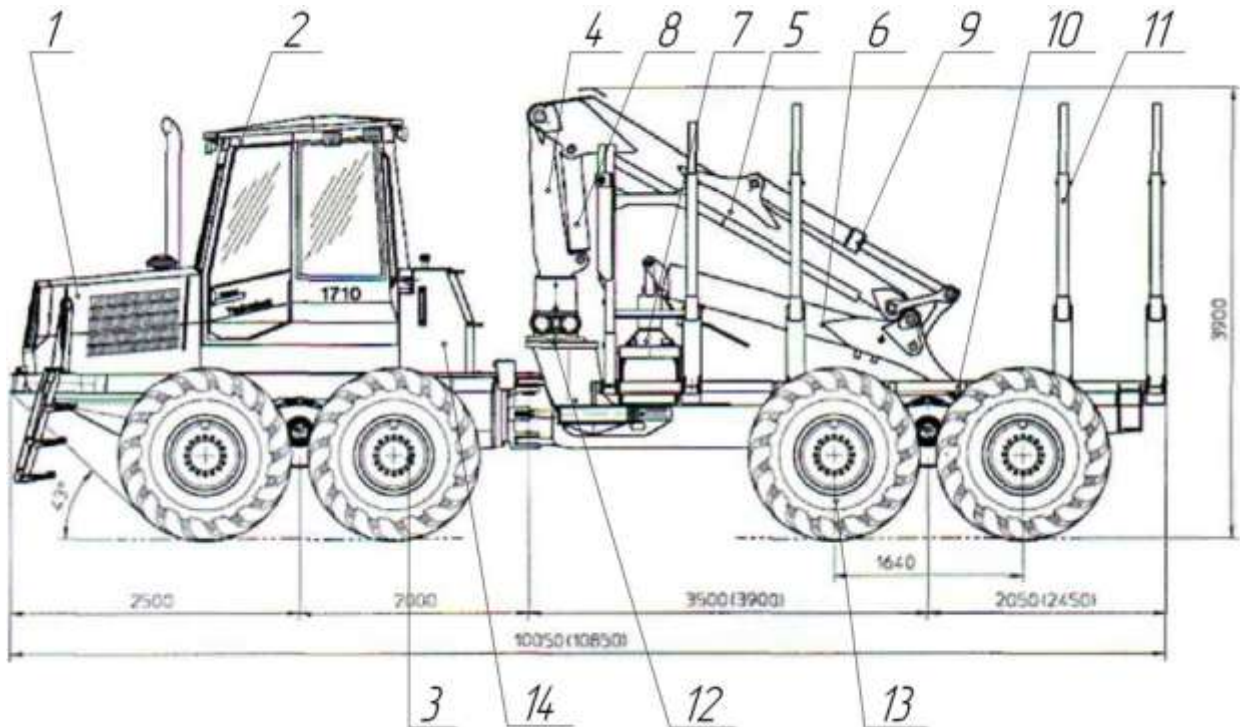


а – подборщик пачек: 1 – лебедка; 2 – стрела; 3 – челюстной захват;  
 б – челюстной захват: 1 – траверса; 2 – синхронизатор; 3 – гидроцилиндр;  
 4 – увязочный канат; 5 – челюсти

Рисунок 17 – Подборщик пачек ЛТ-154

Челюстной захват (рисунок 17 б) служит для захвата комлевой части пачки, подъема и удержания её в полуподвешенном положении во время трелевки. Он состоит из траверсы 1, двух челюстей 5, шарнирно соединенных с траверсой, синхронизатора 2, обеспечивающего синхронное раскрытие и закрытие челюстей. Клещевой захват открывается и закрывается с помощью гидроцилиндра 3, расположенного внутри траверсы. Для надежного удержания пачки захват снабжен канатным увязочным устройством 4. Надежность обеспечивается затяжкой каната при помощи лебедки.

Форвадер (рисунок 18) – это колесное или гусеничное транспортное средство, предназначенное для погрузки-разгрузки заготовленной на лесосеке лесопродукции (сортиментов) и перевозки её к местам переработки, хранения или перегрузки на лесовозный транспорт. Базой форвардера являются 6...8 колесные тракторы. При работе форвардера на мягких грунтах и глубоком снегу на задние и передние колеса могут надеваться гусеничные цепи, существенно улучшающие проходимость. Преимущественное распространение форвардеры получили в скандинавских странах.



1 – отсек двигателя; 2 – кабина; 3, 13 – ходовая система; 4 – опора; 5 – стрела; 6 – рукоять; 7 – захват; 8, 9 – гидроцилиндр; 10 – грузовая платформа; 11 – стайка; 12 – устройство поворота манипулятора; 14 – отсек гидростемы

Рисунок 18 – Колесный форвадер

Форвадер, как правило, оснащается телескопическим манипулятором со значительным вылетом (до 10 м). Сортименты укладываются в металлический коник. Форвадер работает на лесосеке после харвестера или ручной валки, раскряжевки.

Производительность трелевочных тракторов определяется по зависимости:

$$\Pi = \frac{(T - t_{nz}) \cdot Q \varphi}{t_1 + t_2 + t_3 + t_4}, \quad (8)$$

где  $Q$  – объем трелюемой пачки,  $\text{м}^3$ ;

$\varphi$  – коэффициент использования времени смены и грузоподъемности трактора,  $\varphi = 0,6 \dots 0,8$ ;

$t_1, t_2, t_3, t_4$  – соответственно, время холостого хода трактора в лесосеку, набора пачки, грузового хода и сброски пачки, с.

Время движения машины в порожняковом и грузовом направлении определяется по формулам:

$$t_1 = \frac{l_{cp}}{v_{x.x.}} ; \quad (9)$$

$$t_3 = \frac{l_{cp}}{v_{p.x.}} , \quad (10)$$

где  $l_{cp}$  - среднее расстояние трелёвки, м;

$v_{x.x.}$  - средняя скорость движения машины в порожняковом направлении, м/с. Принимается на III передаче;

$v_{p.x.}$  - средняя скорость движения машины в грузовом направлении, м/с. Принимается на II передаче.

Время на набор пачки определяется:

а) при трелёвке тракторами ТДТ-55, ТТ-4 по формуле:

$$t_2 = 60 \left( 2,0 + 0,08l_0 + \frac{0,8Q}{n_p V_x} + \frac{2Q}{n_p} \right), \quad (11)$$

где  $l_0$  - среднее расстояние подачи собирающего каната к деревьям или хлыстам, м.  $l_0 = 20$  м;

$V_x$  - средний объем хлыста, м<sup>3</sup>;

$n_p$  - количество рабочих, участвующих в чокеровке.

б) при трелёвке бесчокерными машинами (со сбором пачки манипулятором) или форвардерами:

$$t_2 = t'_2 Q , \quad (12)$$

где  $t'_2$  - время на погрузку гидроманипулятором 1 м<sup>3</sup> леса.

Для машины ТБ-1  $t'_2 = 42 \dots 60$  с/м<sup>3</sup>;

для машины ЛП-18А  $t'_2 = 60 \dots 90$  с/м<sup>3</sup>;

в) при трелёвке подборщиками заранее сформированных пачек деревьев на лесосеке время на захват пачки и её погрузку составляет 120...160 с.

Время  $t_4$  находят по следующим данным:

а) при трелёвке тракторами время на разгрузку пачки и снятие чокеров определяется по формуле:

$$t_4 = 60 \left( 0,6 + \frac{0,06Q}{V_{xx}} + 0,5Q \right); \quad (13)$$

б) при трелёвке со сбором пачки манипулятором время на разгрузку пачки и выравнивание комлей составит от 60 до 90 с, а при трелёвке подборщиками пачек составляет 30 с.

Объем пачки деревьев или хлыстов, трелюемых машиной, должен соответствовать тяговому усилию машины, силе тяги машины по сцеплению, допустимой нагрузке на коник (щит) машины и тяговому усилию лебедки, установленной на машине.

Схема для расчета приведена на рисунке 19.

Уравнение равномерного движения трактора с грузом для данного способа трелевки имеет вид:

$$F_k = P_T (W_T \pm i) + kQ (W_T \pm i) + (1 - k)Q(W_{гр} \pm i), \quad (14)$$

где  $F_k$  – касательная сила тяги трактора, Н;

$P_T$  – вес трактора, Н;

$W_T$  – удельное сопротивление перемещению трактора;

$W_{гр}$  – удельное сопротивление перемещению груза;

$i$  – величина подъема или спуска волока в тысячных;

$k$  – коэффициент распределения нагрузки между трактором и волоком (зависит от объема хлыста и способа трелевки – вперед вершинами или комлями).

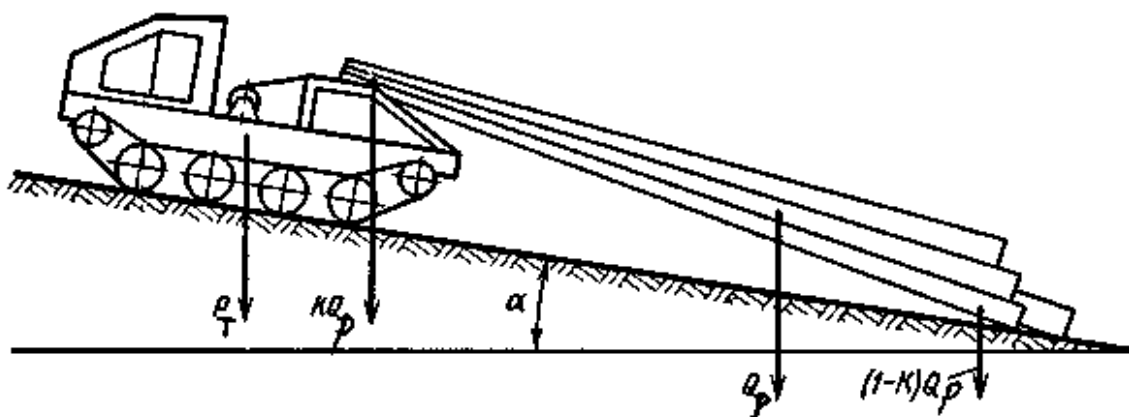


Рисунок 19 – Схема для расчета рейсовой нагрузки на трелевочный трактор

Вес трелюемой пачки по тяговому усилию трактора ( $F_k$ ) определяется по формуле:

$$Q_p^1 = \frac{F_k - P_T (W_T \pm i)}{k(W_T \pm i) + (1 - k)(W_{гр} \pm i)}. \quad (15)$$

Касательная сила тяги трактора, т. е. сила тяги, развиваемая трактором на ведущих органах, может быть определена по формуле:

$$F_k = \frac{3600N\eta}{v_{zp}}, \quad (16)$$

где  $N$  - мощность двигателя трактора, кВт;

$\eta$  - коэффициент полезного действия трансмиссии,  $\eta=0,65\dots0,85$ ;

$v_{zp}$  - скорость движения трактора в грузовом направлении, км/ч, принимается на I передаче.

Подсчитанный по формуле 8 вес пачки обеспечивается мощностью двигателя, установленного на тракторе, однако при этом трактор не гарантирован от буксования. Буксование трактора произойдет в том случае, когда сила тяги трактора по сцеплению  $F_{сц}$  будет меньше касательной силы тяги  $F_k$ , т. е.  $F_k > F_{сц}$ .

Вес трелюемой пачки, ограничиваемый сцеплением трактора с грунтом, определяется по формуле:

$$Q_p^{II} = \frac{P_T [\mu_{сц} - (W_T \pm i)]}{k_1 (W_T \pm i) + (1 - k) (W_{zp} \pm i) - k \mu_{сц}}, \quad (17)$$

где  $\mu_{сц}$  - коэффициент сцепления ходовой части трактора с грунтом (зависит от типа машины и состояния грунта). Значения  $\mu_{сц}$  принимают из справочной литературы.

Вес трелюемой пачки по допустимому давлению трактора на грунт определяется по формуле:

$$Q_p^{III} = \frac{([q]_{zp} - q_T) P_T}{k q_T}, \quad (18)$$

где  $[q]_{zp}$  - допускаемое удельное давление на грунт, МПа;

$q_T$  - давление трактора на грунт (из технической характеристики трактора), МПа.

Для случая, когда пачки хлыстов или деревьев трелюются в полупогруженном положении, вес пачки ограничивается грузоподъемностью щита (коника) трактора. Исходя из этого ограничения, вес трелюемой пачки определяется по формуле:

$$Q_p^{IV} = \frac{q}{k}, \quad (19)$$

где  $q$  - грузоподъемность щита (коника) машины, Н.

Вес пачки может ограничиваться тяговым усилием лебедки, подтаскивающей пачку к трактору. Исходя из этого ограничения, вес пачки определяется по формуле:

$$Q_p^V = \frac{F_{\text{леб}}}{W_{\text{зр}} \pm i}, \quad (20)$$

где  $F_{\text{леб}}$  – тяговое усилие лебедки трактора, Н.

Вес пачки, которую может трелевать трактор, равен меньшей из величин, полученных по формулам.

По подсчитанному весу трелюемой пачки  $Q_p^H$  может быть определен её объем в плотных кубометрах.

Объем трелюемой пачки определяется по формуле:

$$V_{\Pi} = \frac{Q_p^H - Q_{кр}}{\gamma}, \quad (21)$$

где  $Q_p^H$  – расчетный вес трелюемой пачки, Н;

$Q_{кр}$  – вес кроны, кг;

$\gamma$  – средневзвешенный объемный вес древесины, Н/м<sup>3</sup>.

Вес кроны определяется по формуле:  $Q_{кр} = Q_p^H (0,15...0,30)$ , т. е. вес кроны составляет от 15 до 30 % от расчетного веса трелюемой пачки.

$$\gamma_{\text{ср.вз.}} = \frac{\sum A_i \gamma_i}{10}, \quad (22)$$

где  $A_i$  – доля участия  $i$ -й породы в насаждении;

$\gamma_i$  – объемный вес  $i$ -й породы, Н/м<sup>3</sup>.

#### 4 Очистка деревьев от сучьев

При валке деревьев обычно обламывается до 23 % сучьев, при трелёвке – 13 %, на погрузочный пункт приходит 64 % сучьев, на нижний склад – до 7,5 %.

Слабая механизация обрезки сучьев объясняется сложностью задачи, наличием многих факторов, влияющих на конструкцию сучкорезных машин и агрегатов.

Применяются три способа очистки деревьев от сучьев:

1. Ручной (немеханизированный – обрубка сучьев) – удаление сучьев

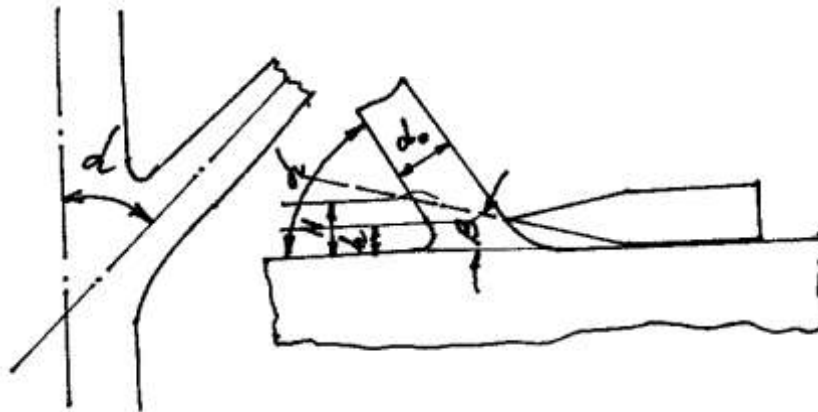
топором. Технология: осуществляется от комля к вершине, с противоположной стороны от рабочего, расстояние между рабочими 5 м (рабочие 3 разряд), между смежными операциями не менее 50 м.

2. Механизированный – удаление сучьев с помощью переносных моторных инструментов. Широкое распространение получили бензомоторные пилы, как правило, безредукторные, например «Тайга».

3. Машинный способ очистки деревьев от сучьев – удаление сучьев с помощью передвижных или стационарных сучкорезных установок. Оператор – 6 разряд.

В зависимости от общего технологического процесса лесозаготовительного предприятия очистка деревьев от сучьев выполняется на лесосеке или на нижнем складе.

Угол врастания сучьев характеризуется углами врастания « $\alpha$ » (рисунок 20). У ели угол врастания составляет около  $96^{\circ}$ , для сосны –  $86^{\circ}$ , осины –  $50^{\circ}$ , березы –  $30^{\circ}$ .



$\alpha$  – угол врастания сучьев по отношению к стволу;  $d_0$  – диаметр сучка;  $h$  – высота пенька в начале срезания;  $H$  – высота пенька в конце реза;  $\beta$  – задний угол резания

Рисунок 20 – Схема срезания сучка ножом силового резания

Бессучковая зона (длина бессучковой зоны) зависит от диаметра дерева и в большей мере от породы и условий произрастания дерева. Наибольшая протяженность бессучковой зоны у березы и сосны, меньшая – у ели. В зависимости от диаметра дерева длина бессучковой зоны составляет для ели – 5...9 м, для березы, осины и сосны – 12...13 м.

Наибольшее количество сучьев имеет ель, они располагаются мутовками, по 4...6 сучьев в мутовке. Число здоровых сучьев у ели от 50 до 280. Значительно меньше сучьев у сосны (также мутовчатые). Сосна, растущая в насаждениях, имеет высоко расположенную крону с относительно небольшим числом сучьев (10...18). Лиственные породы – береза и осина имеют в среднем по 12...17 сучьев.

Сучья характеризуются толщиной (диаметром у основания сука), длиной сучка, площадью среза.

Для ели характерны сучья небольшого диаметра (3...5 см). Сосна и лиственница имеют крупные сучья (5...6 до 15 см). Осина имеет ещё более крупные сучья (6...8 см до 20 см).

Суммарная площадь среза на крупных деревьях всех пород (диаметром 56 см и более) составляет 0,3...0,4 м<sup>2</sup>. У деревьев диаметром 32 см суммарная площадь среза составляет 0,1 м<sup>2</sup>.

Сучкорезная машина должна иметь: срезающее устройство (сучкорезная головка), протаскивающее устройство, устройство подачи деревьев и устройство для уборки сучьев.

Точность копирования формы ствола и качество срезания сучьев зависит от типа режущего органа.

В настоящее время наибольшее распространение получили жесткие статические ножи силового резания (бесстружечное резание), при этом достигается довольно хорошая очистка ствола от сучьев, близко отвечающая требованиям технических условий.

Ножам силового резания придается криволинейный профиль, с тем чтобы они наиболее полно охватывали ствол на разных диаметрах. Используются срезающие устройства, состоящие из нескольких жестких ножей, обеспечивающих полный охват сечения ствола. При этом проекции лезвий ножа на плоскость нормальную оси ствола образуют замкнутый контур. Ножи, расположенные в разных плоскостях, могут разводиться (дерево в режущие ножи закладывается сверху) и сводиться, охватывая ствол. При удачно выбранном профиле ножей (кривизне) трехножевая сучкорезная система обеспечивает высокую точность копирования стволов и удовлетворительную обрезку сучьев.

Протаскивающие устройства сучкорезных машин должны протаскивать ствол сквозь режущее устройство.

Типы протаскивающих устройств:

1. Гусеничные;
2. Вальцовые;
3. В виде протаскивающей каретки.

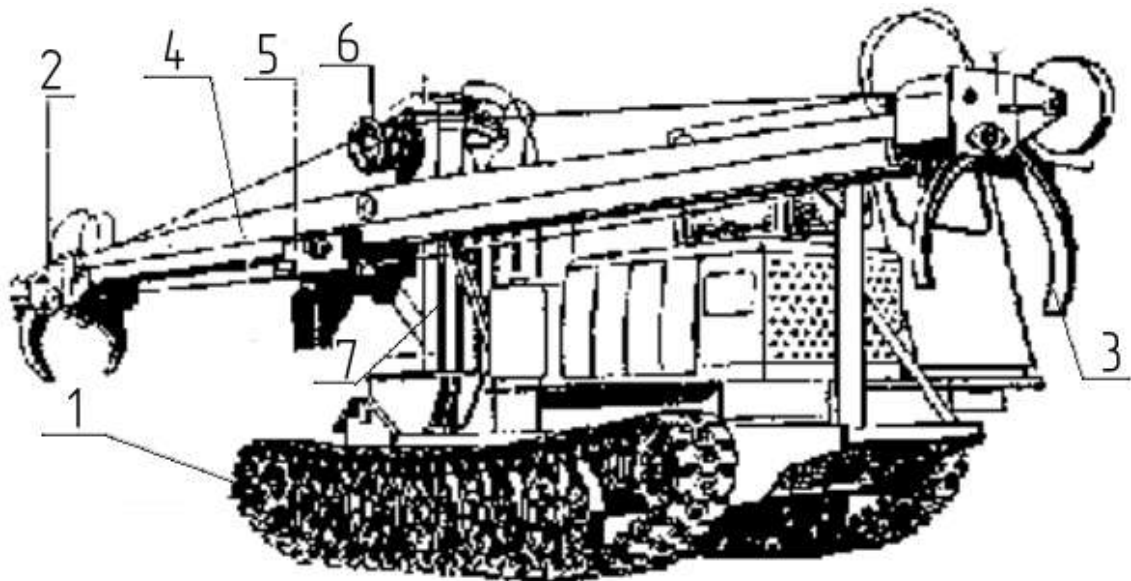
Гусеничное протаскивающее устройство состоит из верхней и нижней гусениц, каждая из которых огибает ведущие и ведомые звездочки. Верхняя гусеница при помощи гидроцилиндра может подниматься (при этом дерево закладывается сбоку в протаскивающее устройство) и опускаться, зажимая ствол.

Центрирование ствола в горизонтальной плоскости обеспечивается вогнутой формой траков гусениц. Протаскивающее устройство такого типа позволяет так закладывать в него дерево, что можно протаскивать его только на длину зоны, имеющей сучья. Недостатком гусеничного

протаскивающего устройства является то, что для создания большого тягового усилия необходимо ствол зажимать между гусеницами со значительным усилием, вследствие чего по всей длине участка ствола, проходящего через гусеничный механизм, остаются следы от траков гусениц. Протаскивающее устройство гусеничного типа используется в многооперационной сучкорезно-раскряжевочной машине ЛО-76.

В протаскивающем устройстве с кареткой дерево зажимается зажимным устройством, закрепленным на каретке, совершающей возвратно-поступательное движение при помощи канатно-блочной системы и барабана. При вращении барабана в одном направлении каретка движется по направляющим и зажатое в ней дерево протаскивается сквозь режущее устройство на длину равную ходу каретки. При вращении барабана в противоположную сторону каретка движется в обратном направлении. При этом зажимное устройство освобождает дерево, и оно остается неподвижным. Таким образом, дерево очищается от сучьев за несколько ходов каретки.

Серийные сучкорезные машины ЛП-30Б и ЛП-33А (рисунок 21) выполнены по одной принципиальной технологической схеме. Технологическое оборудование машины ЛП-33А состоит из опоры 7, закрепленной на раме трактора ТТ-4 без лебедки и щита. На опоре шарнирно крепится стрела 4. На концах стрелы установлены сучкорезная головка 2 и приемная головка 3 с ножами. По направляющим стрелы перемещается каретка-захват 5, которая протаскивает дерево через сучкорезные ножи. Движение каретки-захвата осуществляется канатом лебёдки.



1 – базовый трактор; 2 – сучкорезная головка; 3 – приемная головка; 4 – стрела; 5 – протаскивающая каретка; 6 – лебедка; 7 – опора стрелы

Рисунок 21 – Сучкорезная машина ЛП-33А

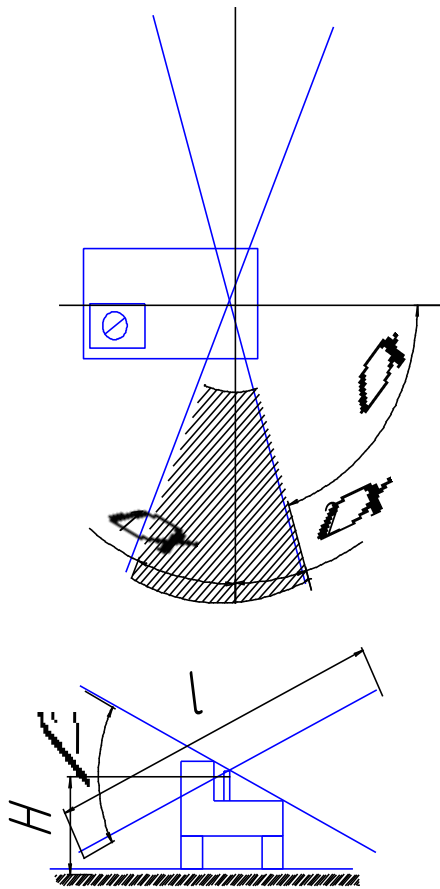


Рисунок 22 – Углы поворота стрелы сучкорезной машины ЛП-30, ЛП-33

Машина ЛО-120 представляет собой сучкорезную машину ЛП-30 на стреле которой смонтирован раскряжевочный механизм (цепная пила от ЛП-49), механизм отмера длин в виде дисков передвижением которых можно задавать длины выпиливаемых сортиментов.

Технология работы сучкорезной машины ЛП-33А следующая: поворотом стрелы в горизонтальной плоскости и наклоном стрелы в вертикальной плоскости производят наведение сучкорезной головки на комель дерева и захват комля дерева ножами сучкорезной головки; подъемом комля дерева и поворотом стрелы в горизонтальной плоскости совмещают ось дерева с осью стрелы; перемещение каретки по стреле к сучкорезной головке производят захват комля дерева зажимными рычагами каретки; производят перемещение каретки по стреле к приемным ножам до захвата комля дерева приемными ножами; производят возврат каретки по стреле к сучкорезным ножам для повторного зажима дерева и протаскивания и так до полной обработки.

Самоходные сучкорезные машины в зависимости от конкретных производственных условий могут использоваться в следующих технологических вариантах:

1. По месту в технологическом процессе – на лесопогрузочном пункте, на пасеке, на промежуточном складе;
2. По взаимной увязке с другими лесосечными операциями – одновременно с трелёвкой и автономно с обработкой деревьев запаса;
3. По увязке с вывозкой леса – без создания и с созданием запаса хлыстов;
4. По способу протаскивания дерева – за комли, за вершины;

Основным местом самоходной сучкорезной машины в технологическом процессе лесосечных работ является погрузочный пункт размером 30×60 м. Машина может работать также после валки, перед трелёвкой. В этом случае сучья используются для укрепления волоков.

Способ обработки деревьев (с комля или вершины) непосредственно связан со способом трелёвки за комли (рисунок 23) или за вершины.

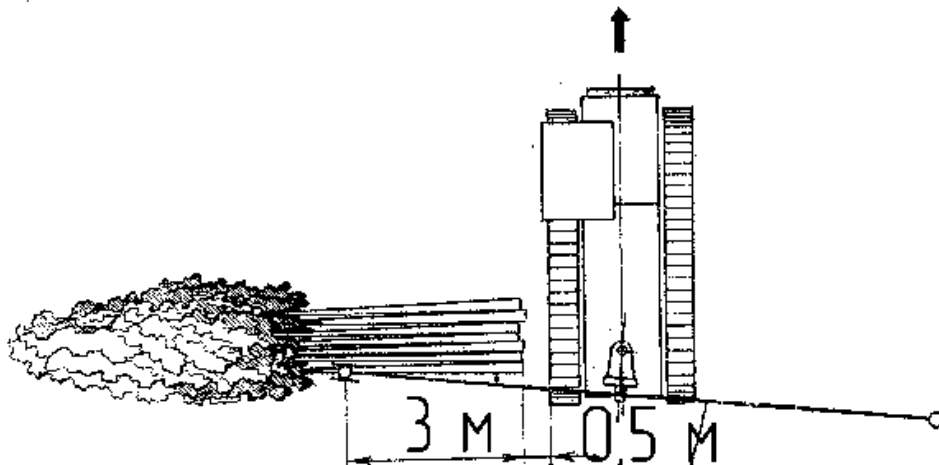


Рисунок 23 – Ориентация машины относительно штабеля деревьев

Обрезка сучьев с протаскиванием деревьев комлями вперед является основным способом и применяется в тех случаях, когда на лесосечных работах используются ВПМ и ВТМ, а также при валке бензопилами и трелёвке ЛП-18А.

В последние годы все больше используются сучкорезно-раскряжевные машины (процессоры) изготовленные на базе экскаваторов зарубежного производства. На экскаваторах заменяют ковш на харвестерную головку.

Расчетная часовая производительность сучкорезной машины определяется по формуле:

$$\Pi = \frac{(T - t_{nz})\phi V_x}{T_{\text{ц}}}, \quad (23)$$

где  $V_x$  – средний объем хлыста, м<sup>3</sup>;

$T_{\text{ц}}$  – время цикла обработки одного дерева, с.

Время цикла обработки для сучкорезной машины определится:

$$T_{\text{ц}} = t_1 + \frac{2(l_{\text{хл}} - l_0)}{v} + t_2, \quad (24)$$

где  $t_1$  - время на наклон стрелы, захват дерева, с;

$l_{\text{хл}}$  - длина хлыста, м;

$l_0$  - длина зажимаемой масти хлыста,  $l_0 = 1,5 \dots 2$  м;

$v$  - скорость протаскивания, м/с;

$t_2$  - время на сброс хлыста, с

Для сучкорезно-раскряжевых машин, выполненных на базе сучкорезных:

$$T_{\text{ц}} = t_1 + \frac{2(l_{\text{хл}} - l_0)}{v} + 1,5 \frac{\pi D^2}{4\Pi} + t_2, \quad (25)$$

где  $D$  - средний диаметр раскряжевываемых хлыстов, см,  $D \approx D_{1,3}$ ;

$\Pi$  - производительность чистого пиления раскряжевой установки, см<sup>2</sup>/с,  $\Pi = 300 \dots 400$  см<sup>2</sup>/с

## 5 Погрузка древесины

Погрузка различных видов лесоматериалов (деревьев, хлыстов, сортиментов) производится:

- 1) поштучно;
- 2) пачками малого объема;
- 3) пачками большого объема (крупнопакетная погрузка).

Поштучная погрузка производится манипуляторными лесоштабелерами (ЛТ-72, форвардерами), автокранами, самопогружающимися автолесовозами с манипуляторами (рисунки 24).

Крупнопакетная погрузка была широко распространена до появления челюстных погрузчиков перекидного типа. Крупнопакетная погрузка осуществлялась посредством погрузочных стрел, лебедок, эстакад.

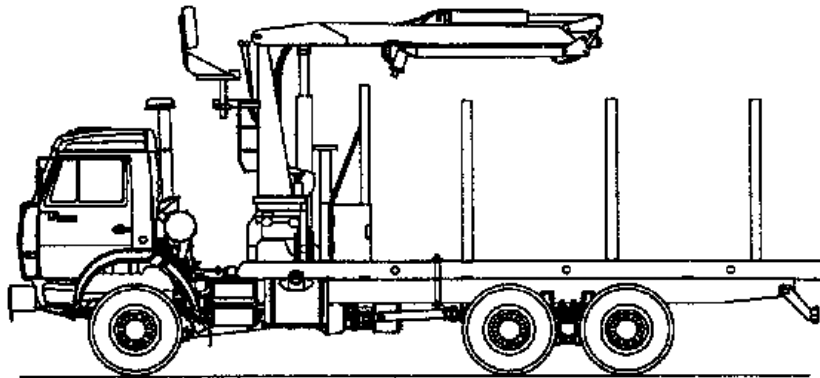


Рисунок 24 – Самопогружающийся сортиментовоз с манипулятором

Погрузчиками в настоящее время называют самоходные погрузочно-разгрузочные или штабелёвочные машины с шарнирно-сочлененными органами и механическими грузозахватами.

Применение челюстных тракторных погрузчиков на погрузке позволило: отделить погрузку от трелевки, полностью отказаться от ручных работ, резко сократить затраты на устройство погрузочных пунктов, сократить время простоя машины под погрузкой, внедрить схему разработки лесосеки широким фронтом, что в свою очередь позволило резко сократить среднее расстояние трелёвки, обеспечить погрузку в любую смену, решить вопрос штабелёвки хлыстов в запас.

По характеру движения рабочих органов погрузчики и штабелёры можно разделить на несколько типов:

а) вертикально-фронтальные (вертикально-боковые) – рабочий орган установлен спереди (сбоку) машины, а следовательно, и груз может перемещаться только вверх и вниз с возможностью небольшого наклона от  $10^\circ$  до  $15^\circ$  (автопогрузчики 4045, 4045Л и др.);

б) радиально-фронтальные (радиально-боковые) – у таких погрузчиков или штабелёров рабочий орган поворачивается в одной вертикальной плоскости на угол не превышающий  $90^\circ$  (ЛТ-33, ЛТ-163);

в) перекидные – у которых рабочий орган поворачивается в вертикальной плоскости на угол до  $180^\circ$ , т. е. груз переносится через базовую машину погрузчика (ПЛ-1, ЛТ-65Б, ЛТ-188);

г) поворотные – у этих видов погрузчиков и штабелёров рабочий орган может поворачиваться и в вертикальной, и в горизонтальной плоскостях. Их называют манипуляторы (ЛТ-72А).

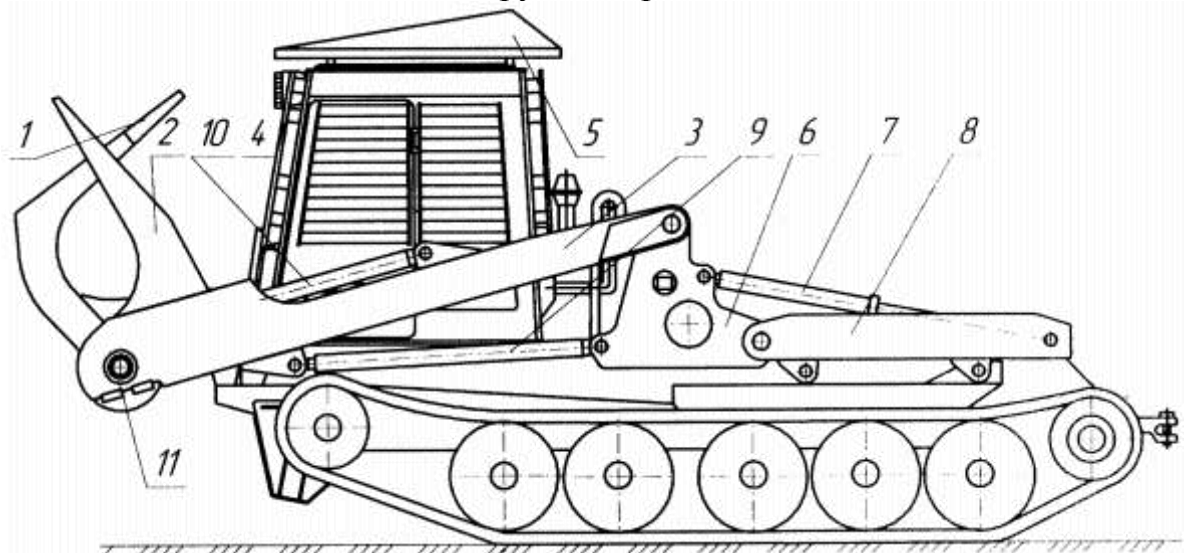
По конструкции грузозахватного устройства погрузчики можно разделить на: вилочные (груз опирается на вилки и не зажимается), челюстные (груз прижимается движущимися челюстями к неподвижным стойкам) и грейферные (груз зажимается двумя челюстями грейфера).

*Челюстной тракторный погрузчик* представляет собой самоходную гусеничную или колесную машину, оснащенную навесным технологическим оборудованием, включающим стрелу и челюстной захват. По характеру движения рабочих органов (груза) относительно базового трактора они могут быть вертикально-фронтального и перекидного типа. Лесопогрузчик вертикально-фронтального типа производит поворот рабочего органа в вертикальной плоскости на угол, не превышающий  $90^{\circ}$ . При работе лесопогрузчик на площадке выполняет сложные маневры (многократные развороты). Это создает неудобства в работе, ухудшает устойчивость лесопогрузчика, приводит к быстрому разрушению почвы на лесопогрузочном пункте.

Лесопогрузчики перекидного типа обеспечивают поворот грузозахватного устройства в вертикальной плоскости на угол близкий к  $180^{\circ}$ . Груз переносится над погрузчиком, что способствует сокращению времени цикла погрузки или штабелевки. Такой погрузчик лучше удовлетворяет условиям работы на лесосеке.

В настоящее время в нашей стране серийно выпускаются перекидные лесопогрузчики ПЛ-1В, ЛТ-65Б и ЛТ-188.

Челюстной лесопогрузчик ЛТ-188 (рисунок 25) состоит из базового трактора ТТ-4М, с которого сняты погрузочный щит и лебёдка. Технологическое оборудование лесопогрузчика состоит из рамы, механизмов подъема и захвата груза, гидросистемы.



1 – челюсть нижняя; 2 – стойка; 3 – стрела; 4 – система электрооборудования; 5 – ограждение; 6 – основание поворотное; 7 – гидроцилиндр привода поворотного основания; 8 – рама навесного оборудования; 9 – гидроцилиндр поворота стрелы; 10 – гидроцилиндр поворота нижней челюсти; 11 – механизм поворота нижней челюсти

Рисунок 25 – Челюстной лесопогрузчик ЛТ-188

Рама 8 является несущей частью технологического оборудования и крепится к раме трактора.

Механизм подъема состоит из стрелы 3, поворотного основания 6 и двух гидроцилиндров. Стрела предназначена для переноса груза над кабиной трактора. Одним концом она шарнирно крепится к поворотному основанию, а на другом установлен механизм поворота нижней челюсти. Поворотное основание служит для передачи усилий от гидроцилиндров поворота к стреле.

Челюстной захват состоит из нижней (поворотной) челюсти 1 и двух неподвижных стоек 2. Поворотная челюсть предназначена для захвата из штабеля и прижима пачки к неподвижным стойкам.

Поворот нижней челюсти производится гидроцилиндром 10 через специальную роликовую цепь, которая одним концом соединяется со штоком гидроцилиндра 9, а другим крепится к нижней челюсти.

Технологический процесс погрузки заключается в следующем. Погрузчик устанавливают между подтрелеванными пачками, уложенными параллельно лесовозному усу и подвижным составом (8...10 м). Гидроцилиндром (ГЦ) стрелы опускают стрелу так, чтобы клык нижней челюсти касался поверхности земли и был параллелен ей. Движением погрузчика вперед нижнюю челюсть внедряют под штабель. Гидроцилиндром поворота нижней челюсти отделяют от штабеля пачку равную грузоподъемности погрузчика. Гидроцилиндром стрелы поднимают пачку так, чтобы направление силы тяжести пачки не выходило за пределы опорной поверхности погрузчика. Двигаясь задним ходом, погрузчик подъезжает к подвижному составу и гидроцилиндром поворотного основания переводит стрелу в положение разгрузки. Гидроцилиндром поворота нижней челюсти поворачивают нижнюю челюсть, освобождая пачку, и пачка по стойке опускается на коник машины. Затем процесс повторяют до полной загрузки подвижного состава.

*Погрузчик-штабелёр ЛТ-72А* предназначен для погрузки круглых лесоматериалов на транспортные средства на верхних и нижних складах, включая полувагоны МПС, выгрузки с лесовозного транспорта, штабелевки, а также для разбора заторов на сплавных реках глубиной до 1,5 м.

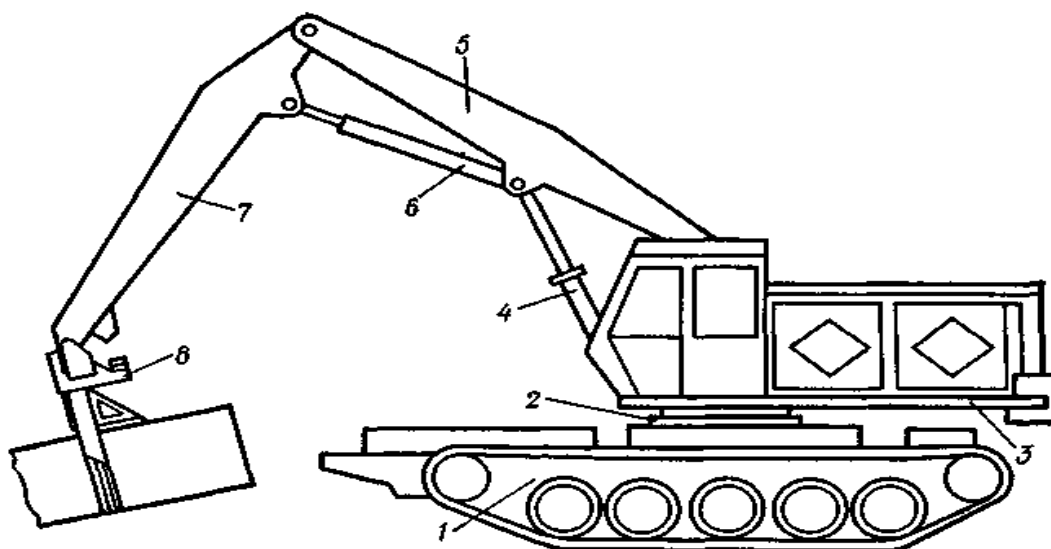
Конструкция погрузчика-штабелера предусматривает возможность использования смежных рабочих органов: захвата с приводом, ковша с приводом для работы прямой и обратной лопатой, грейфера для осмола.

Полноповоротный погрузчик-штабелер ЛТ-72А (рисунок 26) создан на базе трелевочного трактора ТТ-4.

Опорной базой погрузчика являются шасси, на котором крепится опорно-неповоротная рама. На опорную раму крепится поворотный круг с

поворотной платформой. На поворотной платформе размещаются кабина и силовая установка с гидроприводом для привода всех механизмов и агрегатов погрузчика. Стрела и рукоять коромыслообразной формы. Захват двухчелюстной, привод гидравлический, который ещё обеспечивает вращение захвата. Захват снабжен гребёнкой для упора сортимента при захвате груза не по центру тяжести.

Из-за ненадежности и морального старения трактора ЛТ-72 в последние годы предприятия переходят на зарубежные погрузчики, которые переоборудованы с экскаваторов.



1 – шасси трактора ТТ-4; 2 – поворотный круг; 3 – поворотная платформа; 4, 6 – гидроцилиндры; 5 – стрела; 7 – рукоять; 8 – захват

Рисунок 26 – Погрузчик-штабелер ЛТ-72А

Расчетная часовая производительность лесопогрузчика определяется по формуле:

$$\Pi = \frac{(T - t_{nz}) \varphi_1 Q}{t_1 n + t_2 + t_3}, \quad (26)$$

где  $Q$  – рейсовая нагрузка единицы подвижного состава, м<sup>3</sup>;

$\varphi_1$  – коэффициент использования грузоподъемности подвижного состава.  $\varphi_1 = 0,7 \dots 0,8$ ;

$t_1$  – время погрузки одной пачки, с,  $t_1 = 100 \dots 180$  с;

$n$  – число циклов погрузки необходимых для погрузки одного лесовоза или сцепы;

$t_2$  – время подготовки лесовоза к погрузке, с;  $t_2 = 160 \dots 300$  с;

$t_3$  – время оправки воза, с;  $t_3 = 90 \dots 180$  с;

$$n = \frac{Q\gamma}{R\varphi_2}, \quad (27)$$

где  $\gamma$  - средневзвешенная плотность древесины, кг/м<sup>3</sup>;

$R$  - грузоподъемность погрузчика, кг;

$\varphi_2$  - коэффициент использования грузоподъемности погрузчика,

$\varphi_2=0,8..0,9$ .

#### *Контрольные вопросы*

1. Классификация пильных цепей.
2. Технология валки деревьев бензопилой.
3. Производительность валки деревьев бензопилой.
4. Классификация валочных машин.
5. Способы машинной валки деревьев.
6. Схемы разработки лесосек валочно-пакетирующими и валочно-трелевочными машинами.
7. Производительность валочно-пакетирующих машин и харвестеров.
8. Классификация трелевочных тракторов.
9. Способы трелевки древесины.
10. Технологический процесс трелевки древесины
11. Производительность трелевочных тракторов.
12. Классификация сучкорезных машин.
13. Технология машинной обрезки сучьев.
14. Производительность сучкорезных машин.
15. Способы погрузки древесины на лесосеке.
16. Производительность лесосечных машин.

### ЛЕКЦИЯ 4

#### ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ

План:

1. Состав подготовительных и вспомогательных работ.
2. Заключительные работы.

Перед началом и в ходе работ связанных с заготовкой леса (основные работы) проводится ряд мероприятий необходимых для обеспечения безопасности, создание комфортных условий труда и отдыха и повышения производительности на основных работах.

#### **1 Состав подготовительных и вспомогательных работ**

1. Приемка лесосек лесозаготовительным предприятием.

Закljučается в проверке правильности их отвода, проведенного лесничеством. При этом устанавливается наличие ясно выраженных границ (визиров) лесосеки и угловых столбов, надписей на них и правильность их, проверяется закладка пробных площадей и результаты перечета деревьев, а также определяется общий запас леса на лесосеках. Также определяют соответствие выхода деловой древесины фактическому ее наличию и правильность отнесения отдельных деревьев к категории технической готовности, наличие в лесосеке неэксплуатационных площадей и правильность их отграничения в натуре. Проверяется соответствие породного состава, крупности и товарности древостоя данным, указанным в ведомости материально-денежной оценки лесосеки. К группе деловых относят такие деревья, у которых длина деловой части составляет 6,5 м и более, или если высота дерева менее 18 м -  $1/3$  его высоты. К полуделовым относят деревья, имеющие длину деловой части от 1 до 6,5 м. К дровам относят деревья, имеющие длину деловой части менее 1 м. Деловой лес разделяется на крупный, средний и мелкий. В лесорубочном билете указывается таксовая стоимость леса на корню, приводится разряд такс и оценка леса как в целом на лесосеке, так и по отдельным категориям.

2. *Уборка опасных деревьев.* К опасным относят гнилые, сухостойные, зависшие, ветровальные, буреломные и сломанные деревья, которые могут упасть от ветра, толчка или удара. При машинной валке опасные деревья спиливают и приземляют машиной в процессе разработки лесосеки. Зависшие деревья удаляют с соблюдением определенных правил. В частности, не разрешается спиливать то дерево, на котором зависло другое; обрубать сучья, на которые опирается зависшее дерево; сбивать зависшее дерево валкой на него других деревьев; подрубать корни или ствол зависшего дерева. Зависшие деревья, а также другие опасные деревья, которые иногда зависают при их уборке, снимают, стягивая за комель. Лучше всего для этого использовать лебедку трактора, которой можно снять зависшие деревья любого размера и при любом характере зависания.

3. *Подготовка волоков.* Подготовка трелевочных волоков заключается в разметке и разрубке их со спиливанием деревьев на всей ширине волока, а также разделке и трелевке товарных валежных стволов. На сырых заболоченных лесосеках требуется, кроме того, выстилка волоков сучьями. Разметку волоков наиболее удобно проводить непосредственно перед разработкой лесосеки. Основное направление волоков задается технологической картой, но при разметке волоков, если обнаруживаются особенности (например, микрорельеф, участки со слабыми почвами, массовый наклон деревьев и др.), не замеченные при осмотре лесосеки, допускается отклонение от заданного направления.

Изменения вносят в технологическую карту. Разрубка волоков – это по существу не подготовительная, а основная работа по заготовке леса. Состав операций при этом тот же самый, что и при разработке пасек (валка, обрубка сучьев, трелевка). При разрубке волоков в процессе разработки лесосеки сначала прорубают волок, а затем вырубает полупасеки, примыкающие к нему. Возможна также разрубка всех волоков, а затем уже разработка пасек. Разрубка волоков в процессе лесосечных работ удобна тем, что валка, трелевка и погрузка деревьев, вырубаемых на волоках, производятся теми же механизмами, как и при обычной заготовке, и по существу ничем не отличается от нее в технологическом отношении (кроме более низкой срезки пней). На сырых и заболоченных лесосеках выстилают волоки. При разработке лесосек методом узких пасек на волоках обрубает вершины деревьев и верхнюю часть кроны, сюда же выносят сучья с пасек. Это делается на всем протяжении волока независимо от грунтовых условий. На волоке образуется вал из порубочных остатков в рыхлом состоянии толщиной до 1,5—1,8 м, а в уплотненном – до 50-60 см. Для выстилки сучьями слабых участков на пасеках формируют пачки деревьев, трелюют их до этих участков, здесь сучья обрубает, обычно без отцепки пачки, и хлысты затем трелюют на погрузочную площадку. В процессе эксплуатации волока выстилка разрушается и дает осадку, поэтому время от времени на таких участках обрубает сучья с пачек деревьев. Для перевозки сучьев можно использовать тракторы, оборудованные пачковыми захватами. На очень слабых грунтах иногда устраивают сплошные настилы – гати. Они представляют собой уложенные вплотную поперечины диаметром 20-30 см из неделовой древесины. Этот тип настилов требует больших затрат древесины и труда, мало надежен в эксплуатации, поэтому может применяться лишь в исключительных случаях, на небольших участках волока (при переходе через поймы рек и ручьев, на отдельных пониженных и заболоченных участках). Выстлать гать можно валочно-пакетирующей машиной. Прокладка зимних волоков заключается (кроме разметки и разрубки) в проминке снега. Особенно удобны для зимних волоков болотистые места, непроходимые в летнее время. По намеченному направлению несколько раз проходит трактор, достаточную плотность волок приобретает на второй день. Первые проходы трактора при проминке болот должны производиться с большой осторожностью, так как могут встретиться непромерзшие места, которые не выдерживают массу трактора.

4. *Подготовка погрузочных пунктов.* В зависимости от технологии лесозаготовок, вида погрузочных средств и типа транспорта устраивают погрузочные пункты нескольких типов. Простейшие погрузочные пункты (погрузочные площадки) делают сами комплексные бригады, начиная с

этого разработку лесосеки. Места для погрузочных пунктов в натуре намечает мастер леса в соответствии с технологической картой одновременно с разрубкой трассы уса. Подготовка погрузочных пунктов заключается в выполнении следующих работ: разрубке площадки для установки погрузочного оборудования; расчистке площадки от валежника, кустарника, валунов; спиливании пней заподлицо с землей; укладке подштабельных оснований; установке оборудования; разрубке зоны безопасности. Расчистку площадок под погрузочные пункты наиболее эффективно выполнять бульдозером. Зону безопасности разрубают комплексные бригады в первую очередь после начала основных работ на лесосеке с тем, чтобы заготовленная на территории зоны древесина могла быть отгружена или уложена в штабеля вдоль уса. Если погрузочный пункт примыкает к стенке леса, не подлежащего рубке, то зону безопасности здесь не разрубают, но на расстоянии 50 м убирают все опасные деревья. При укладке хлыстов в запас зона вырубается полосой вдоль уса по всей лесосеке.

5. *Выбор трасс лесовозных усов.* Направление, протяженность и очередность строительства сети усов на год намечаются после отвода лесосек. При отводе лесосек и трассировании усов учитывают возможность использования существующей сети усов. Основным требованием при разработке схемы размещения усов является требование наименьших затрат труда и средств на их сооружение и на последующую эксплуатацию с учетом расходов на трелевку. Трассирование уса должно быть всесторонне согласовано с технологией разработки лесосеки, что выражается в равномерном размещении погрузочных пунктов, сокращении расстояний трелевки, выборе удобного места для пункта техобслуживания, столовой и т. д. Направление трассы усов выбирает технорук лесопункта совместно с мастером леса, которому будет поручена разработка данной лесосеки, и дорожным мастером, под руководством которого будет строиться ус. Для прокладки уса разрубают дорожную полосу шириной 8 м. Лес, который при этом заготавливают, используется для строительства уса. Оставшиеся хлысты укладывают для отгрузки на нижний склад. Все опасные деревья вдоль лесовозного уса на расстоянии 25 м в обе стороны должны быть убраны до начала его строительства. Комплексные бригады в начале разработки разрубают на территории лесосеки зону безопасности шириной 25 м.

6. *Обустройство мастерского участка.* Количество оборудования, необходимого для обустройства мастерского участка, зависит от расстояния вывозки древесины. При расстоянии вывозки до 60 км создаются временные мастерские участки, на которые рабочие доставляются ежедневно. При большем расстоянии вывозки создаются вахтовые мастерские участки, работа на которых ведется вахтовым (7-12

дней) методом. Оборудование вахтового мастерского участка должно обеспечить достаточно комфортное проживание рабочих. В обязательном порядке устраивается баня, столовая. Под обустройством мастерского участка понимают установку вспомогательного оборудования на лесосеке, а также и само оборудование. В состав вспомогательного оборудования мастерского участка входят: обогревательные домики для комплексных бригад, столовая, средства топливозаправки, средства для технического обслуживания и текущих ремонтов машин, такелаж, вспомогательные инструменты, измерительные приборы. Место для размещения вспомогательного оборудования выбирают, как правило, в центральной части лесосеки около уса лесовозной дороги. Площадка для этого должна быть по возможности сухой, желательно, чтобы поблизости был источник воды для технических целей. Бригадные обогревательные домики размещаются в зоне работы бригад. Емкости горюче-смазочных материалов по требованиям правил пожарной безопасности должны быть удалены от другого оборудования на расстояние не менее 50 м. Растительный слой под ними и вокруг них снимают на расстоянии 2 м. Емкости ставят на подкладки и в летнее время затеняют от солнца. Для стоянки тракторов выбирают площадку, на которой срезают пни заподлицо с землей; с территории вокруг площадки на расстоянии 20 м убирают порубочные остатки и другие горючие материалы. В пожароопасный период стоянку окаймляют минерализованной полосой шириной не менее 2 м. Питьевую воду, как правило, привозят из поселка или из водоемов, проверенных санинспекцией. Для обогрева рабочих на лесосеке и укрытия их от непогоды, а также для размещения одежды и мелкого инструмента выпускают обогревательные домики ЛВ-56. В домике могут разместиться 8 чел. Домик устанавливается на полозья. Перевозят домик при перебазировке с лесосеки на лесосеку на щите трактора, а зимой буксируют трактором. Выпускается также домик на 14 чел. ЛВ-85. Для организации горячего питания в лесу мастерские участки, работающие на автомобильных дорогах, оснащают передвижными столовыми ПС-16. Столовая имеет салон на 16 посадочных мест. Для доставки рабочих на мастерский участок используются автобусы, либо вахтовые автомобили на базе.

7. *Техническое обслуживание машин.* На мастерских участках организуются передвижные пункты технического обслуживания машин (ППТО). В задачу ППТО входит межсменное хранение машин, предпусковая их подготовка, заправка, техническое обслуживание и текущий ремонт. Пункт технического обслуживания дополнительным оборудованием. Межсменное хранение машин производится на специально подготовленной площадке у лесовозного уса. Машины могут храниться и вне общей стоянки, но при условии выполнения всех

противопожарных мероприятий, а в зимний период – при оснащении этих машин средствами индивидуального предпускового подогрева. Предпусковая подготовка машин в зимнее время осуществляется теплогенератором, а при отсутствии его двигатели заправляются горячей водой от машин ЛВ-8А (Т-142Б) или водо-маслогреек. При рассредоточенном хранении машин подогрев производится индивидуальным предпусковым подогревателем либо подручными средствами. Для улучшения условий работы слесарей, особенно в морозное время, на мастерских участках устраивают боксы. В бокс ставят тракторы, подлежащие техническому обслуживанию. Боксы изготавливают из тканевого покрытия, пенопласта, досок, щитов. В боксе устанавливают печь, иногда освещение от переносной или передвижной электростанции. Боксы делают разборными или передвижными. Большое распространение получили гаражи траншейного типа. Обязательно устраивается склад ЗИП, место для сбора отработавшего масла и рабочих жидкостей.

## **2 Заключительные работы**

Заключительные работы выполняются после окончания основных работ. К ним относятся работы, связанные с очисткой лесосек.

Согласно действующим правилам, предусматривается очистка лесозаготовителями мест рубок одновременно с заготовкой леса от лесосечных отходов (порубочных остатков). К порубочным остаткам относятся вершины, сучья и ветки, валежник и другая «нетоварная» древесина («нетоварные» древесные породы, «нетоварные» отрезки хлыстов и т. д.).

Лесосечные отходы при сплошных рубках составляют приблизительно от 15 до 20 % от общего запаса насаждений.

Очистка лесосек от порубочных остатков необходима для естественного лесовозобновления, обеспечения пожарной безопасности и приведения их после рубок в санитарное состояние.

В зависимости от лесорастительных условий, состояния подроста, принятой технологии лесосечных и лесовосстановительных работ применяют различные способы очистки лесосек.

Применяют следующие способы очистки лесосек:

1. Сбор порубочных остатков в кучи или валы с последующим использованием их для нужд населения или промышленности;
2. Сбор порубочных остатков в кучи или валы с последующим их сжиганием;
3. Сбор порубочных остатков в кучи или валы и оставление их на лесосеке для перегнивания;
4. Измельчение и разбрасывание порубочных остатков на местах рубок.

Лесосечные отходы в настоящее время частично используются лесозаготовительными предприятиями в процессе разработки увлажненных лесосек для укрепления трелевочных волоков, в строительстве лесовозных усов, вывозятся на нижние склады для переработки. Однако большая часть отходов оставляется на перегнивание или сжигается на лесосеках и погрузочных пунктах.

Применяются два способа сбора порубочных остатков: вручную с помощью моторных инструментов и механизированный.

Очистка лесосек вручную является тяжелой и трудоёмкой операцией. На очистку 1 га площади лесосеки затрачивается не менее 5...7 чел.-дней. Ручной способ очистки применяется на лесосеках с жизнеспособным подростом.

Механизированный способ очистки лесосек применяется на площадях зон безопасности, а также на лесосеках, не имеющих жизнеспособного подростка.

Для механизации очистки лесосек применяются подборщики сучьев. Применение подборщиков сучьев позволяет улучшить противопожарное и санитарное состояние вырубок и создать благоприятные условия для лесовозобновления.

Подборщики сучьев могут быть двух типов: грабельного типа (ЛТ-161) и манипуляторного типа (ПЛО-1А; ЛП-23; ЛТ-168).

Очистка вырубок с применением подборщиков того или иного типа зависит от следующих условий: наличия на вырубке сохранившегося в достаточном количестве жизнеспособного подростка; количества лесосечных отходов и пути их утилизации; состояния почвенно-растительного покрова и рельефа площади вырубок; способа проведения лесовосстановительных работ.

При отсутствии подростка хвойных пород применяют подборщик грабельного типа. Очистка производится сразу после разработки лесосеки, в том числе и в зимний период при глубине снежного покрова до 0,5 м.

На рисунке 27 приведена схема работы подборщика.

Подборщик 1 делает прямолинейные челночные проходы с разворотом на границах вырубки. Валы 2 порубочных остатков располагаются параллельными рядами на расстоянии 15...25 м друг от друга, в зависимости от захламленности вырубки. Рыхлые валы и валы высотой более 1,2 м должны уплотняться гусеницами подборщика. Крайние валы оставляют не ближе 10... 15 м от границ вырубки, а концы валов – не ближе 8... 10 м от стены леса. Валы располагаются на волоках и на границе пасек. В летнее время одновременно с очисткой вырубок подборщиками рыхлят почву, содействуя лесовозобновлению и создавая минерализованные полосы.

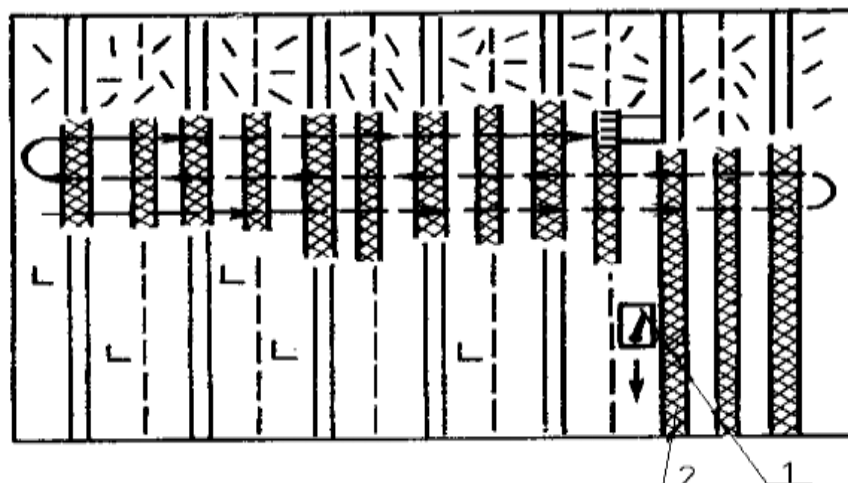


Рисунок 27 – Схема работы подборщика сучьев

Корчевку на вырубке производят в случае искусственного лесовосстановления, при этом расчищаемые от пней полосы располагаются параллельно трелевочным волокам.

При наличии благоприятного подроста очистку лесосек допускается проводить подборщиками сучьев манипуляторного типа.

Производительность подборщиков сучьев грабельного типа, га/см рассчитываются по формуле

$$\Pi = b \frac{(T - t_{nz})\varphi}{v}, \quad (28)$$

где  $b$  - ширина обрабатываемой полосы, м;

$v$  - скорость движения подборщика, м/с;

$\varphi$  - коэффициент, учитывающий повороты подборщика и остановки,

$\varphi = 0,5 \dots 0,7$

#### Контрольные вопросы

1. Состав подготовительных работ.
2. Состав вспомогательных работ.
3. Состав заключительных работ

### ЛЕКЦИЯ 5

#### ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЛЕСНЫХ СКЛАДОВ

План:

1. Назначение, классификация и основная характеристика лесного склада
2. Штабелевка круглых лесоматериалов
3. Запасы леса на нижнем складе

1. Назначение, классификация и основная характеристика лесного склада

*Назначение и типы лесных складов.* Различают следующие типы нижних складов:

- а) лесные склады лесозаготовительных предприятий;
- б) склады сырья лесопромышленных и лесоперерабатывающих предприятий;
- в) лесопогрузочные или лесоперевалочные склады, которые в свою очередь подразделяются на:
  - 1) лесоперевалочные базы водного и сухопутного транспорта;
  - 2) лесоперегрузочные пункты лесосборочных дорог;
  - 3) лесные рейды;
  - 4) лесные порты на стыке железнодорожного и водного транспорта.

Нижний склад лесозаготовительного предприятия представляет собой производственный цех для приема деревьев, хлыстов или сортиментов, их временного хранения, первичной обработки, временного хранения готовой продукции и отгрузки. На нижнем складе производится также переработка древесины (шпало- и лесопиление, переработка низкокачественной древесины, производство щепы и т.д.). На долю работ по основному производству на нижние склады приходится 55 % трудозатрат.

Под первичной обработкой древесного сырья понимается комплекс технологических операций по механической обработке деревьев, хлыстов или сортиментов, в процессе которых изменяются размеры, форма и качество обрабатываемого предмета.

Под переработкой древесины понимается механическая переработка отдельных видов сортиментов для получения готовой продукции, например: технологической щепы, тарной доски, черновых заготовок и т.д.

В зависимости от пункта примыкания или расположения нижнего склада (по типу внешнего транспорта) различают прирельсовые и береговые нижние склады.

*Основные характеристики лесного склада.* Основными характеристиками лесного склада являются: расчетный грузооборот (пропускная способность), фактический грузооборот, коэффициент использования расчетного грузооборота, вместимость и удельная вместимость.

Грузооборотом лесного склада  $Q$  называют объем лесоматериалов в плотных кубометрах, пропускаемый через склад в единицу времени (перерабатываемых на нижнем складе за единицу времени): сутки, месяц, год и т.д.

Под расчетным грузооборотом (пропускной способностью) лесного склада понимается количество лесоматериалов в плотных кубометрах, которое должно поступать на нижний склад за единицу времени (сутки, месяц, год), т.е. определяет максимальную пропускную способность за единицу времени при наилучшем использовании территории склада, машин, оборудования и сооружений, при современной организации производства и передовых методах труда.

Под фактическим грузооборотом нижнего склада понимается количество лесоматериалов в плотных кубометрах, которое поступило на нижний склад за единицу времени.

Отношение фактического грузооборота склада к расчетному называется коэффициентом использования расчетного грузооборота склада, т.е.

$$K_p = \frac{Q_\phi}{Q_p}, \quad (29)$$

где  $Q_\phi$  и  $Q_p$  – фактический и расчетный грузооборот склада, соответственно,  $\text{м}^3$ .

Наилучшее использование всех возможностей данного лесного склада при минимальной себестоимости единицы продукции и максимальной производительности труда при условии  $Q_\phi = Q_p$ , т.е.  $K_p = 1$ .

Вместимостью склада  $E$  называется объем лесоматериалов в кубометрах, который может быть одновременно размещен на территории склада с соблюдением всех установленных правил хранения.

Вместимость склада зависит от его площади и характера укладки лесоматериалов. Она может быть определена по формуле

$$E = LBHnK_{\Pi}, \quad (30)$$

где  $L$ ,  $B$ ,  $H$  – соответственно длина, ширина и высота штабеля;

$n$  – количество штабелей, размещаемых на складе;

$K_{\Pi}$  – коэффициент полндревесности штабеля; зависит от конструкции штабеля, типа штабеля и размерных параметров сортимента (виды лесоматериалов).

$$K_n = \frac{V_{\text{пл.штабеля}}}{V_{\text{геометрический}}}. \quad (31)$$

Вместимость определяют по максимальному остатку или накоплению лесоматериалов на складе.

Для определения потребной площади склада необходимо знать

удельную вместимость склада. Под удельной вместимостью склада понимается объем лесоматериалов в плотных кубометрах, который должен быть уложен на 1 м<sup>2</sup> площади склада

$$e = \frac{E}{F_{\text{брутто}}}, \quad (32)$$

где  $F_{\text{брутто}}$  – общая площадь склада, м<sup>2</sup>.

Площадь склада  $F_{\text{брутто}}$  – общая площадь, занимаемая лесоскладским оборудованием и сооружениями, штабелями и разрывами между ними, внутрискладскими путями, погрузочными пунктами и т.д.

Коэффициентом использования площади склада  $K_{\text{пл}}$  является отношение площади склада, занятой под штабелями  $F_{\text{шт}}$ , ко всей площади склада  $F_{\text{брутто}}$  и определяется по формуле

$$K_{\text{пл}} = \frac{F_{\text{шт}}}{F_{\text{брутто}}}. \quad (33)$$

Для конкретных расчетов площади склада принимают установленные нормативы накопления лесоматериалов по отдельным группам: круглые лесоматериалы – 20-суточный запас; пиломатериалы – 45-суточный запас; шпалы, дрова – 30-суточный запас; перед цехами 4-5-суточный запас по переработке.

*Режим работы лесного склада.* В соответствии с нормами технологического проектирования утверждены количество рабочих дней в году, сменность и запасы древесины на лесных складах: прирельсовые склады работают 250 дней в году; береговые склады – 260 дней в году; погрузка древесины на ЖД – 360 дней; режим сменности утвержден 2-сменный.

## 2. Штабелевка круглых лесоматериалов

Лесоматериалы на лесных складах укладываются в штабели различной конструкции, которая зависит от формы и размеров лесоматериалов, сроков хранения, типа грузозахватных устройств и которая должна обеспечить безопасные приемы работы и сохранность качества уложенных лесоматериалов.

В практике применяются различные конструкции штабелей: плотные штабеля, рядовой штабель, клеточные штабеля, пачковые штабеля, пакетные штабеля.

В рядовом штабеле (рисунок 28) на прокладках лесоматериалы

укладываются параллельными рядами, между которыми прокладываются две-три параллельные линии прокладок.

Отдельные сортименты в ряду обычно кладут плотно один к другому, а иногда (для лучшей и более быстрой просушки) с небольшими (3-5 см) промежутками (разреженный штабель). Толщина прокладок около –  $1/3$  диаметра укладываемых сортиментов, но не менее 10-12 см, прокладки укладываются на расстоянии 1-1,5 м от концов лесоматериалов.

Рядовые штабели на прокладках допускают возможность ручной и механизированной укладки и разборки сортиментов, обеспечивают хорошую просушку их и устойчивость штабеля по концам.

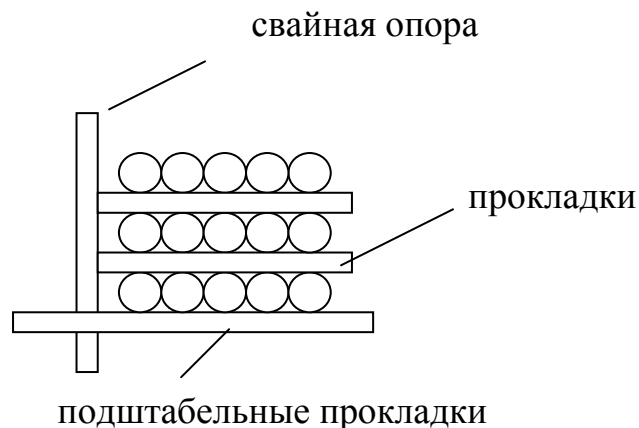
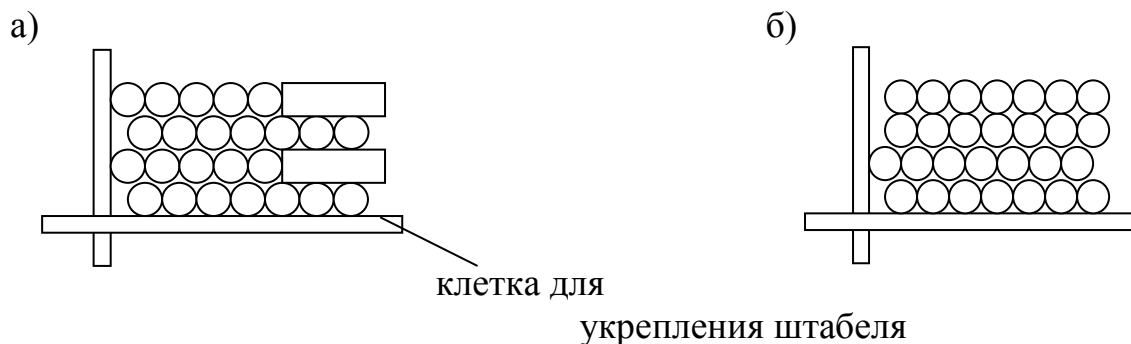


Рисунок 28 – Рядовой штабель

Вместе с тем, при плохом использовании емкости штабеля требуется значительное количество прокладочного материала и большие затраты ручного труда при раскатке пачек по штабелю. Последний недостаток резко снижает производительность всех типов кранов, поэтому подобная конструкция штабелей все меньше и меньше применяется на нижних складах и заменяется более прогрессивными конструкциями.

Конструкция плотного штабеля исключает потребность в прокладочном материале. В плотном беспрокладочном штабеле (рисунок 30, б) достигается хорошее использование его ёмкости. Однако просушка лесоматериалов протекает плохо и наблюдается неустойчивость штабеля по концам, вызывающая необходимость укрепления его концов клетками.

Клеточные штабели (рисунок 29, а) обычно применяются как вспомогательные для укрепления концов плотных беспрокладочных штабелей. В клеточном штабеле сортименты укладываются рядом перпендикулярно друг другу. Основными недостатками этой конструкции штабеля является неудобство укладки сортиментов в штабели и их разборки.



а) плотный с укреплением клеткой штабель; б) плотный штабель

Рисунок 29 – Клеточный и беспрокладочный типы штабелей:

Пачковые штабели (рисунок 30) обычно применяются при механизированной укладке сортиментов лебедками и кранами.

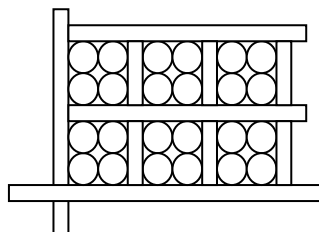


Рисунок 30 – Пачковый штабель

В них пачки сортиментов отделены друг от друга горизонтальными и наклонными прокладками. Объем отдельных пачек сортиментов – обычно в пределах  $3 \dots 10 \text{ м}^3$ , в зависимости от грузоподъемности машины, которая производит укладку и разборку штабелей. Пачковые штабели удобны для механизированной укладки и разборки, так как при этом исключается операция разборки и формирования пачки, упрощается зацепка пачки стропами. По сравнению с рядовым штабелем на прокладках достигается большая ёмкость штабеля и меньшая потребность в прокладочном материале, а по сравнению с плотным штабелем без прокладок – лучшая просушка лесоматериалов.

Для устойчивости высоких штабелей в поперечном направлении и правильного перемещения по штабелю пачек сортименты должны поступать в штабель комлями, развернутыми в разные стороны.

Чтобы нижние ряды сортиментов не касались земли, не подвергались порче, лучше просыхали, а также для удобства штабелевки нижних рядов сортиментов и устойчивости штабеля, устраивают подштабельные места. Каждое подштабельное место, предварительно очищенное от мусора, состоит из двух-трех линий прокладок, уложенных параллельно оси штабеля на землю. Каждая линия прокладок может состоять из одной или двух ниток брёвен, уложенных с заходом на 0,4-0,5 м или встык комлями в сторону движения сортиментов. Расстояние линий прокладок от торцов

укладываемых сортиментов принимается: 1 м – для сортиментов длиной до 5,5-6 м; 1,5 – для сортиментов длиной 6,5 м и более.

Форма, размеры и объёмы штабелей сортиментов в основном зависят от длины укладываемых сортиментов и принятого способа укладки. На практике встречаются разнообразные размеры штабелей. Максимальные размеры их доходят по высоте 10...12 м (полуторная длина укладываемых сортиментов) и по длине до 250...300 м.

Форма и размеры штабелей дают возможность вычислять их геометрический размер и определить плотный объём лесоматериалов, находящихся в штабеле. Плотность укладки сортиментов в штабеле определяется коэффициентом его полнодревесности. Значения коэффициентов полнодревесности для штабелей неокоренных брёвен длиной 6,5 м приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Коэффициенты полнодревесности для штабеля неокоренных бревен длиной 6,5 м.

Диаметр брёвен, см	Тип штабеля			
	плотный	из пакетов в полужестких стропях	пачковый	рядовой
До 16	0,55	0,53	0,50	0,45
18-22	0,65	0,63	0,60	0,49
24-28	0,68	0,65	0,63	0,54
30-40	0,72	0,68	0,65	0,60

Примечание. Для окоренных брёвен коэффициенты увеличиваются на 5-10 %, для брёвен длиной 8,5 м – уменьшаются на 1-2 %, а для брёвен длиной 4 м – увеличиваются на 1-2 %.

Штабели формируются в группы, а группы – в кварталы, между которыми устраиваются противопожарные разрывы и проезды в соответствии с нормами для складов лесных материалов. Разрывы от штабелей до зданий, сооружений и пр. принимаются в соответствии с противопожарными нормами для складов лесных материалов

### 3 Запасы леса на нижних складах

*Виды и назначение запасов леса на нижних складах.* Для нормальной работы на нижних складах должны иметься запасы леса, отличающиеся друг от друга по виду укладываемых лесоматериалов и своему назначению.

По виду укладываемых лесоматериалов различают запасы сырья,

полуфабрикатов и готовой продукции. Запасы (деревьев или хлыстов) создаются на стыке лесовозной дороги и сучкорезных (при вывозке деревьев) или раскряжевочных (при вывозке хлыстов) установок. Запасы полуфабрикатов (сортиментов, подлежащих дальнейшей переработке на этом же нижнем складе) укладываются перед соответствующими цехами или участками. Запас готовой продукции размещается у фронта отгрузки на железную дорогу МПС, погрузки в суда или сдачи в сплав.

По своему назначению запасы леса на нижних складах делятся на межоперационные, резервные, сезонные и технологические.

Межоперационные запасы создаются между смежными механизмами в пределах одного цеха, участка или поточной линии. Они должны обеспечить нормальную работу потока при кратковременных остановках, входящих в него основных механизмов, а также при изменении ритма работы одного из смежных механизмов. Особенно необходимо создание межоперационных запасов между находящимися в одном потоке машинами групповой и поштучной обработки.

Резервные запасы компенсируют неравномерность работы смежных участков, вызванную в основном случайными причинами. Создание резервных запасов также необходимо при разном количестве смен работы смежных участков: например, при двухсменной сортировке круглых лесоматериалов и односменной работе цехов и т.п.

Сезонные запасы нужны для нормальной работы лесоскладского оборудования при заранее предусмотренных длительных перерывах или резких изменениях режима работы лесовозного транспорта и транспортных средств, вывозящих со склада готовую продукцию.

Технологические запасы связаны с необходимостью просушки некоторых видов готовой продукции перед отгрузкой их потребителю.

Создание любого запаса связано с дополнительными трудозатратами и капиталовложениями, поэтому наиболее желательна работа вообще без запасов, однако практически это невыполнимо, так как отсутствие запасов приведет к значительным простоям всего лесоскладского оборудования.

*Запасы сырья на нижних складах.* Необходимость создания межоперационных запасов сырья (деревьев или хлыстов) на нижних складах вызвана тем, что к сучкорезным или раскряжевочным установкам сырье поступает в пачках (групповая выгрузка), а очищается от сучьев или раскряжевывается чаще всего поштучно. В связи с этим у каждой сучкорезной или раскряжевочной установки необходимо иметь возможность создания запаса объемом не менее двух пачек. Таким образом, можно считать, что величина межоперационного запаса сырья  $E_M$  (м<sup>3</sup>) равняется:

$$E_M = i_0 i_n V_n, \quad (34)$$

где  $i_0$  – количество пачек деревьев (хлыстов), укладываемых на каждой

площадке перед сучкорезными или раскряжевочными установками;  
 $i_n$  – количество площадок (сучкорезных или раскряжевочных);  
 $V_n$  – объем пачки, м<sup>3</sup>.

Резервный запас сырья (деревьев или хлыстов) располагается в зоне действия разгрузочного механизма. Он необходим для нормальной работы лесовозного транспорта и нижнего склада при временных изменениях ритма поступления и обработки сырья, вызванных случайными причинами.

В настоящее время существует несколько методов определения величины резервного запаса сырья на нижних складах.

Наиболее простым является определение величины резервного запаса  $E_p$  по следующей формуле:

$$E_p = \frac{Q_{\Gamma} t_n}{T}, \quad (35)$$

где  $Q_{\Gamma}$  – годовой объем вывозки, м<sup>3</sup>;

$T$  – число рабочих дней в году;

$t_n$  – продолжительность простоев лесовозной дороги по случайным причинам, сут.

Величина  $t_n$  зависит от типа лесовозной дороги и района расположения района лесозаготовительного предприятия. Для грунтовых дорог  $t_n \cong 5 \text{ сут.}$ , для гравийных и узкоколейных  $t_n \cong 3 \text{ сут.}$

Сезонный запас сырья (деревьев или хлыстов) необходим для нормальной работы нижнего склада при длительных, заранее запланированных перерывах в работе лесовозной дороги (в основном на период распутицы), а также при изменениях режимов вывозки леса (например, увеличении интенсивности вывозки в зимний период).

Сезонный запас сырья должен также обеспечить нормальную работу лесовозного транспорта при плановых перерывах в работе оборудования для первичной обработки леса (например, во время ремонта сучкорезных и раскряжевочных установок).

Величина сезонного запаса сырья может быть определена из интегрального графика режима работы участка вывозка-очистка от сучьев или раскряжевка.

Практически при вывозке леса по дорогам круглогодочного действия на крупных складах, пропускающих в год 400-500 тыс. м<sup>3</sup> сезонные запасы сырья должны составлять 40-60 тыс.м<sup>3</sup>. Такое количество хлыстов или деревьев, конечно, не может быть размещено в зоне действия козловых и мостовых кранов, производящих разгрузку и подающих хлысты или

деревья к раскряжевочным или сучкорезным установкам. В зоне действия этих кранов располагаются только резервный и часть сезонного запаса, основные же запасы укладываются в отдельные штабеля (промежуточный склад), обслуживаемые специальными разгрузочно-штабелевочными механизмами.

*Запасы полуфабрикатов на нижних складах.* К полуфабрикатам на нижних складах относятся:

- хлысты, обработанные на сучкорезных установках и подлежащие раскряжевке на сортименты;
- сортиментное долготье, подлежащее окорке и разделке на короткомерные лесоматериалы;
- шпальные кряжи, подлежащие распиловке на шпалы, пиловочник, поступающий для распиловки в лесопильный цех;
- низкокачественная древесина, подлежащая переработке на тарные комплекты, колотые балансы, технологическую щепу и т.п.

На нижних складах сезонные запасы полуфабрикатов не создаются. Однако вследствие случайных причин выход отдельных сортиментов, получающихся при раскряжевке хлыстов, неравномерен, поэтому перед разделочными цехами или установками необходимы резервные запасы полуфабрикатов (сортиментов).

Между смежными механизмами, входящими в одну поточную линию, необходимо предусматривать межоперационные запасы, компенсирующие изменение ритма работы и кратковременные остановки любого из этих механизмов.

По существующим нормативам величина резервных запасов перед разделочными цехами должна равняться двух-трехсменному объему переработки. Такие запасы обеспечивают сравнительно ритмичную работу цеха при равномерном поступлении сортиментов даже в том случае, когда полуфабрикаты подаются к цеху в течение двух смен в сутки, а цех работает в одну смену или наоборот.

Межоперационные запасы полуфабрикатов располагаются между смежными механизмами одной поточной линии с гибкой связью. Как уже отмечалось, они призваны компенсировать изменения ритма работы и кратковременные остановки любого из этих механизмов. Запасы размещаются в буферных магазинах или на площадках, вместимость которых должна обеспечить с требуемой вероятностью ритмичную работу линии.

*Запасы готовой продукции на нижних складах.* К готовой продукции на нижних складах относятся: круглые лесоматериалы, отгружаемые в неразделанном виде (строительные бревна, пиловочник, рудстоечное и балансовое долготье, лиственные деловые кряжи и т.п.), рудничная стойка, балансы, шпалы, пиломатериалы, тарные комплекты, технологическая

щепа и пр. Запасы готовой продукции размещаются у фронта отгрузки. Неразделанные сортименты поступают к фронту отгрузки из лесонакопителей сортировочного лесотранспортера. Продукция, получающаяся в результате обработки или переработки полуфабрикатов, подается на склад готовой продукции из соответствующих цехов, в которых она в ряде случаев также подвергается и необходимой сортировке.

На прирельсовых нижних складах отгрузка готовой продукции на подвижной состав железных дорог МПС осуществляется равномерно в течение всего года без запланированных перерывов.

Для береговых нижних складов погрузка в суда или сдача в сплав производится только в летний период, к началу которого на складе накапливается наибольший сезонный запас леса.

Резервные запасы у фронта отгрузки призваны компенсировать вызванную случайными причинами неравномерность работы отдельных цехов, подачи под погрузку железнодорожных вагонов и судов, сдачи леса в сплав. Величина резервных запасов готовой продукции у фронта отгрузки определяется по существующим нормативам (для прирельсовых складов – от 15 до 45-суточного объема отгрузки).

#### *Контрольные вопросы*

1. Назначение лесного склада.
2. Классификация лесного склада.
3. Основная характеристика лесного склада.
4. Способы укладки штабелей круглых лесоматериалов.
5. Виды и назначение запасов леса на нижних складах.

### ЛЕКЦИЯ 6, 7

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ЛЕСНЫХ СКЛАДОВ

План лекций:

1. *Технологический процесс лесоскладских работ*
2. *Выгрузка хлыстов и деревьев*
3. *Очистка и доочистка деревьев от сучьев*
4. *Раскряжевка древесного сырья на нижнем складе*
5. *Сортировка круглых лесоматериалов*
6. *Поточные линии на нижнем лесном складе*

### **1 Технологический процесс лесоскладских работ**

Структура технологического процесса нижнего склада, то есть состав выполняемых на нем операций, зависит от принятого на

предприятии технологического процесса и вида примыкания нижнего склада.

Структурная схема технологического процесса прирельсового нижнего склада представлена на рисунке 31.

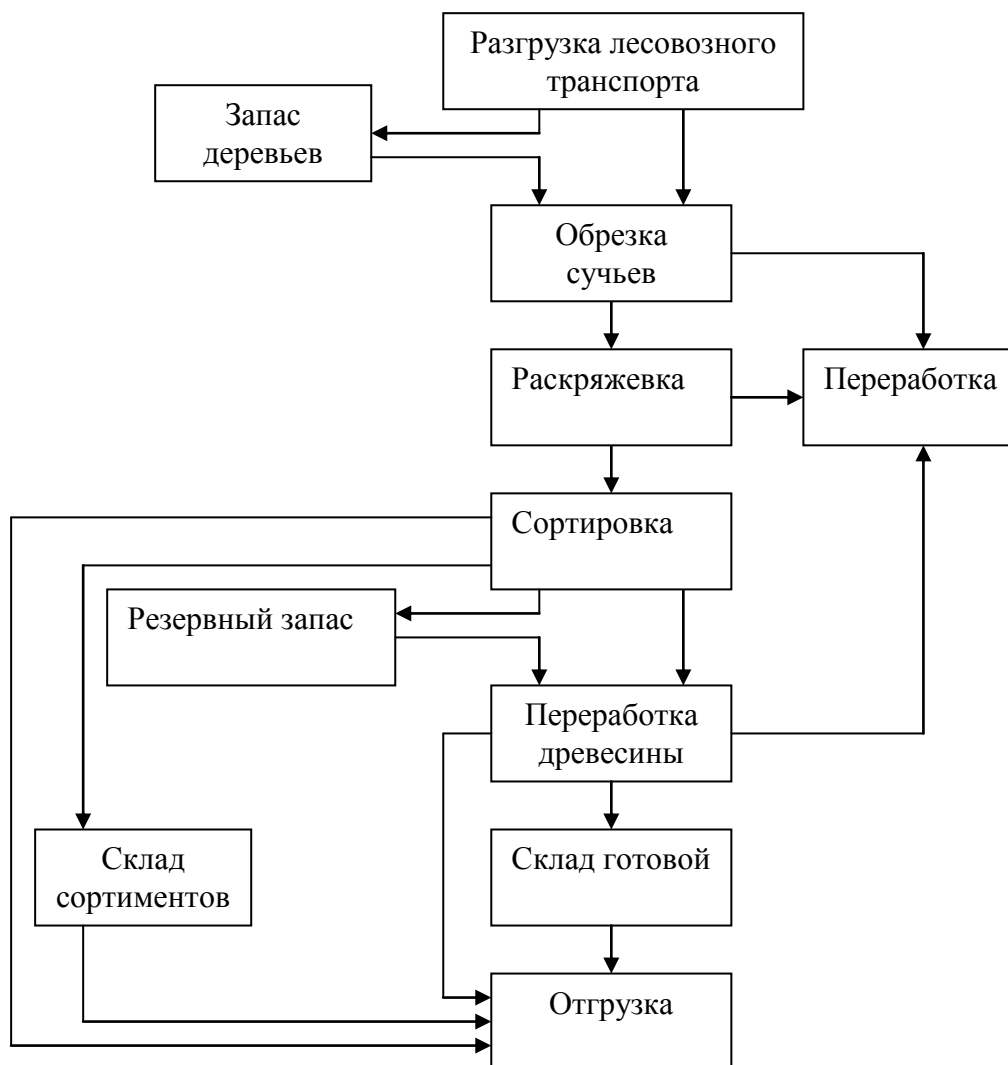
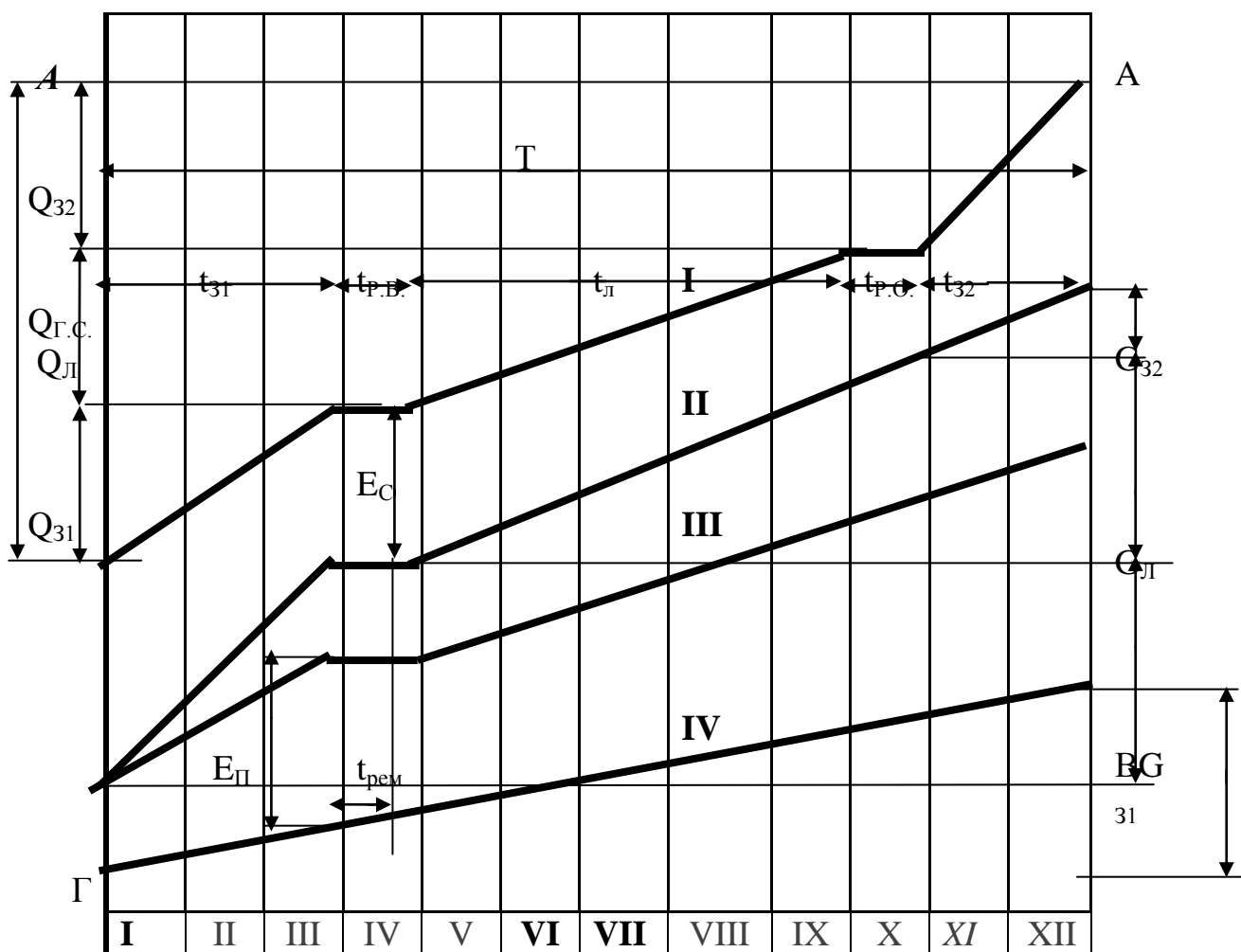


Рисунок 31 – Структурная схема технологического процесса прирельсового нижнего склада

*Интегральный график работы нижнего склада.* Работа лесного склада характеризуется сроками и объемом поступления леса на склад, его обработки, а также выхода готовой продукции и отправки его со склада потребителям. На рисунке 32 представлен интегральный график режима работы прирельсового нижнего лесного склада.

На рисунке 32 линия **I** показывает нарастающим итогом прибытие деревьев или хлыстов на склад. Линия **II** – поступление их в обработку (обрезку сучьев, раскряжевку, сортировку, окорку, разделку на коротье и

т.д.). Линия **III** показывает выход готовой продукции, линия **IV** показывает отгрузку ее со склада. Разность ординат линий **I** и **II** дают запас деревьев или хлыстов на складе, линий **II** и **III** – количество отходов, получающихся при обработке, линий **III** и **IV** – запас готовой продукции у фронта отгрузки. Разность ординат точек **A** и **Б** соответствует годовому грузообороту склада, а ордината точки **В** – годовому объему отгружаемой готовой продукции. Величина  $Q_{31}$  соответствует объему вывозки за первый зимний период  $t_{31}$ , величина  $Q_L$  соответствует объему вывозки древесины за летние месяцы  $t_L$ , а величина  $Q_{32}$  – объему вывозки за второй зимний период  $t_{32}$ .



$Q_{ГП}$

Рисунок 32 – Интегральный график режима работы прирельсового нижнего склада

Вместимость склада для хранения запаса деревьев или хлыстов рассчитывают по наибольшей из разностей ординат линий **I** и **II** ( $E_C$ ), а для

хранения готовой продукции – по разности ординат линий **III** и **IV** (**Е<sub>п</sub>**). Ордината точки **Г** дает переходящий запас готовой продукции на 1 января.

На береговые лесные склады интегральную схему составляют с конца навигационного периода (октябрь – ноябрь).

## **2 Выгрузка хлыстов и деревьев**

Для выгрузки хлыстов и деревьев используются различные механизированные средства. Выбор механизма на выгрузке обуславливается: сменным объёмом вывозки; необходимостью создания запаса хлыстов или деревьев для ритмичной работы склада; типом склада; его компоновкой; грузооборотом; типом лесовозной дороги.

Для береговых складов предпочтение отдают мобильным выгрузочным средствам (погрузчикам, тракторам, оборудованным толкателями и др.). Их достоинство не только в мобильности и маневренности, но и в возможности выгрузки не на одну площадку (эстакаду), а на несколько, вдоль реки или непосредственно на грунт.

На прирельсовых складах используют как мобильные, так и стационарные выгрузочные средства. По числу выполняемых технологических операций выгрузочные средства можно разделить на три группы:

I группа - машины, механизмы и установки, выполняющие только выгрузку (бревносвалы, тракторные толкатели, саморазгружающиеся автолесовозы);

II группа - установки, выполняющие выгрузку с подвижного состава с созданием ограниченного запаса на эстакаде и разделяющие пачки (разгрузочно-растаскивающие установки РРУ-10М, канатно-блочные установки);

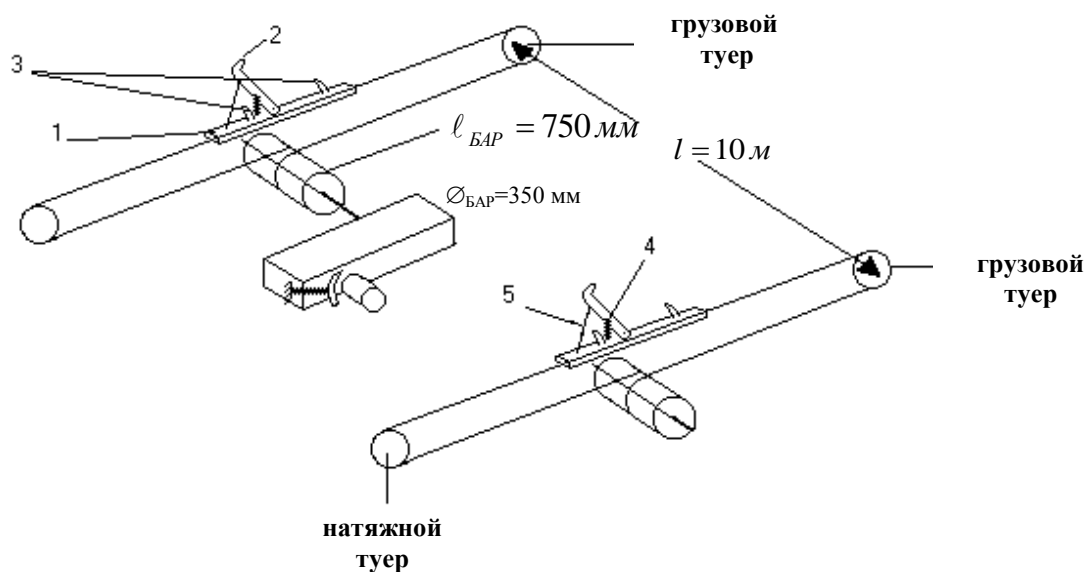
III группа - машины, механизмы и установки, выполняющие выгрузку подвижного состава, создающие значительные запасы сырья и подающие хлысты или деревья из запасов на основные и вспомогательные потоки (кабельные, козловые, консольно-козловые, мостовые, башенные краны и погрузчики большой грузоподъемностью).

Бревносвалы производят выгрузку непосредственно на эстакады, оборудованные растаскивателями хлыстов ПРХ-2 или деревьев РД-2. Применяются на лесных складах с малым или средним грузооборотом и ограниченным сроком действия. Недостатки - невозможность создания больших запасов, расход большого количества канатов, ручной труд.

Трактора, оборудованные толкателями, наиболее мобильны, не требуют больших капитальных затрат. Навесное оборудование изготавливается силами ремонтных мастерских леспромхоза. Эффективны на

мелких береговых складах, занимающих узкую береговую полосу и имеющих значительную протяженность фронта выгрузки.

На нижних складах лесозаготовительных предприятий на разгрузке подвижного состава используется разгрузочно-растаскивающая установка РРУ-10М (рисунок 33). Под разгрузочной эстакадой размещены две однобарабанные реверсивные лебедки, каждая со своей канатоблочной системой. Концы ветвей, идущие от барабана лебедки, присоединяются к челночному захвату 1. Челночные захваты расположены на поверхности эстакады на расстоянии 8...10 м друг от друга. Разгружаемая единица подвижного состава останавливается против эстакады. Стойки коников со стороны разгрузки откидываются. Включением лебедки челночные захваты подаются к краю эстакады. Пачку охватывают стропами, концы которых крепят к крюкам 3 захватов. Захваты, двигаясь по эстакаде, стаскивают пачку с коников на эстакаду. Челночные захваты используются для разделения пачки. На эстакаде можно укладывать запас до 150 м<sup>3</sup> (при ширине эстакады 30 м).

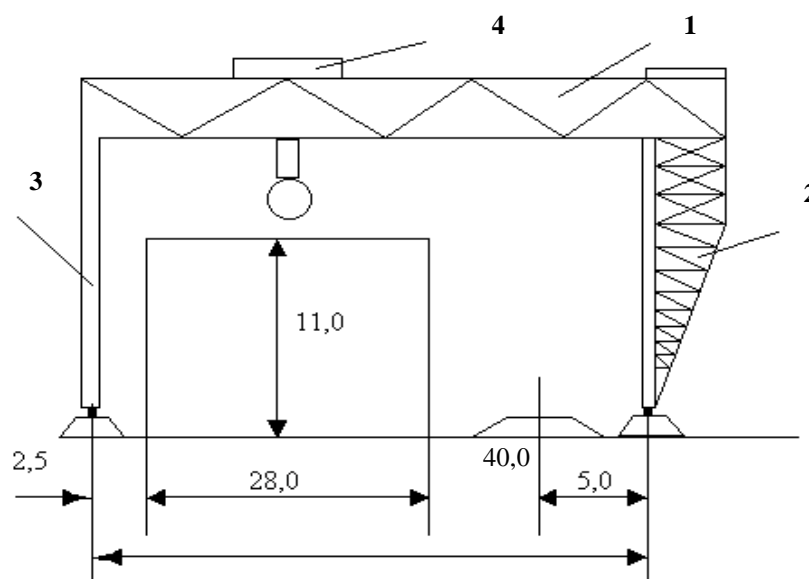


1 - челночный захват; 2 - упорный рычаг; 3 - крюк захвата; 4 - пружина; 5 - трос ограничитель

Рисунок 33 – Схема разгрузочно-растаскивающей установки РРУ-10М

Для разгрузки подвижного состава лесовозной дороги с укладкой пачек в запас применяют кабельный кран КК-20 грузоподъемностью 20 т. Он представляет собой сдвоенный кабельный кран, имеющий пролет 70...100 м и высоту мачт 14...18 м. По несущему канату, состоящему из двух ветвей диаметром по 36 мм, передвигается грузовая тележка с 6-кратным полиспастом для подъема груза. Подъем груза и передвижение тележек производится двумя однобарабанными лебедками.

Козловые и консольно-козловые краны применяются на разгрузке подвижного состава. Несущая ферма крана 1 (рисунок 34) расположена на опорах жесткой 2 и шарнирной 3, которые опираются на ходовые тележки и передвигающихся по крановым путям. Шарнирная опора компенсирует неточности прокладки пути. Грузовая тележка 4 перемещается вдоль несущей фермы. Кабина крановщика располагается в верхней части жесткой опоры. Груз можно перемещать по трем направлениям: по вертикали, в пределах пролета и вдоль подкрановых путей. Несущая ферма и опоры крана имеют решетчатую конструкцию.



1 – несущая ферма крана; 2 – жёсткая опора; 3 – шарнирная опора;  
4 – грузовая тележка

Рисунок 34 – Технологическая схема установки крана ЛТ – 62

Козловые краны, у которых концы несущей фермы выступают за опоры в виде консолей, называются консольно-козловыми. У таких кранов штабеля можно дополнительно размещать под консолями, что увеличивает площадь, занятую штабелями и позволяет при той же протяженности крановых путей создавать больший запас лесоматериалов. Благодаря наличию консолей в зоне действия этих кранов могут быть сформированы три штабеля хлыстов или деревьев – один между рельсами кранового пути и два под консолями крана (рисунок 35).

Производительность рассмотренных кранов, в зависимости от длины крановых путей, составляет 75...120 м<sup>3</sup>/ч.

Кран ККЛ-32 имеет две консоли по 12 м. Полезная длина перемещения тележки составляет 56 м.

Для комплексной механизации нижнескладских работ на погрузке в вагоны МПС и штабелевке сортиментов применяются двухконсольные

краны ККС-10 и ККЛ-12,5, имеющие грузоподъемность соответственно 10 и 12,5 т. Оба крана оборудованы кабельными барабанами и могут самомонтироваться путем стягивания опор. Технологическая схема установки крана ККС-10 на нижнем складе, приведена на рисунке 36.

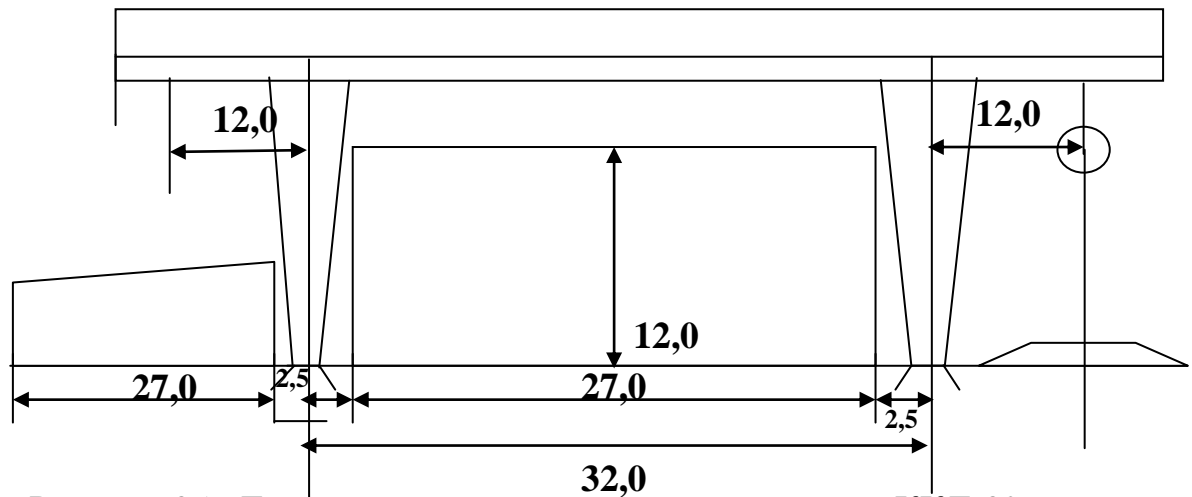
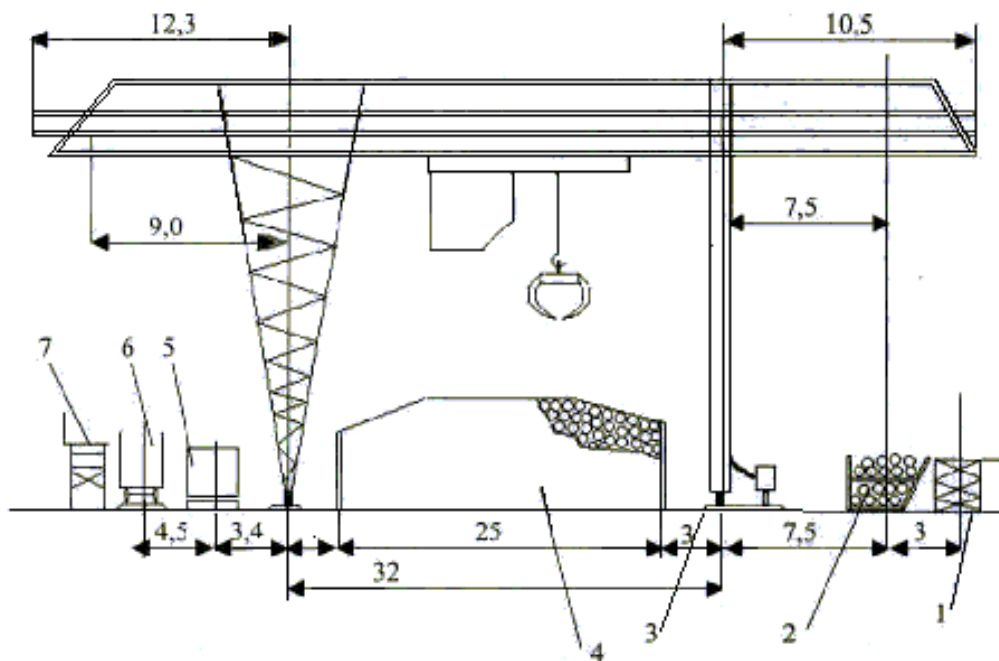


Рисунок 35 - Технологическая схема установки крана ККЛ-32

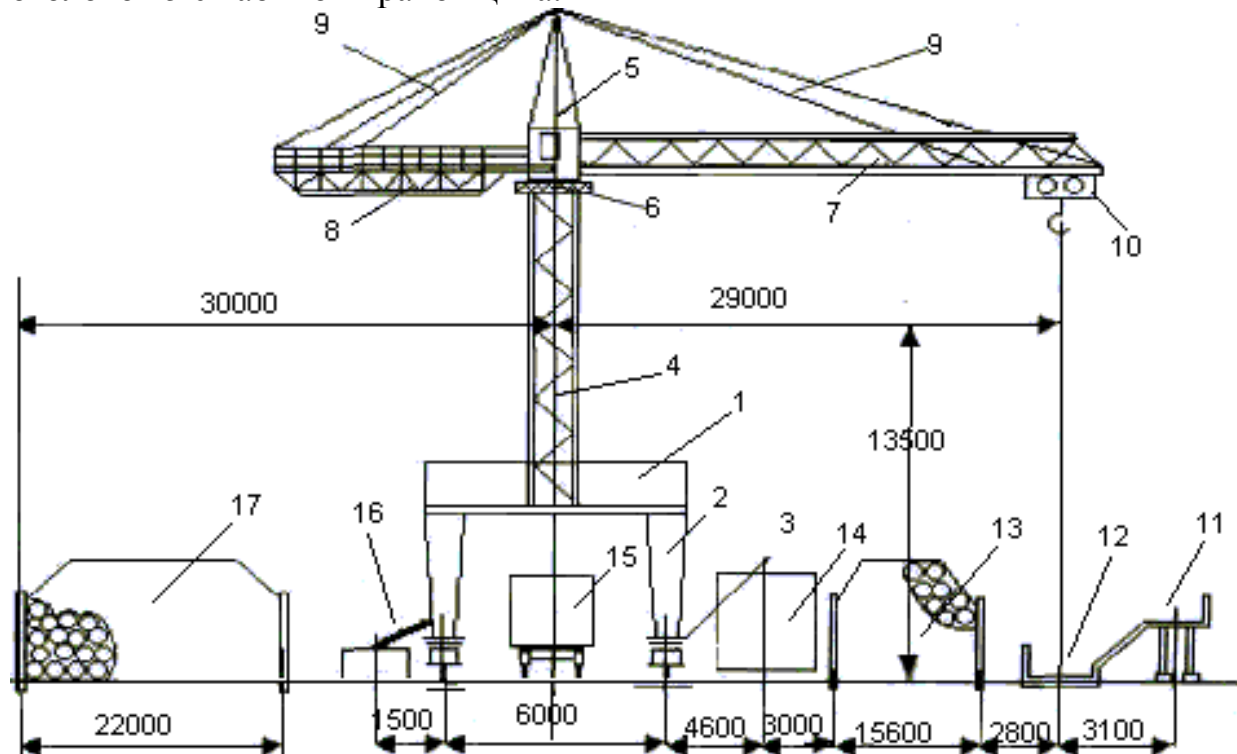


1 – сортировочный лесотранспортёр; 2 – лесонакопитель; 3 – подкрановый путь; 4 – штабель сортиментов; 5 – торцевыравниватель; 6 – полувагон; 7 – погрузочная эстакада

Рисунок 36 - Технологическая схема установки крана ККС-10

Башенные краны получили широкое применение на лесных складах. Основой башенного крана (например, БКСМ-14П, ЛТ-572) является портал 1 (рисунок 37), стойки 2 которого опираются на четыре ходовые

тележки 3. На портале установлена башня 4, несущая поворотный оголовок 5 с кабиной крановщика.



1 – портал; 2 – стойки; 3 – ходовые тележки; 4 – неподворотная башня; 5 – поворотный оголовок; 6 – механизм вращения; 7 – стрела; 8 – противовесная консоль; 9 – растяжки; 10 – грузовая тележка; 11 – сортировочный лесотранспортёр; 12 – лесонакопитель; 13 – штабель сортиментов; 14 – торцевой выравниватель; 15 – полувагон; 16 – токопровод; 17 – штабель сортиментов

Рисунок 37 - Технологическая схема установки башенного крана:

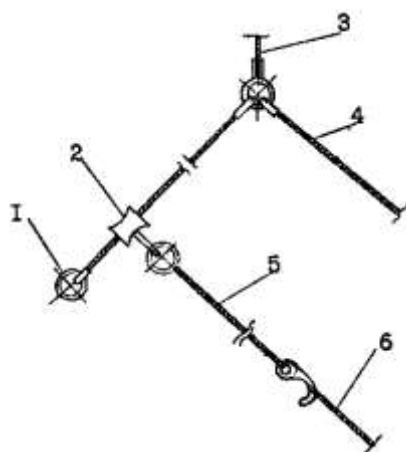
На стыке между башней и поворотным оголовком расположен механизм вращения 6 стрелы. К нижней части оголовка шарнирно крепится стрела 7, а с противоположной стороны – противовесная консоль 8 с грузом. Стрела и консоль удерживаются в рабочем положении (горизонтальном) растяжками 9. Вдоль нижнего пояса стрелы перемещается на катках грузовая тележка 10. Расстояние от крайнего положения тележки до оси вращения оголовка называется вылет крюка. Устойчивость крана обеспечивается грузом, размещенным на портале. Внутренние размеры портала позволяют пропускать через него груженный подвижной состав широкой колеи.

Но ширина портала не позволяет разместить погрузочную эстакаду. Поэтому отгрузочный тупик размещается не внутри кранового пути, а рядом с ним. Электроэнергия к крану подается по гибкому кабелю. В электрической схеме крана предусмотрена защита от перегрузки

электродвигателей, переезда краном и грузовой тележкой предельных положений, подъема груза выше допустимой высоты, поворота стрелы более чем на два полных оборота. На лесных складах применяют башенные краны двух моделей: КБ-572 и БКСМ-14ПМ2. Технологическая схема установки башенного крана на нижнем складе приведена на рисунке 37.

В качестве грузозахватных устройств применяют стропные комплекты и грейферы. Стропный комплект (рисунок 38), используемый на погрузке и штабелевке, состоит из двух строп (канатов) 4, присоединенных к грузоподъемному канату 3. По стропам свободно скользят втулки 2, к которым присоединены короткие стропы 5 с крючьями на конце. Пачка бревен обносится длинными стропами снизу, и крючья продеваются в кольцо 1. При натяжении грузоподъемного каната стропные петли затягиваются и сжимают пачку. К проушинам крючьев присоединены оттяжки 6, которыми управляют стропальщики.

Грейферы служат для механизации захвата пачки. Они подразделяются на радиальные и торцевые.



- 1 – кольцо стропа;
- 2 – втулка;
- 3 – грузоподъемный канат;
- 4 – длинный строп;
- 5 – короткий строп;
- 6 – оттяжка

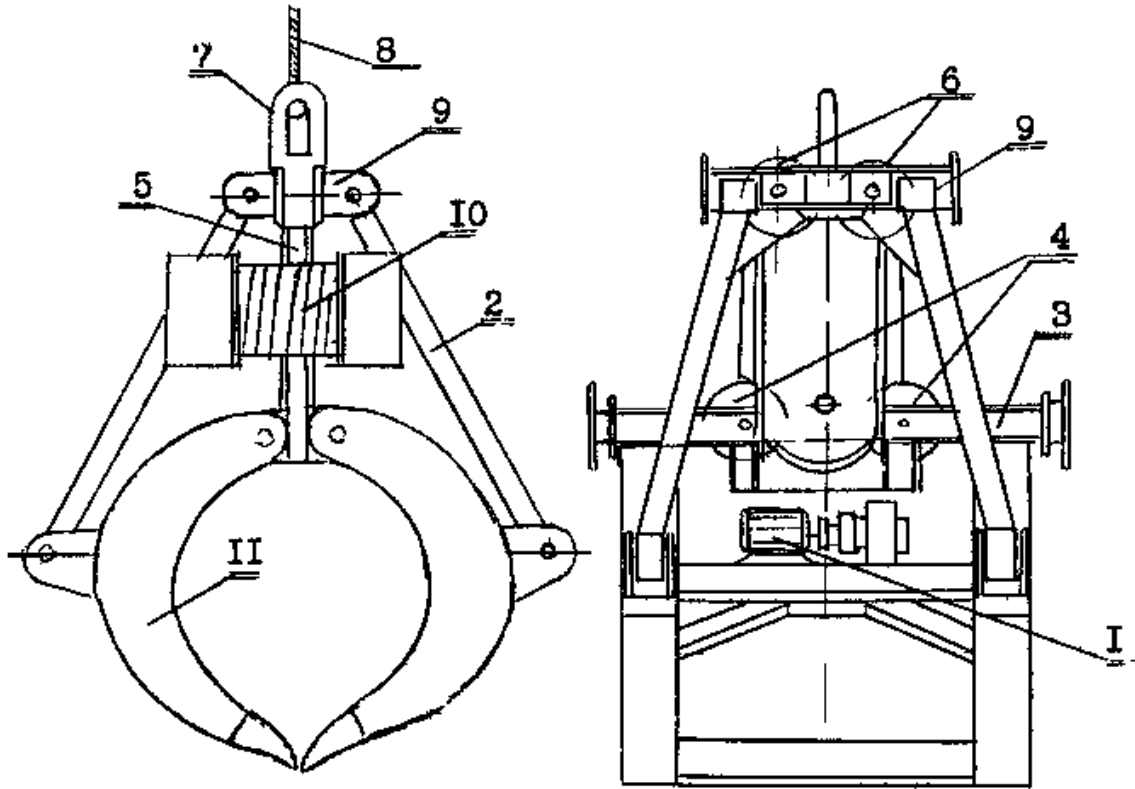
Рисунок 38 – Стропный комплект

Применение грейферов позволяет:

- увеличить производительность труда в 4 раза;
- обеспечить высокую степень безопасности работ;
- в 2 раза снизить простои вагона под погрузкой.

На рисунке 39 приведена схема радиального грейфера. Радиальный грейфер состоит из нижней траверсы 3, на которой шарнирно крепятся челюсти грейфера 11. Верхняя траверса 9 имеет серьгу 7, которая служит для подвешивания грейфера к грузоподъемному канату крана. Верхняя траверса через тяги 2 шарнирно соединена с серьгами челюстей. Механизмы смыкания и размыкания челюстей могут быть: лебедки с канатно-блочной системой (ВМГ-10М), винтовые (винт-гайка),

электрогидравлические (ЛТ-153, ЛТ-59А). Лучшей проникающей и зачёркивающей способностью обладают вибрационные грейферы. Вибратор представляет собой электродвигатель с неуравновешенным грузом на валу (ВМГ-10М).



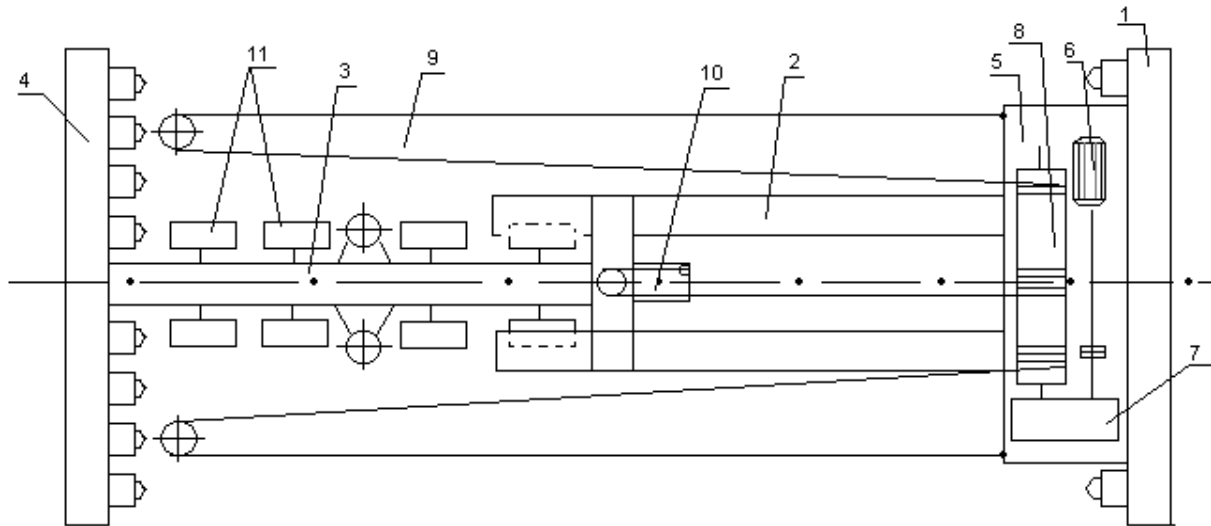
1 – вибратор; 2 – тяга; 3 – нижняя траверса; 4 – подвижные блоки; 5 – канат; 6 – неподвижные блоки; 7 – серьга; 8 – грузовой канат крана; 9 – верхняя траверса; 10 – тельфёрная лебёдка; 11 – челюсти грейфера

Рисунок 39 – Схема радиального грейфера

Торцевой грейфер осуществляет захват пачки с торцов двумя плоскими вертикальными челюстями, сжимающими пачку по ее продольной оси. Торцевой способ захвата пачки значительно проще поперечного, который требует внедрения челюстей между бревнами. Кроме того, при торцевом захвате пачки механизмуется весьма трудоемкая операция по выравниванию торцов бревен. Предварительное выравнивание торцов облегчает укладку штабелей правильной формы, а также облегчает погрузку подвижного состава широкой колеи. Торцевой захват пачки возможен, если она состоит из бревен примерно одинаковой длины. На рисунке 40 представлена схема торцевого грейфера ГТБ-1М.

Челюсти грейфера представляют собой вертикальные стенки коробчатой конструкции. С внутренней стороны каждой челюсти по ее периметру размещены подпружиненные захваты, снабженные шипами.

Захваты при нажиме на них торцов бревен утапливаются, что позволяет набирать пачку из бревен с разницей по длине до 0,15 м. Грейфер имеет безрамную телескопическую конструкцию и общий привод для обеих челюстей.



1 – правая челюсть; 2 – направляющие швеллера; 3 – балка; 4 – левая челюсть; 5 – привод грейфера; 6 – электродвигатель; 7 – редуктор; 8 – барабан; 9 – канат смыкания челюстей; 10 – канат размыкания челюстей; 11 – направляющие катки

Рисунок 40 – Схема торцевого грейфера

Канатный грейфер торцевой ГТБ-1М может захватывать пачки бревен длиной от 1,0 до 6,5 м, максимальный объем пачки 9 м<sup>3</sup>, масса грейфера 2,8 т, скорость движения челюстей 0,15 м/с, максимальное усилие торцевания 75 кН, мощность двигателя 4 кВт. Смыкание челюстей осуществляется лебедкой с канатно-блочной системой.

Для разворота поднятой пачки в горизонтальной плоскости грейферы оборудуются механизмами поворота, представляющими собой обычно двухступенчатый червячный редуктор или гидроцилиндр и зубчатый сектор.

Сменная производительность консольно-козловых (ККЛ-12,5, ККЛ-16, ККС-10) и стреловых (КБ-572, БКСМ-14ПМ) кранов на штабелёвке и погрузке лесоматериалов в вагоны МПС определяется по формуле

$$P_{CM} = \frac{T_{CM} \cdot \varphi_1 \cdot \varphi_3 \cdot Q_{П}}{T_{Ц}}, \quad (36)$$

где  $T_{CM}$  - продолжительность рабочей смены, с;

$\varphi_1$  - коэффициент использования рабочего времени смены;

$\varphi_1 = 0,80 \dots 0,85$ ;

$\varphi_3$  - коэффициент, учитывающий регламентированные и

нерегламентированные простои;  $\varphi_3=0,75\ldots 0,80$ ;  
 $Q_{\Pi}$  - средний объём пачки, м<sup>3</sup>.

$$Q_{\Pi} = \frac{P_{GP} \cdot \varphi_4}{\gamma_{CP}(1 + K_{GP})}, \quad (37)$$

где  $P_{GP}$  - грузоподъемность крана, Н. Принимается по технической характеристике;

$\varphi_4$  - коэффициент использования грузоподъёмности крана;

$$\varphi_4=0,85\ldots 0,90;$$

$\gamma_{CP}$  - средний объёмный вес древесины, Н/м<sup>3</sup>. Принимается с учётом породного состава;

$K_{GP}$  - коэффициент, учитывающий массу грузозахватного устройства:

$K_{GP}=0$  – при стропном комплекте;

$K_{GP}=0,20\ldots 0,25$  – радиальный грейфер без вибратора;

$K_{GP}=0,30\ldots 0,35$  – радиальный грейфер с вибратором;

$K_{GP}=0,35\ldots 0,40$  – грейфер торцевого типа;

$T_{\Pi}$  - продолжительность штабелёвки или погрузка одной пачки, с.

$$T_{\Pi} = t_1 + t_{PX} + t_2 + t_{XX}, \quad (38)$$

где  $t_1$  и  $t_2$  - соответственно время на захват пачки из лесонакопителя и укладку её в штабель или в вагон, с ( $t_1+t_2=180\ldots 200$  с – при стропном комплекте;  $t_1+t_2=90\ldots 120$  с – при работе с грейферным захватом);

$t_{PX}$  - время на подъём пачки, перемещение тележки, перемещение крана и опускание пачки на штабель или в вагон, с;

$t_{XX}$  - время на возврат грузозахватного органа в исходное положение, с.

Суммарные затраты времени  $t_{PX}$  и  $t_{XX}$  на штабелёвке и на погрузке не одинаковы:

а) на штабелёвке лесоматериалов

$$t_{PX} + t_{XX} = 2 \cdot \left( \frac{H_{\Pi}}{g_{\Gamma}} + \frac{L_T}{g_T} + \frac{L_K}{g_K} + \frac{H_O}{g_O} \right), \quad (39)$$

где  $H_{\Pi}, L_T, L_K, H_O$  - соответственно, высота подъёма пачки, расстояние перемещения пачки тележкой крана, расстояние перемещения пачки краном и высота опускания пачки, м;

$g_{\Gamma}, g_T, g_K, g_O$  - соответственно, скорость подъёма груза, скорость перемещения тележки, крана и скорость опускания пачки, м/с.

Скорости принимаются по технической характеристике соответствующего крана;

б) на погрузке лесоматериалов на полувагоны и платформы формула для определения  $t_{PX} + t_{XX}$  имеет вид

$$t_{PX} + t_{XX} = 2 \cdot \left( \frac{H_P}{g_P} + \frac{L_T}{g_T} + \frac{L_K}{g_K} + \frac{H_O}{g_O} \right) + t_{доп} \cdot \frac{Q_P}{Q_B}, \quad (40)$$

где  $t_{доп}$  - дополнительное время на один цикл на вспомогательные операции по установке стоек, обвязке и формированию шапки, с;

$t_{доп} = 900 \dots 1200$  с – при погрузке на платформу;

$t_{доп} = 480 \dots 600$  с – при погрузке в полувагоны;

$Q_B$  - объём лесоматериалов, погружаемый на один полувагон или платформу, м<sup>3</sup> ( $Q_B = 60 \dots 65$  м<sup>3</sup> – при погрузке с шапкой;

$Q_B = 45 \dots 50$  м<sup>3</sup> – при погрузке без шапки;  $Q_B = 45 \dots 50$  м<sup>3</sup> – при погрузке на платформу).

Значения  $H_P, L_T, L_K, H_O$  принимаются с учётом технической характеристики крана, высоты и длины штабелей, длины сортировочного лесотранспортёра и ширины фронта штабелей.

Потребное количество кранов рассчитывается по комплексной производительности  $П_{CM}^K$ , определяемой по формуле

$$П_{CM}^K = \frac{П_{CM}^{III} \cdot П_{CM}^{II}}{П_{CM}^{III} + П_{CM}^{II}}, \quad (41)$$

где  $П_{CM}^{III}, П_{CM}^{II}$  - соответственно сменная производительность крана на штабелёвке и погрузке, м<sup>3</sup>.

Число рабочих, обслуживающих кран, зависит от типа применяемых грузозахватных устройств. При использовании стропных комплектов состав бригады на штабелёвке 3 человека, на погрузке 5. При оснащении крана грейфером соответственно – 2 и 3 рабочих.

Приведённые выше формулы для консольно-козловых кранов справедливы и для стреловых кранов. Отличием является то, что в формулу дополнительно вводится время на поворот стрелы

$$t_{ПС} = \frac{2\pi}{\omega_C}, \quad (42)$$

где  $\omega_C$  - угловая скорость поворота стрелы, рад/с;  $\omega_C = 0,52$  рад/с (для крана КБ-572).

### 3 Очистка и доочистка деревьев от сучьев (ОДС)

В зависимости от грузооборота и типа лесного склада применяют следующие способы очистки и доочистки деревьев от сучьев: не механизированный, механизированный и машинный.

*Немеханизированный способ* выполняется с помощью ручных инструментов (топор) на раскряжевочных площадках или на отдельных площадках в потоках параллельных сортiroвочному транспортеру.

*Механизированный способ* выполняется моторным инструментом, бензо- и электропилами и сучкорезками. Эта операция выполняется одновременно с раскряжевкой хлыстов на специальных раскряжевочных эстакадах, оборудованных канатными установками для разобшения пачек деревьев.

*Машинный способ очистки деревьев от сучьев.* На нижних складах находят применение поштучный (индивидуальный) и пачковый (групповой) способы ОДС. Для этих целей применяются специальные конструкции полуавтоматических линий и установок.

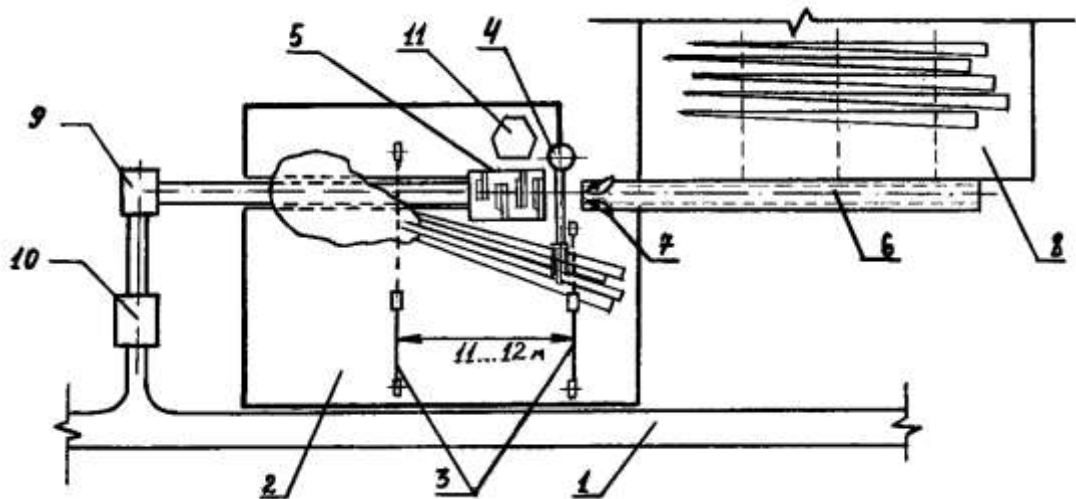
Для поштучного способа ОДС применяются сучкорезные установки ПСЛ-2А и ЛО-69, а также сучкорезно-раскряжевочные линии ЛО-30 и ППЛ-4.

Сучкорезная установка ПСЛ-2А предназначена для обрезки сучьев с деревьев диаметром до 80 см, длиной до 35 м, с кривизной ствола до 15 % и диаметром сучьев до 20 см. Компонировочная схема установки представлена на рисунке 41.

Сучкорезная установка ПСЛ-2А состоит из: подтаскивателя пачек деревьев 3, однострелового гидравлического манипулятора 4, четырехножевой сучкорезной головки 5, двухцепного протаскивающего транспортера 6 с двумя каретками, оснащенными эксцентриковыми зажимами 7, транспортера для удаления сучьев, системы гидропривода и пульта управления установкой.

Механизмы, входящие в состав сучкорезной установки, производят без применения ручного труда следующие операции:

- подачу пачки деревьев по эстакаде от места разгрузки лесовозного транспорта до зоны действия гидравлического манипулятора сучкорезной установки;
- разбор пачки деревьев и поштучную их загрузку в сучкорезную установку гидравлическим манипулятором;
- обрезку сучьев с деревьев с кривизной ствола до 15 % и поштучную выдачу обработанных хлыстов на приемную эстакаду раскряжевочной установки;
- удаление сучьев от режущих органов.



1 – лесовозная дорога; 2 – приёмная площадка; 3 – подтаскиватель пачек; 4 – манипулятор; 5 – сучкорезная головка; 6 – протаскивающий транспортёр; 7 – эксцентриковые зажимы; 8 – буферная площадка; 9 – рубительная машина; 10 – бункер для щепы; 11 – операторская с пультом управления

Рисунок 41 – Компоновочная схема сучкорезной установки ПСЛ-2А

Пачка деревьев подтаскивателем перемещается по эстакаде и располагается под некоторым углом к продольной оси сучкорезной установки таким образом, чтобы вершинная часть ее лежала на продольной оси транспортера, а комлевая – сбоку сучкорезной установки в зоне действия манипулятора. При уменьшении пачки оператор, по мере поступления деревьев в сучкорезную установку, управляя с пульта управления, включает один или одновременно два транспортера подтаскивателя и перемещает оставшиеся деревья к сучкорезной установке в зону действия манипулятора. Для бесперебойной работы подачи деревьев к сучкорезной установке на разгрузочной эстакаде размещают несколько пачек.

Подтаскиватель состоит из двух цепных транспортеров. Короткий транспортер расположен у комлевой части пачки, а более длинный у вершинной части. Пачки деревьев подаются в зону действия транспортеров разгрузочными механизмами. Каждый транспортер имеет индивидуальный привод. Пачка перемещается по эстакаде упором, который шарнирно укреплен на ползуне цепного транспортера.

Гидравлический манипулятор служит для разбора пачки деревьев и поштучной загрузки в сучкорезную машину. Манипулятор состоит из станины с тумбой, стрелы, рукояти и захвата. Движение стрелы, рукояти и захвата, а также поворот стрелы на некоторый угол вокруг вертикальной тумбы осуществляется шестью гидроцилиндрами. Управляет

манипулятором оператор при помощи двух рычагов, переключающих гидрозолотники. Ножевая система сучкорезной машины (рисунок 6.11) состоит из двух корпусов, установленных на фундаментах. В корпусах смонтированы штанги 1, на которых крепятся передняя 2 и задняя 3 головки, каждая с двумя ножами V-образной формы. Форма ножевой системы обеспечивает наиболее равномерный охват ствола ножевыми головками во время обработки.

Протаскивание (подачу) обрабатываемых деревьев через режущие органы машины осуществляет двухцепной транспортер, на цепях которого установлены две каретки с эксцентриковыми захватывающими устройствами. Транспортер состоит из приводной и натяжной станции, фермы, тяговых цепей с траверсами, двух кареток с эксцентриковыми захватами со сбрасывающими укосинами и механизма закрытия захватов. Привод протаскивающего транспортера осуществляется от электродвигателя постоянного тока. Вращение от двигателя через понижающий редуктор РМ-650 передается на приводной вал с укрепленными на нем двумя ведущими загрузку очередного дерева в ножевую систему, штанги с ножевыми режущими головками разводят, и подаваемое дерево ложится в зев головок. В процессе обработки при помощи гидроцилиндров 4 штанги сближаются, прижимая к стволу режущие головки.

Усилие прижима режущих головок к обрабатываемому стволу регулируется изменением давления в гидросистеме. Ножевая система позволяет копировать кривизну ствола до 15 % благодаря специальной заточке режущей кромки ножей.

По окончании цикла обработки дерева при помощи гидроцилиндров ножевые головки раскрываются и возвращаются в исходное положение. В процессе работы машины срезанные сучья свободно падают в люк транспортера отходов и подаются в дробильную установку.

Протаскивание (подачу) обрабатываемых деревьев через режущие органы машины осуществляет двухцепной транспортер, на цепях которого установлены две каретки с эксцентриковыми захватывающими устройствами. Транспортер состоит из приводной и натяжной станции, фермы, тяговых цепей с траверсами, двух кареток с эксцентриковыми захватами со сбрасывающими укосинами и механизма закрытия захватов. Привод протаскивающего транспортера осуществляется от электродвигателя постоянного тока. Вращение от двигателя через понижающий редуктор РМ-650 передаются на приводной вал с укрепленными на нем двумя ведущими звездочками. С противоположной стороны транспортера на натяжном валу установлены две ведомые звездочки. Натяжение тяговых цепей осуществляется винтовым натяжным устройством.

На цепях протаскивающего транспортера укреплены две каретки с эксцентриковыми устройствами. Работает транспортер следующим образом. Когда первое захватывающее устройство, освободив комель обработанного хлыста, перемещается по приводным звездочкам транспортера на нижние направляющие, вторая каретка в раскрытом состоянии по натяжным звездочкам транспортера приближается к месту загрузки и готова к приему комля очередного дерева. Остановка захватывающего устройства у места загрузки происходит автоматически при помощи концевого выключателя. После загрузки оператор включает протаскивающий транспортер. Одновременно с этим закрывающее устройство, действуя на эксцентриковые захваты, сближает их до соприкосновения с деревом. Дерево зажимается и вместе с тяговыми цепями транспортеров начинает перемещаться.

Протаскивающий транспортер имеет скорость в пределах от 0,8 до 2,8 м/с с бесступенчатым плавным регулированием скоростей. Необходимую скорость включает оператор визуально, в зависимости от объема и толщины сучьев дерева. Независимо от того, какая скорость включена, раскрытие захвата, и прохождение его через ведущие звездочки происходит всегда на малой скорости 0,8 м/с, которая включается автоматически при помощи путевого переключателя.

Сучкорезной установкой управляет один оператор с двух пультов управления. Пульты расположены рядом в утепленном операторском помещении на втором этаже, что обеспечивает оператору в процессе работы хороший обзор всей установки, позволяет подтаскивать пачки и подавать деревья в ножевую головку сучкорезной машины, сбрасывать хлысты с протаскивающего транспортера на буферную площадку и подавать их на раскряжевку, не выходя из операторской.

Для облегчения управления машиной в систему включены элементы автоматики. Переключение скоростей с больших на меньшие и остановка эксцентрикового захватывающего устройства протаскивающего транспортера в исходное положение у места загрузки осуществляется путевыми концевыми выключателями без участия оператора. Применение элементов автоматики позволило оператору совмещать операции по обработке (протаскиванию) ствола с одновременной подготовкой манипулятором очередного дерева для загрузки в машину. Электрооборудование системы управления сучкорезной машины ПСЛ-2А монтируется в специальных шкафах, а также на пульте управления.

*Расчёт сменной производительности сучкорезной установки ПСЛ-2А.*

Сучкорезная установка работает в циклическом режиме. Формула для расчёта имеет вид

$$P_{cm} = \frac{(T - t_{nz}) \cdot \varphi \cdot V_{xl}}{\frac{L_T}{g_p} + t_{zag}}, \quad (43)$$

где  $T$  - продолжительность рабочей смены, с;

$t_{nz}$  - подготовительно-заключительное время на смену, с;

$\varphi$  - коэффициент использования рабочего времени смены,  
 $\varphi = 0,80..0,85$ ;

$L_T$  - длина протаскивающего транспортера, м;

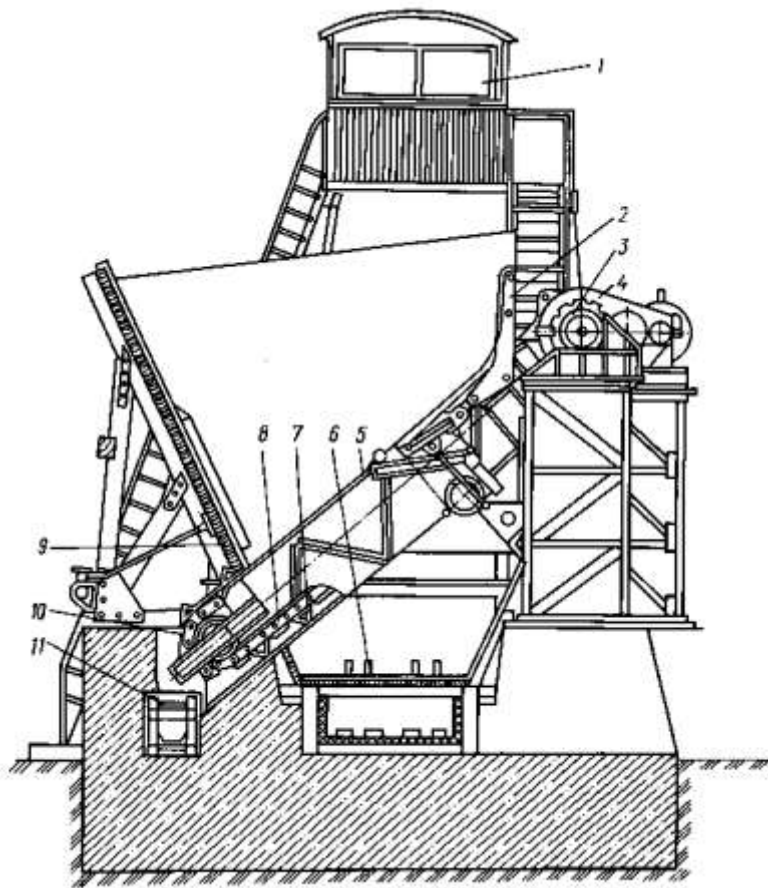
$V_{xl}$  - средний объём хлыста, м<sup>3</sup>;

$g_p$  - скорость протаскивания ствола дерева, м/с;

$t_{zag}$  - время загрузки ствола дерева в сучкорезную головку и в зажимной механизм протаскивающего транспортера,  $t_{zag} = 12..15$  с.

*Установка для групповой обработки деревьев от сучьев МСГ-3* (рисунок 42). Установка МСГ имеет два типоразмера: МСГ-3 и МСГ-3-1, предназначенных для одновременной обработки пачек деревьев объемом 20-40 м<sup>3</sup> и соответственно длиной 25 и 27,5 м. Установка МСГ-3-1 является прототипом установки МСГ-3, но в отличие от нее оснащена дополнительной десятой тяговой цепью. Установка МСГ-3 применяется на складах с годовым грузооборотом 300 тыс. м<sup>3</sup> и выше, наиболее эффективна, если сучья используются на технологическую щепу.

Установка МСГ-3 представляет собой открытый сверху и закрытый с торцов V-образный бункер. Одна наклонная стенка бункера состоит из сварных рам с направляющими 5 (рисунок 42), по которым перемещается девять (у МСГ-3-1 – десять) пластинчатых тяговых цепей 8. На цепях укреплены башмаки-захваты 7, несущие на себе деревья при их обработке. Цепи приводятся в действие двумя электродвигателями мощностью 75 кВт каждый через два редуктора 4 типа РМ-100 и приводной вал, на котором соответственно укреплены девять ведущих звездочек. Между тяговыми цепями в верхней части бункера установлены отбойные поворотные щиты 2, опускание которых при выгрузке из бункера обработанных стволов осуществляется гидроприводом. На задней наклонной стенке 9 бункера укреплены семь ножевых блоков, имеющих плоские ножи для срезания остатков сучьев. Под бункером размещается транспортер для уборки сучьев 6, а также мусороуборочный транспортер 11 для удаления мусора от натяжных станций 10 тяговых цепей.



1 – кабина оператора; 2 – отбойный поворотный щит; 3 – электродвигатель; 4 – редуктор; 5 – направляющая цепей; 6 – лесотранспортер для выноса сучьев; 7 – захват; 8 – тяговая цепь; 9 – наклонная стенка; 10 – натяжная станция; 11 – транспортер для выноса мусора

Рисунок 42 – Сучкорезная установка МСГ-3

Для более качественной очистки стволов от сучьев между пролетами тяговых цепей могут быть установлены цилиндрические зачищающие фрезы, имеющие индивидуальные электроприводы мощностью по 13 кВт.

Управляет работой установки один оператор с пульта управления из операторской 1.

Установка работает следующим образом. Мостовым или козловым краном (можно использовать и лесопогрузчик грузоподъемностью 30-40 т) пачку деревьев загружают в бункер установки. При включении привода захваты цепей поднимают деревья до отбойных щитов, установленных между цепями установки. Щиты сталкивают их с цепей к боковой стенке бункера, на которой закреплены ножевые блоки. В результате трения деревьев друг о друга и о ножевые блоки сучья обламываются. После обработки пачки отбойные щиты опускаются и хлысты выгружаются цепями установки из бункера на буферную площадку или в

лесонакопитель. При этом осуществляется поштучная выдача обработанных стволов, что создает благоприятные условия для выполнения последующих технологических операций. Удаленные со стволов сучья и вершины падают в лоток канатного транспортера ТТ-5, расположенного под бункером установки, и подаются в рубительную машину.

Электрооборудование системы управления сучкорезной машиной МСГ-3 монтируется в специальных шкафах, а также на пульте управления. Шкафы, магазины сопротивления и пульт управления устанавливаются в здании кабины оператора. Все узлы машины приводятся в действие шестью электродвигателями.

Расчетная производительность бункерной установки типа МСГ-3 определится по формуле

$$P_{см} = \frac{T_{см} \cdot \varphi_1 \cdot \varphi_2 \cdot V_{П}}{t_{заг} + t_{об} + t_{в}}, \quad (44)$$

где  $T_{см}$  - продолжительность рабочей смены, с;

$\varphi_1$  - коэффициент использования рабочего времени,  $\varphi_1 = 0,80 \dots 0,85$ ;

$\varphi_2$  - коэффициент загрузки или коэффициент использования машинного времени,  $\varphi_2 = 0,80 \dots 0,90$ ;

$V_{П}$  - объем пачки деревьев загружаемый в установку, м<sup>3</sup>;

$t_{заг}$  - время на загрузку пачки деревьев в установку, с;  $t_{заг} = 240$  с;

$t_{об}$  - время на обработку одной пачки, с;  $t_{об} = 420 \dots 600$  с – летом,  $t_{об} = 240 \dots 420$  с – зимой;

$t_{в}$  - продолжительность выгрузки хлыстов из установки, с;  $t_{в} = 120$  с.

#### **4 Раскряжевка древесного сырья на нижнем складе**

*Методы раскряжки хлыстов.* Визуальный метод раскряжки основывается на том, что оператор, оценивая на глаз геометрические размеры и качество хлыста, подлежащего раскряжке, дает последовательно индивидуальные заказы на длину каждого отпиливаемого от него отрезка. При этом он одновременно учитывает требования ГОСТ, сортиментный план или спецификацию готовой продукции, а также скрытые пороки сырья, которые обнаружили в результате каждого пропила. Раскряжевочные установки, производящие визуальный раскрой сырья, работают полуавтоматически.

При программном методе раскряжки размеры хлыста определяются датчиками, при этом сразу выбирается полная программа его раскряжки,

которая выполняется автоматически. Программа раскря хлыстов различных размеров составляется заранее с учетом требований ГОСТа, сортиментного плана и спецификации на готовую продукцию. Пороки сырья, вскрываемые в процессе раскряжевки, при этом методе раскря обычно не учитываются. Установки, работающие по этому методу, являются полуавтоматическими.

Если оценка геометрических параметров и выбор программы раскря выполняются автоматическими устройствами, то установка может работать автоматически (но сырье должно быть отсортировано по качеству).

Константный (“слепой”) метод раскря предусматривает раскряжевку хлыстов на отрезки постоянной длины вне зависимости от размеров и качества сырья. Оператор в этом случае только наблюдает за работой установки, которая выполняет все операции автоматически.

С точки зрения выхода деловых сортиментов, наилучшим является визуальный метод раскря.

Наиболее распространенные – полуавтоматические установки, работающие по визуальному методу.

*Виды продукции лесозаготовок.* К основным видам продукции лесозаготовок относятся деревья, хлысты и получаемые из них лесоматериалы. Дерево характеризуется высотой, диаметром на высоте 1,3 м от шейки корня, формой и расположением кроны на стволе. Хлыст представляет собой очищенный от сучьев ствол дерева, у которого удалена вершина длиной 2,5...3 м. Получаемые из хлыста лесоматериалы (сортименты) по назначению можно разделить на сортименты, используемые в круглом виде, сортименты для продольной распиловки, сортименты для переработки лущением или строганием и сортименты для химической переработки.

Вся продукция лесозаготовок должна соответствовать требованиям действующих на нее ГОСТ.

*Приемы раскряжевки хлыстов.* Раскряжевка каждого хлыста на раскряжевочных установках при визуальном методе раскря ведется оператором индивидуально с учетом видимых и вскрываемых в процессе раскряжевки пороков. Предварительно оператор производит оценку хлыста и намечает программу раскряжевки. Команда на выпиливание очередного сортимента производится после осмотра торца и поверхности оставшейся части хлыста с учетом его размеров и данных пороков. Как правило, малосбежистые участки стволов целесообразно раскряжевывать на более длинномерные сортименты, сильносбежистые – по возможности на короткомерные отрезки. Основные программы раскряжевки определяются толщиной хлыстов.

По толщине хлысты делят на три группы (замер диаметра производится в комле):

- тонкомерные – диаметром до 16 см;
- средние – диаметром 20-32 см;
- крупномерные – диаметром свыше 36 см.

Тонкомерные хвойные хлысты обычно разделяют на рудничное и балансовое долготье. Для обеспечения требуемой производительности полуавтоматических линий короткомерные сортименты, за исключением специальных сортиментов, должны выпиливаться на них в ограниченных объемах. Выработку короткомерных сортиментов целесообразно производить на отдельных станках.

Хлысты средней толщины являются наиболее распространенными и служат для получения многих сортиментов. Из комлевой части таких хлыстов обычно заготавливают пиловочник различного назначения, строительный лес и др. Вершинные части разделяются по тем же программам, что и тонкомерные хлысты.

Из комлевой части (зоны) крупномерных хлыстов следует в первую очередь выпиливать высокоценные сортименты, авиационный и резонансный пиловочник и др., из средней части ствола – пиловочник общего назначения, шпальник, а также лесоматериалы, используемые в круглом виде (сваи, опоры линии электропередач и др.). При обнаружении внутренней гнили в торце хлыста оператор в зависимости от ее распространения предварительно в ручном режиме выпиливает пораженную зону, стремясь получить из нее деловые сортименты, а затем уже дровяные отрезки.

Хлысты лиственных пород в отличие от хвойных пород чаще и интенсивнее поражаются различными пороками. В связи с этим при раскряжевке лиственных хлыстов окончательная оценка и выпилка очередного сортимента производится оператором после осмотра торцов ранее выпиленных отрезков. Тонкомерные лиственные хлысты раскряжевываются в основном на балансы, лесоматериалы, используемые в круглом виде для вспомогательных и временных построек и др. Наиболее ценные сортименты (лыжные кряжи, чураки для производства фанеры, кряжи для выработки лыж и пр.) выпиливаются из хлыстов диаметром свыше 20 см. При раскряжевке березовых хлыстов наиболее тщательно надо разделять комлевую зону, т.к. ценные сортименты обычно выпиливаются из этой зоны. Выпиливание короткомерных сортиментов (фанерный кряж длиной 1,3; 1,6; 1,9 м и др.) позволяет максимально использовать деловую часть хлыстов, несмотря на их высокую фаутность. Напённая гниль в лиственных хлыстах распространяется, как правило, на длину не более 1,0-1,5 м от комля. В связи с этим при раскряжевке хлыстов, пораженных напённой гнилью,

необходимо последовательно отрезать метровые дровяные отрезки, пока гниль не уменьшится до размеров допускаемых в деловых сортаментах.

*Основные группы раскряжевочных установок.* В зависимости от характера движения пилы и хлыста в процессе его распиловки раскряжевочные установки делятся на три основные группы: установки с продольной подачей хлыста, установки с поперечной подачей хлыста и установки смешенного типа.

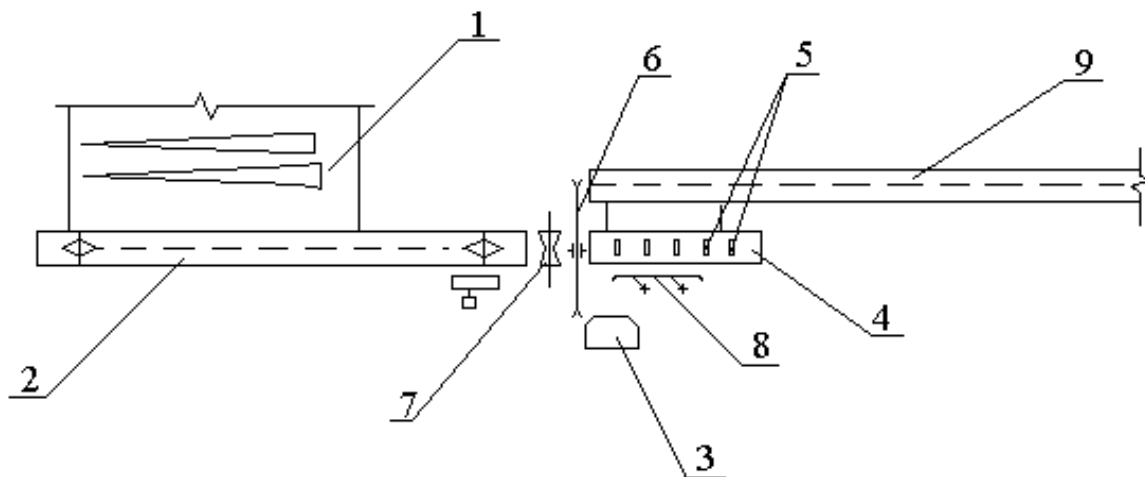
Установки с продольной подачей делаются однопильными. Хлысты в этих установках перемещаются вдоль своей оси продольным транспортером. При производстве каждого пропила хлыст останавливается на время, за которое диск производит пропил и возвращается в исходное положение. После этого хлыст передвигается на величину, равную длине отпиливаемого отрезка, и вновь останавливается.

Ко второй группе раскряжевочных установок относятся установки с поперечной подачей хлыста. В этих установках хлыст надвигается на пилы, перемещаясь перпендикулярно своей оси, при этом производится полная его раскряжевка. Установки этой группы всегда делаются многопильными. В работе по раскряжке каждого хлыста участвуют все пилы, находящиеся в пределах его длины. Длины отпиливаемых отрезков всегда получаются постоянными. Установки такого типа называются раскряжевочными установками с неподвижными пилами и поперечной подачей, или слешерами.

В установках для получения различных длин отпиливаемых отрезков пилы устанавливают на подвижных валах, и они могут вступать в работу как все одновременно, так и в любых сочетаниях друг с другом. Установки такого типа называются раскряжевочными установками с пилами на подвижных валах и поперечной подачей или триммерами.

*Узлы раскряжевочных установок с продольной подачей.* В раскряжевочную установку с продольной подачей хлыста входят следующие основные узлы: пильный механизм, механизм надвигания, прижимное устройство, подающий и приемный транспортеры, устройство для удаления готовой продукции с приемного транспортера, система отмера длин отпиливаемых отрезков.

Принципиальная схема установки с продольной подачей приведена на рисунке 43.



1 - приемная площадка; 2 - подающий транспортер; 3 - пульт управления; 4 - приемный транспортер; 5 - фиксирующее устройство; 6 - диск пилы; 7 - прижимное устройство; 8 - сбрасыватель; 9 - выносной транспортер

Рисунок 43 – Схема раскряжевочной установки с продольной подачей хлыста

Хлысты с приемной площадки 1 поштучно поступают на подающий транспортер 2. Оператор оценивает размеры и качество хлыста и, приняв решение о длине отпиливаемого отрезка, нажимает соответствующую кнопку на пульте управления 3. При этом включаются подающий 2, приемный 4 транспортеры и выдвигается упор 5, предназначенный для отмера длины заказанного отрезка. Расстояние от плоскости пильного диска до выдвижного упора равно длине отпиливаемого отрезка. Когда хлыст своим передним торцом достигает упора и нажимает на него, автоматически останавливаются подающий и приемный транспортеры и после чего диск пилы надвигается (опускается) на древесину. При этом прижимное устройство 7 удерживает хлыст во время пиления.

После окончания пропила диск пилы автоматически возвращается в исходное положение, включается сбрасыватель 8, сбрасывающий отпиленный отрезок на выносной транспортер.

Таким образом, при нажатии одной кнопки автоматически в определенной последовательности выполняется ряд операций, приводящих к тому, что от хлыста отпиливается один отрезок заказанной длины.

*Пильный механизм.* В качестве режущих инструментов пильных механизмов раскряжевочных установок применяются круглые дисковые пилы или пильные цепи. Круглые пилы имеют диаметр от 1000 до 1500 мм, это дает возможность распиливать хлысты диаметром 60 см. Скорость резания круглой пилы составляет 50...72 м/с. Мощность двигателя, приводящего во вращение круглую пилу, принимается от 10 до 28 кВт, при этом производительность чистого пиления достигает 400...600 см<sup>2</sup>/с.

При раскряжевке круглыми пилами хлыстов диаметром свыше 60 см применяются двухдисковые пильные установки. Они могут распиливать хлысты диаметром до 1000 см.

В раскряжевочных установках пильные диски и привод устанавливаются на раме, которая совершает качательные движения (балансирные пилы). Наиболее распространенными являются балансирные пилы с надвиганием пильного диска сверху вниз, но могут быть и надвигаемые снизу вверх. Основным недостатком балансирных пил является большой момент инерции пильной рамы, затрудняющий применение больших скоростей надвигания и возврата пилы.

В маятниковых пилах (пила АЦ-3С) этот недостаток уменьшен, т.к. двигатель установлен неподвижно (вне рамы), при этом имеется пружинный демпфер, который снижает динамические нагрузки.

Электродвигатель крепится на станине станка так, чтобы ось его вала совпадала с осью качания маятника. Пружинный демпфер предназначен для уравнивания веса маятника и его плавной остановки при опускании и подъеме.

Для раскряжевки хлыстов большого диаметра применяются также цепные пилы. Мощность двигателя, приводящего в движение пильную цепь, составляет 7...10 кВт, скорость резания – 10...15 м/с, а производительность чистого пиления составляет 200...250 см<sup>2</sup>/с. Пильная шина цепной пилы имеет полезную длину 1000 мм и более. В качестве режущего инструмента цепных пил применяются пильные цепи ПЦП-15М или типа ПЦУ с различным шагом. Цепные пилы обычно делают качающимися с надвиганием пильной шины сверху вниз. Цепные пилы применяются в установках для распиловки крупномерного леса (ЛО-50), так как они значительно легче и проще двухдисковых круглопильных станков и могут раскряжевывать стволы практически любого диаметра.

Для вращения пильного вала, на котором установлен пильный диск, используются электродвигатели с механической (клиноременной) передачей.

Надвигание пильного диска на древесину в процессе пиления, а также возвращение его на исходное положение осуществляется механизмом надвигания. Скорость возвращения диска в исходное положение делают обычно больше скорости надвигания (опускания) диска. В настоящее время в раскряжевочных установках используется в основном гидравлический привод механизма надвигания. При этом как подъем, так и опускание диска производится при помощи гидроцилиндра.

*Прижимное устройство.* Во время поперечной распиловки под действием усилий резания и отжима распиливаемый хлыст стремится сдвинуться или приподняться. Для удержания его в неподвижном состоянии служит прижимное устройство.

Чаще всего при надвигании диска сверху вниз раскряжевочная установка снабжается прижимным устройством в виде рычага, ролика или парных рычагов. Установки для раскряжевки хлыстов снабжаются прижимным устройством, расположенным перед диском, удерживающим во время пиления остаток хлыста. Прижимные устройства приводятся в действие при помощи гидропривода. Прижимные устройства иногда выполняют роль измерителей диаметра. Результаты замера передаются к регулятору скорости надвигания.

Подающий и приемный транспортеры. В раскряжевочных установках с продольной подачей перемещение хлыста в процессе раскряжевки осуществляется подающим транспортером. На приемном транспортере во время пиления находится отпиливаемый отрезок. Подающие и приемные транспортеры делаются цепными или роликовыми. Цепные транспортеры имеют одну или две цепи с траверсами, а роликовые – цилиндрические или конические рифленые ролики. Подающий и приемный транспортеры приводятся в движение электроприводом.

Подающий и приемный транспортеры должны останавливаться при каждом пропилах. Для гашения инерционных усилий, возникающих при остановке транспортеров, производят переключение привода транспортера на замедленную скорость за 0,5-1 м от упора. Для этих целей применяют двухскоростной электродвигатель. При применении такого привода подающего и приемного транспортеров, их нормальная скорость может быть доведена до 1,2-2,0 м/с, замедленная скорость – до 0,3...0,4 м/с.

Устройство для удаления готовой продукции. Отпиленные отрезки могут быть сразу после пропила сброшены с приемного транспортера в сторону или переданы на сортировочный транспортер, установленный за приемным транспортером. На роликовых приемных транспортерах устанавливаются сбрасыватели, рычаги которых располагаются между роликами. Сбрасыватели приводятся в действие механическим или гидравлическим приводом.

Системы отмера длин. Система отмера длин отпиливаемых отрезков на раскряжевочных установках служит для отмера длины отрезка и подачи сигнала на остановку подающего и приемного транспортеров. Сигнал должен быть подан несколько раньше, чем место будущего пропила дойдет до плоскости пилы, так как транспортеры и хлыст продолжают после подачи команды еще в течение некоторого времени двигаться, проходя дополнительный путь, называемый выбегом.

Величина выбега хлыста зависит от:

- 1) скорости подающего и приемного транспортеров;
- 2) быстроты действия устройств, воспринимающих, передающих и исполняющих команду;

3) коэффициентов сопротивления движению тягового устройства транспортеров по направляющим и массы хлыста по тяговому органу.

При скорости транспортеров  $U_{тр}=0,7...0,8$  м/с величина выбега обычно составляет:  $a=500...700$  мм. При использовании замедленной скорости величина выбега может быть снижена до  $150...200$  мм.

Устройства для отмера длин отпиливаемых отрезкой могут быть двух групп: отмеряющие длину по пути, пройденному хлыстом, и отмеривающие длину по пути, пройденному транспортером. Устройство обеих групп могут быть с упорами и без упоров.

Производительность установки с продольной прерывистой подачей хлыста определяется по формуле

$$П_{см} = \frac{(T - t_{пз}) \cdot \varphi_1 \cdot \varphi_2 \cdot V_{хл}}{T_{ц}}, \quad (45)$$

где  $T$  - продолжительность времени смены, с;

$t_{пз}$  - подготовительно-заключительное время на смену, с;  
 $t_{пз}=1800...2100$ с;

$\varphi_1$  - коэффициент использования рабочего времени смены;  
 $\varphi_1=0,80...0,85$ ;

$\varphi_2$  - коэффициент, учитывающий регламентированные и нерегламентированные простои;  $\varphi_2=0,75...0,90$ ;

$V_{хл}$  - средний объем хлыста, м<sup>3</sup>;

$T_{ц}$  - продолжительность цикла раскряжевки одного хлыста, с;

$$T_{ц} = t_n + t_{np} + (t_1 + t_2 + t_3)n, \quad (46)$$

где  $t_n$  - время на подачу хлыста в установку, с;  $t_n = 3...5$  с;

$t_{np}$  - время на продольное перемещения хлыста при раскряжевке, с;

$$t_{np} = \frac{l_x + l_p}{U_n}, \quad (47)$$

где  $l_x$  - средняя длина хлыста, м;

$l_p$  - величина разрывов между хлыстами, м;  $l_p=2,0...2,5$  м;

$U_n$  - скорость продольной подачи хлыста, м/с. Принимается из технической характеристики установки;

$t_1$  - время на рабочий ход (время на пиление), с;

$$t_1 = \frac{d_x + (0,10...0,15)}{U_1}, \quad (48)$$

где  $d_x$  - диаметр хлыста, м;

$U_1$  - скорость надвигания пильного диска, м/с (из технической характеристики установки);

$t_1$  - время на холостой ход (подъем пильного диска), с;

$$t_1 = \frac{d_x + (0,10...0,15)}{U_2}, \quad (49)$$

где  $U_1$  – скорость подъема пильного диска, м/с (из технической характеристики установки);

$t_3$  – время на подачу команды и срабатывания аппаратуры, с;  $t_3=2,0 \dots 2,5$  с;

$n$  – количество пропилов, приходящихся на один хлыст;

$$n = \frac{l_x - l_{ост}}{l_c} + 1, \quad (50)$$

где  $l_{ост}$  – длина остатка хлыста, м,  $l_{ост}=0,07l_x$ ;

$l_c$  – средняя длина сортимента, м;

$$l_c = \frac{l_1 \cdot Q_1 + l_2 \cdot Q_2 + \dots + l_n \cdot Q_n}{Q}, \quad (51)$$

где  $l_1, l_2, \dots, l_n$  – длины сортиментов, м;

$Q_1, Q_2, \dots, Q_n$  – заданный объем по каждой группе сортиментов, м<sup>3</sup>.

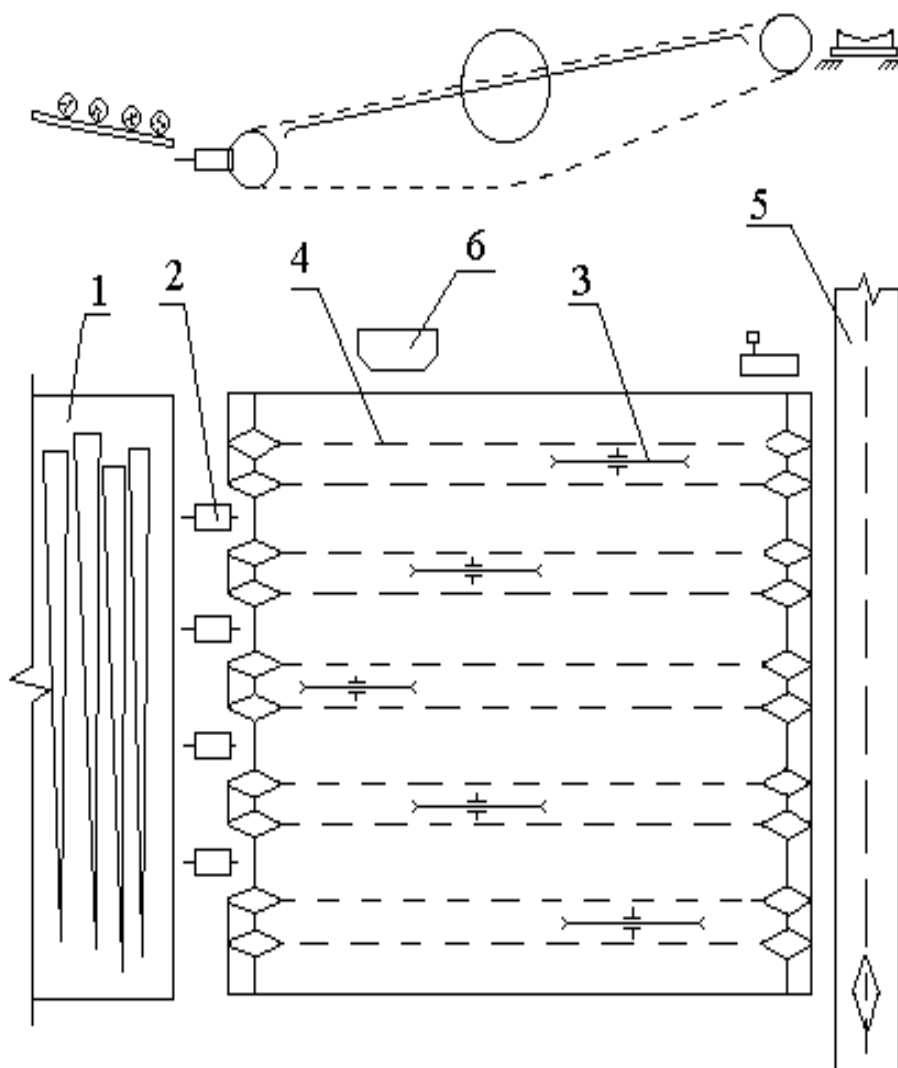
Раскряжевочные установки с поперечной подачей хлыста. На рисунке 44 приведена схема раскряжевочной установки с поперечной подачей хлыста слешерного типа.

Хлысты, подлежащие раскряжке, с приемной площадки 1 поштучно подаются на ориентирующий транспортер 2, который выравнивает положение комля относительно крайнего (комлевого) диска. С ориентирующего транспортера хлысты поступают на цепи поперечного цепного транспортера 4. Подача хлыста к пилам и надвигание на пилы в процессе пиления производится поперечным цепным транспортером. Количество цепей этого транспортера должно быть таким, чтобы отпиливаемый отрезок находился не меньше чем на двух цепях, т.е. с каждой стороны пильного диска была хотя бы одна ветвь транспортера.

Скорость движения цепи поперечного транспортера составляет от 0,1 до 0,25 м/с. Цепи поперечного транспортера имеют захваты, которыми хлыст снимается с ориентирующего транспортера и подается к пилам. Цепям дается наклон в  $10 \dots 15^\circ$  в сторону ориентирующего транспортера для того, чтобы хлыст прижимался к крючьям в процессе надвигания на пилы. Это устраняет перекосы хлыста и самопроизвольные накаты его на пилы.

В качестве режущего инструмента на слешерных установках используются круглые пилы 3. Слешеры имеют обычно от трех до восьми пил. Расстояния между пилами постоянные, равные длинам отпиливаемых отрезков и составляют программу раскроя слешера. Диски приводятся в движение от электродвигателей. На слешерных установках диски, распиливающие комлевою часть хлыста, имеют обычно большой диаметр по сравнению с дисками вершинной части хлыста.

Отпиливаемые отрезки сбрасываются на выносной транспортер 5. Работой установки управляет оператор с пульта управления 6. Установка работает по “слепому” методу раскря.



1 – приемная площадка; 2 – ориентирующий транспортер; 3 – пильный диск; 4 – поперечный цепной транспортер; 5 – выносной транспортер; 6 – пульт управления

Рисунок 44 – Схема раскряжевочной установки слешерного типа

Производительность установки с поперечным перемещением хлыста определяется по формуле

$$P_{см} = \frac{(T - t_{пз}) \cdot \varphi_1 \cdot \varphi_2 \cdot \varphi_3 \cdot U_n \cdot V_x}{l_y}, \quad (52)$$

где  $T$  - продолжительность смены, с;

$t_{пз}$  – подготовительно-заключительное время на смену, с;  $t_{пз}=2100$  с;

$\varphi_1$  – коэффициент использования рабочего времени смены;  $\varphi_1=0,80 \dots 0,85$ ;

$\varphi_2$  – коэффициент загрузки цепей надвигания слешера;  $\varphi_2=0,85 \dots 0,90$ ;

- $\phi_3$  – коэффициент, учитывающий регламентированные и нерегламентированные простои;  $\phi_3=0,75\dots 0,9$ ;
- $U_n$  – скорость надвигания хлыстов на пилы, м/с. Принимается из технической характеристики слешера;
- $V_x$  – средний объем хлыста, м<sup>3</sup>;
- $l_y$  – расстояние между захватами на цепях надвигания поперечного транспортера слешера. Принимается из технической характеристики слешера.

## 5 Сортировка круглых лесоматериалов

Сортировка лесоматериалов на лесном складе является одним из основных видов работ. Однако требования к сортировке круглого леса различные. Наиболее дробная сортировка выполняется на прирельсовых складах, где сортименты подбираются в зависимости от вида последующей обработки, а также по сортам, породам и размерам. На береговых нижних складах вырабатывается ограниченное число сортиментов и процесс их сортировки упрощается.

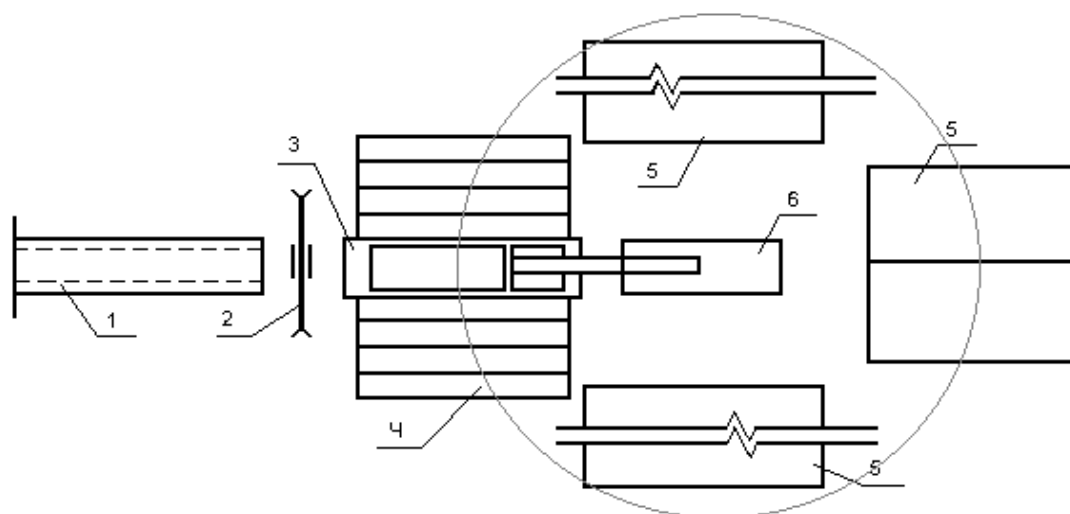
Для сортировки лесоматериалов применяются продольные и поперечные лесотранспортеры. При автоматизации процесса сортировки транспортеры оборудуются механическими сбрасывателями, для управления которых используются системы автоматического управления (САУ).

При определенных условиях могут применяться другие виды оборудования. Расчеты и результаты производственной проверки показывают, что сортировка круглых лесоматериалов при числе сортировочных групп до 6...8 может эффективно производиться одностреловыми манипуляторами. Сортировка лесоматериалов осуществляется при их круговом перемещении (рисунок 45).

При этом в зоне действия манипулятора размещаются лесонакопители, по которым сортименты распределяются в соответствии с заданной дробностью сортировки. Манипулятор, укладывая сортименты в лесонакопители, одновременно обеспечивает формирование пачки.

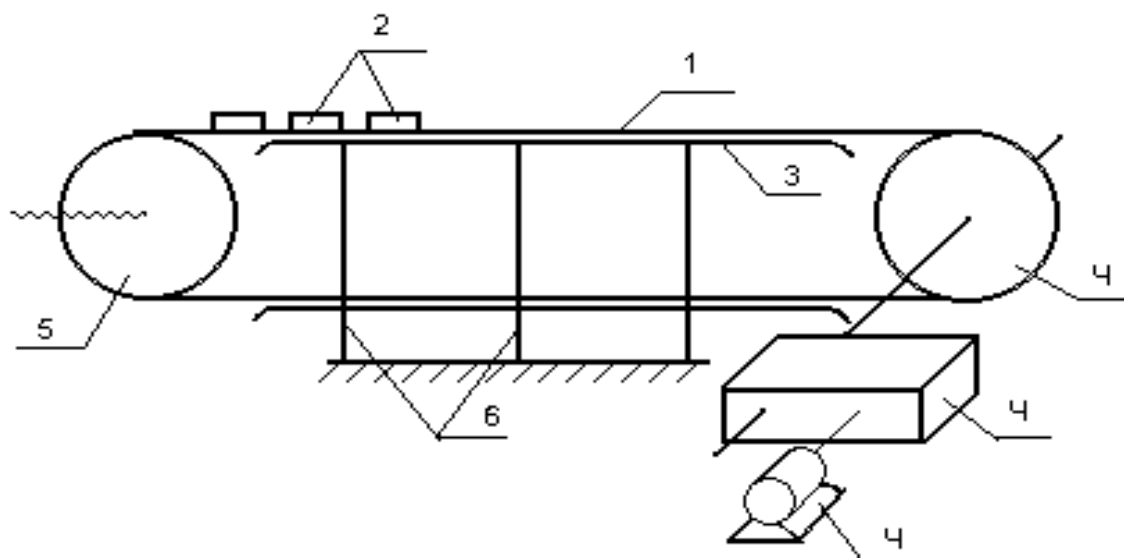
При большом числе сортировочных групп на сортировке лесоматериалов наибольшее распространение получили продольные и поперечные лесотранспортеры.

Лесотранспортеры (машины непрерывного транспорта) могут быть продольные и поперечные, горизонтальные (угол подъема не более 25°) и наклонные (свыше 45° - элеваторы). На рисунке 46 представлена схема лесотранспортера.



1 – подающий транспортер; 2 – пила; 3 – стол приемный;  
4 – лесонакопители для нерассортированных сортиментов; 5 –  
лесонакопители для рассортированных сортиментов; 6 – манипулятор

Рисунок 45 – Схема сортировки круглых лесоматериалов манипулятором



1 – тяговое устройство с траверсами; 2 – траверса (опора);  
3 – направляющее (поддерживающее) устройство; 4 – приводная станция с  
ведущим устройством; 5 – концевая станция с натяжным устройством;  
6 – эстакада транспортера

Рисунок 46 – Схема лесотранспортера

Транспортер имеет тяговое устройство 1 в виде цепи или стального каната, к которому крепятся траверсы 2. Траверсами тяговое устройство опирается на направляющее (поддерживающее) устройство транспортера

3. Движение к тяговому органу передается от ведущего колеса приводной станции 4. Для натяжения тягового устройства служит натяжное приспособление концевой станции 5. Эстакады 6 лесотранспортеров могут быть деревянные, металлические, бетонные. Высота эстакады – 2,0...2,5 м. Эстакада снабжается лесонакопителями, которые представляют собой емкости, по которым рассортировываются бревна, сбрасываемые с лесотранспортера. Вместимость лесонакопителя должна соответствовать грузоподъемности погрузочно-штабелевочного механизма. Расположение лесонакопителей может быть одностороннее и двухстороннее (уменьшается длина лесотранспортера).

Используются цепи круглозвенные калиброванные, разборные цепи Р2-80-29 и пластинчатые втулочно-роликовые.

Канатные лесотранспортеры имеют меньший вес по сравнению с цепными, и поэтому длина секции может составлять 300 и более метров (цепные 120-150 м) с одной приводной станции.

Ленточные транспортеры в качестве тягового устройства имеют тканевую прорезиненную основу, покрытую с двух сторон слоем резины. Ленточные транспортеры применяются для перемещения опилок, щепы и досок.

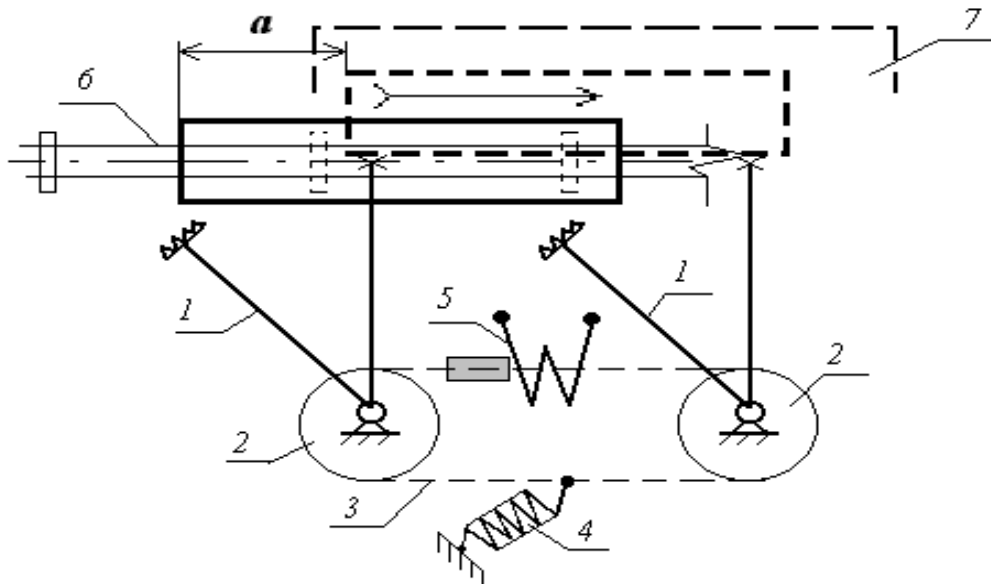
Для автоматизации процесса сброски сортиментов продольные сортировочные лесотранспортеры оснащаются механическими сбрасывателями, которые размещаются вдоль лесотранспортера с противоположной стороны от лесонакопителя.

*Сбрасыватели бревен.* Сбрасыватели можно разделить на две группы. К первой группе относятся сбрасыватели с принудительным сталкиванием сортиментов, состоящие из сталкивающих рычагов и привода. Сталкивающие рычаги могут иметь индивидуальный привод или привод от тяговой цепи лесотранспортера (от сбрасываемого бревна). Сталкивающие рычаги могут располагаться в вертикальной и горизонтальной плоскости. На рисунке 47 приведена схема рычажного сбрасывателя с поворотом рычагов в горизонтальной плоскости с приводом рычагов от тягового устройства лесотранспортера.

Работа сбрасывателя: при подаче тока в электромагнит сердечник перемещает цепь, поворачивая рычаги до соприкосновения с поверхностью бревна, далее для поворота рычагов и сталкивания бревна с транспортера используется энергия движущегося по транспортеру бревна; холостой ход (возврат рычагов в исходное положение) производится при помощи пружины.

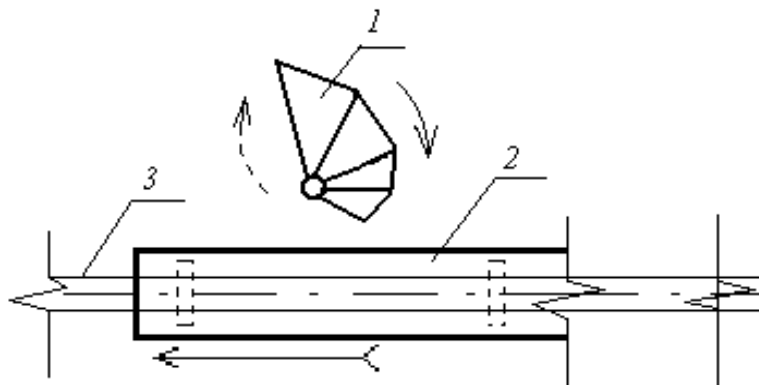
На рисунке 48 приведена схема полноповоротного сегментного сбрасывателя. Работа сбрасывателя этого типа протекает следующим образом. При подаче команды на сброску сбрасыватель поворачивается в направлении, указанном стрелкой, и прижимается к бревну, обеспечивая

необходимые сцепления между сбрасывателем и бревном. Дальнейший поворот сбрасывателя происходит под действием продвижения бревна вперед. Бревно сталкивается. Возврат сбрасывателя происходит за счет продолжения вращения его в том же направлении до завершения полного оборота.



1 — сталкивающий рычаг; 2 — звездочка; 3 — цепь; 4 — возвратная пружина; 5 — электромагнит; 6 — тяговый орган с траверсами; 7 — лесонакопитель;  $\longrightarrow$  - направление движения сортимента; а — величина продольного смещения бревна

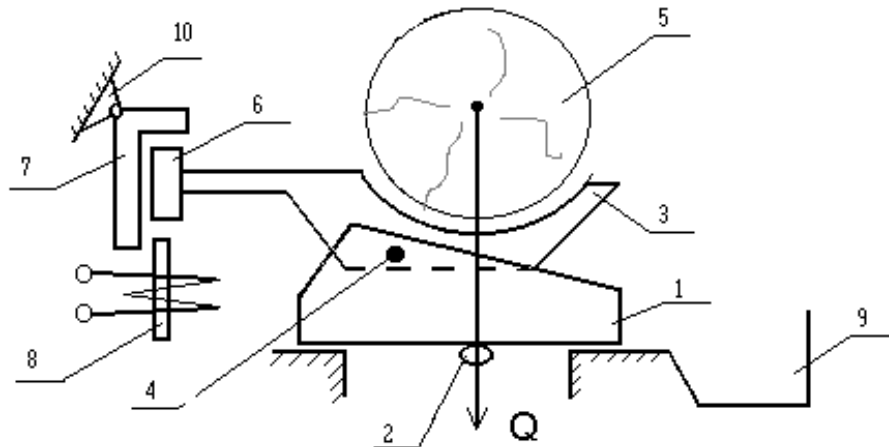
Рисунок 47 – Схема рычажного сбрасывателя



1 — сбрасыватель; 2 — сортимент; 3 — тяговый орган с траверсами;  $\longrightarrow$  - рабочий ход сбрасывателя;  $\cdots\cdots\longrightarrow$  - холостой ход сбрасывателя;  $\longrightarrow$  - направление движения сортимента.

Рисунок 48 – Схема полноповоротного сегментного сбрасывателя

В гравитационном сбрасывателе в качестве движущей силы для сброски используется собственный вес сортиimenta. Сбрасыватели этого типа получили наибольшее распространение. Они могут быть односторонней или двухсторонней сброски. На рисунке 49 приведена схема гравитационного сбрасывателя.



1 – неповоротная траверса; 2 – тяговое устройство; 3 – поворотная траверса; 4 – ось крепления поворотной траверсы; 5 – сортимент; 6 – хвостовик поворотной траверсы; 7 – угольник удерживающий хвостовик; 8 – электромагнит с защелкой; 9 – лесонакопитель; 10 – ось поворотного уголка; Q – вес сортимента

Рисунок 49 – Схема гравитационного сбрасывателя

Устройство и работа гравитационного сбрасывателя бревен. Поворотная траверса 3 шарнирно присоединена к неповоротной траверсе 1 тягового устройства 2. Опрокидыванию поворотной траверсы под действием веса бревна Q препятствует горизонтальная полка уголка 7, в которую опирается хвостовик поворотной траверсы. Уголки, расположенные против лесонакопителей, могут поворачиваться вокруг оси 10. В исходном положении уголок удерживается электромагнитом с защелкой. При подаче команды на сброс сортиimenta электромагнит с защелкой освобождают уголок. Уголок поворачивается, хвостовик поворотной траверсы освобождается, и поворотная траверса под действием веса бревна поворачивается – бревно скатывается в лесонакопитель.

Системы управления работой сбрасывателей при автоматизированной сортировке. Сортировка круглых лесоматериалов может быть полной и неполной. При неполной сортировке учитываются размерные признаки, т.е. длина и диаметр. При полной сортировке учитываются размерные, качественные и породные признаки сортиментов.

При сортировке по размерным признакам длина и диаметр определяются при помощи датчиков, которые располагаются у места

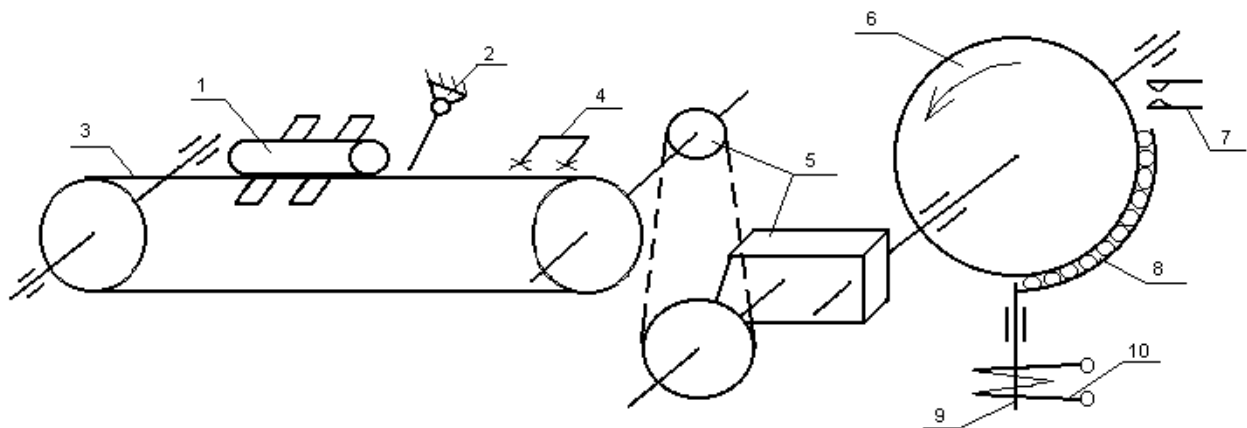
сброски и автоматически обмеривают проходящие мимо них сортименты. При совпадении результатов замера с размерами бревен, сбрасываемых в данный накопитель, подается команда на сброску сортимента. Сортировка по размерным признакам выполняется автоматически без участия оператора.

При полной сортировке сортиментов необходимо определять их качественные признаки. В настоящее время таких датчиков нет. Качественные признаки определяются оператором. На основе визуальной оценки он дает заказ на его сброску в соответствующий лесонакопитель. Контроль за движением сортимента и выдачу команды на его сброску выполняет следящая система.

При сортировке по размерным признакам для определения длины сортимента в качестве датчиков сигналов используются флажки. Наибольшее применение получила трехфлажковая система.

Следящие системы могут быть непрерывного действия (электромеханический барабан заказа) и импульсные. В следящих системах непрерывного действия информация об адресе сброски может передаваться в виде стальных шариков, слабых диполей, отверстий в бумажной ленте. Для перемещения информации используются диски (с которыми сцепляется стальной шарик), барабаны, канаты, цепи (на поверхность которых наносится диполь), бумажная лента.

На рисунке 50 представлена схема следящей системы с шариковым барабаном заказа.



1 – сортимент; 2 – начальная отметка; 3 – тяговый орган с траверсами; 4 – сбрасыватель; 5 – передача вращения от вала лесотранспортера к валу дисков; 6 – диск с ребрами; 7 – микровыключатель; 8 – шариковый магазин; 9 – толкатель; 10 – электромагнит

Рисунок 50 – Схема синхронно следящей системы с шариковым барабаном заказа

Барабан заказа состоит из дисков 6, жестко насаженных на вал. Вал получает вращение от ведущей звездочки лесотранспортера через цепную передачу и редуктор 5. На окружности каждого диска имеются пружинные реборды, между которыми образуется кольцевой канал. Число дисков равно числу сбрасывателей обслуживаемых командным аппаратом. Каждый диск имеет магазин 8, заполненный стальными шариками, толкатель 9, управляемый электромагнитом 10. Нижний шарик останавливается в канале, располагаясь против толкателя.

При включении электромагнита толкатель забивает шарик между ребордами, и с этого момента шарик вращается вместе с диском, копирует движение сортирента по транспортеру в определенном масштабе. В момент выхода сортирента на место сброски шарик действует на путевой микровыключатель, который через систему контактов включает сбрасыватель.

В настоящее время нашли применение системы программного управления сортировкой лесоматериалов ТС – 72 и ТС – 73. Система ТС – 73 обеспечивает адресацию и выдачу управляющих сигналов на сброску сортируемых бревен в лесонакопители в соответствии с задаваемыми признаками.

Общая система автоматического управления работой бревносбрасывателей лесотранспортера состоит из двух самостоятельных, но вместе с тем, взаимно связанных систем – следящей системы и системы управления работой сбрасывателей.

Следящая система принимает заказ на сброску (адрес места сброски), контролирует перемещение сортирента по лесотранспортеру и в момент, когда он оказывается против своего накопителя, выдает команду на сброску.

Система управления работой бревносбрасывателей обеспечивает включение и отключение бревносбрасывателей на всех местах сброски сортирентов. Каждый автоматизированный сортировочный лесотранспортер имеет свою особенность конструкции системы управления работой сбрасывателей.

*Производительность продольного сортировочного лесотранспортера определяется по формуле*

$$П_{см} = \frac{T_{см} \cdot \varphi_1 \cdot \varphi_2 \cdot \varphi_3 \cdot v_m \cdot v_{cp}}{l_{cp}}, \quad (53)$$

где  $T_{см}$  – продолжительность рабочей смены, с;

$\varphi_1$  – коэффициент использования рабочего времени. Принимается  $\varphi_1=0,80 \dots 0,85$ ;

$\varphi_2$  – коэффициент загрузки транспортера или коэффициент использования машинного времени. Принимается  $\varphi_2=0,8 \dots 0,9$ ;

- $\varphi_3$  – коэффициент, учитывающий регламентированные и нерегламентированные простои. Принимается  $\varphi_3 = 0,75 \dots 0,9$ ;
- $v_T$  – скорость движения тягового устройства, м/с. Принимается из технической характеристики лесотранспортера;
- $V_{cp}$  – средний объем перемещаемого сортимента, м<sup>3</sup>;
- $l_{cp}$  – средняя длина перемещаемого сортимента, м.

## **6 Поточные линии на нижнем лесном складе**

На лесных складах (НС) применяются различные технологические и подъемно-транспортные машины и установки, из которых обычно формируют поточные линии.

Главные поточные линии производят очистку деревьев от сучьев, раскряжевку хлыстов, сортировку сортиментов. Дополнительные технологические потоки производят разделку долготья на короткомерные круглые лесоматериалы (балансы, рудстойка). Технологические потоки по механической переработке древесины производят лесопиление, шпалопиление, производство технологической щепы и др. Вспомогательные потоки производят переработку сучьев, коры, древесной зелени и др.

*Системы машин для нижних складов.* Основой комплексной механизации операций по первичной обработке древесины на нижних складах и биржах сырья деревообрабатывающих предприятий при поставке на них хлыстов и деревьев являются системы машин 1НС, 2НС, 3НС и 4НС.

Система 1НС предназначена для поштучной обработки деревьев и хлыстов при их продольной подаче. Основу системы машин 2НС составляют агрегаты с поперечной подачей деревьев и хлыстов при обработке. Система машин 3НС предназначена для групповой обработки. Система машин 4НС состоит из комплекта машин мобильных для первичной обработки круглого леса на складах малого грузооборота.

*Система машин 1НС* является наиболее отработанной. Базовыми агрегатами этой системы являются серийные машины: сучкорезная установка ПСЛ-2А, раскряжевочная установка ЛО-15С, сортировочный транспортер ЛТ-86, козловой кран ЛТ-62, консольно-козловые и башенные краны.

В зависимости от годового объема производства НС на базе системы машин 1НС может иметь один, два и более технологических потоков. Максимальная загрузка и наиболее производительное использование оборудования обеспечивается при двухпоточной блочной компоновке. Состав оборудования поточных линий на базе системы машин 1НС может частично изменяться в зависимости от грузооборота НС, примыкания

склада к тем или иным транспортным путям общего пользования, параметров поступающего сырья, номенклатуры вырабатываемой продукции и других производственных условий.

*Система машин 2НС* предназначена преимущественно для прирельсовых нижних складов, а также бирж сырья перерабатывающих производств и лесопромышленных комплексов при доставке деревьев и хлыстов. Система машин включает в качестве базовых агрегатов бункерную установку типа МСГ-3 для очистки стволов от сучьев, раскряжевочную установку слешерного (триммерного) типа, сортировочные транспортеры ЛТ-86. Перечисленное оборудование выпускается серийно.

Состав оборудования поточной линии на базе системы машин 2НС может изменяться в зависимости от грузооборота нижнего склада, характеристики поступающего на обработку древесного сырья, номенклатуры вырабатываемой продукции и других условий.

*Система машин 3НС* предназначена для крупных нижних складов грузооборотом 300-400 тыс. м<sup>3</sup> в год и более, осуществляющих комплексную переработку древесины, а также для бирж сырья перерабатывающих производств и лесопромышленных комплексов, получающих сырье в виде хлыстов и деревьев.

Для очистки деревьев от сучьев в системе машин 3НС используется бункерная сучкорезная установка. Раскряжевка пачек хлыстов на сортименты производится раскряжевочными установками типа ЛО-62. С целью обеспечения рациональной пачковой раскряжевки хлыстов должна быть предусмотрена предварительная их подсортировка по породным, размерным и качественным признакам. Сортировка деревьев (хлыстов) на 2-3 группы по породным или другим признакам может производиться на лесосеке при валке, трелевке или погрузке его на подвижной состав. Для более дробной сортировки хлыстов в технологическом потоке НС с системой машин 3НС могут применяться сортировочные устройства манипуляторного типа или другой конструкции.

*Система машин 4НС* включает самоходные и передвижные машины: многооперационные для первичной обработки древесины, подъемно-транспортные, а также оборудование для измельчения отходов на технологическую щепу и ее транспортировку. Систему машин 4НС наиболее целесообразно применять на береговых и прирельсовых НС с грузооборотом до 100 тыс. м<sup>3</sup> в год при вывозке хлыстов с выработкой 2-3 сортиментов. Мобильный сучкорезно-раскряжевочный агрегат и колесный погрузчик грузоподъемностью 12,5-15 т являются базовыми агрегатами системы машин 4НС.

*Компоновка линий.* Поточные линии для первичной обработки хлыстов или деревьев различают:

- по способу перемещения объекта обработки в процессе его обработки;
- по типу технологических связей между установками (по структурному оформлению).

По способу перемещения объекта обработки в процессе его обработки (дерево, хлыст, сортимент) поточные линии различают: с продольным и поперечным перемещением.

С продольным перемещением - ПСЛ-2А, ПЛХ-3АС, ЛО-15 и ЛО-30.

С поперечным перемещением - СТИ-2, СТИ-3, ЛО-105, ЛО-65.

По типу технологических связей между установками (по структурному оформлению) поточные линии различают: с жесткой связью и с гибкой связью.

При жесткой связи объект обработки непосредственно передается от одной установки к другой, при этом ритм работы (время цикла) обеих установок должен быть совершенно одинаковым (т.е.  $t_{ц1} = t_{ц2}$ ). В качестве жесткой связи между отдельными рабочими установками используются продольные и поперечные транспортеры.

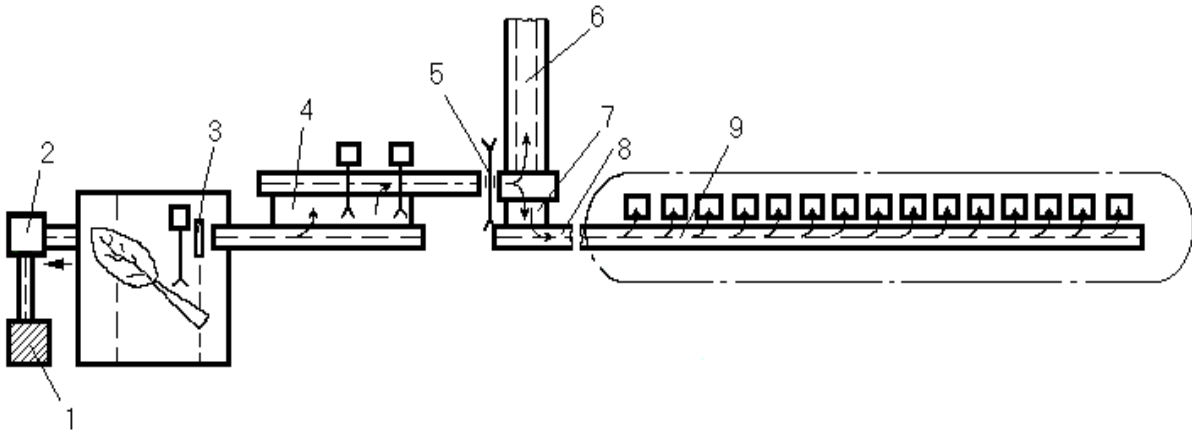
Гибкая связь допускает разный ритм работы установок. При гибкой связи возможны кратковременные остановки одной или нескольких установок, входящих в линию. При этом нормальная работа остальных установок этой же линии не нарушается. В качестве гибкой связи в поточных линиях на лесных складах применяются буферные магазины.

На лесных складах наибольшее распространение получили поточные линии с гибкой связью между отдельными, входящими в них установками.

*Поточные линии на базе раскряжевочных установок с продольной подачей (система машин 1НС).* Для комплексной механизации и автоматизации работ на лесных складах разработаны варианты поточных технологических линий для производства круглых лесоматериалов на базе раскряжевочных установок с продольной подачей.

В одном из таких вариантов (рисунок 51) при однопоточной компоновке оборудования очистка деревьев от сучьев производится сучкорезной установкой 3 (ПСЛ-2А); отделенные при этом сучья рубительной машиной 2 (ДУ-2А) измельчаются в щепу, которая поступает в бункер 1. Хлысты через буферную площадку 4 поступают на раскряжевочную установку 5 (ЛО-15С), которой распиливаются на сортименты. Вершинки и низкокачественная древесина сбрасываются с приемного стола и поперечным транспортером 6 подаются на переработку. Деловые сортименты с приемного стола раскряжевочной установки проходят через буферный магазин 7 и промежуточный транспортер 8, поступают на продольный сортировочный автоматизированный лесотранспортер 9 (ЛТ-86) и сортируются. Сменная производительность такой линии при  $V_x = 0,2 \dots 0,6 \text{ м}^3$  составляет 125...190

м<sup>3</sup>/смену. На нижних складах с годовым грузооборотом 75...125 тыс. м<sup>3</sup> применяется однопоточная компоновка оборудования, а на складах с годовым грузооборотом 150...250 тыс. м<sup>3</sup> – двухпоточная компоновка оборудования с системой машин 1НС. Не исключается и многопоточная компоновка оборудования с этой системой машин на лесных складах с грузооборотом свыше 250 тыс. м<sup>3</sup>.



1 – бункер для щепы; 2 – рубительная машина; 3 – сучкорезная установка; 4 – буферная площадка; 5 – раскряжевочная установка; 6 – поперечный транспортер; 7 – буферный магазин; 8 – промежуточный транспортер; 9 – сортировочный транспортер

Рисунок 51 – Схема однопоточной линии на базе раскряжевочной установки с продольной подачей системы машин 1НС

*Поточные линии на базе многопильных раскряжевочных установок с поперечной подачей (система машин 2НС).* К многопильным установкам относятся слешеры и триммеры. Основными условиями эффективного применения поточных линий на базе многопильных раскряжевочных установок являются следующие: грузооборот – не менее 300 тыс. м<sup>3</sup>, содержание лиственных пород – не более 10 % и должны быть мощности по переработке отходов от раскряжевки.

На рисунке 52 приведена схема поточной линии СТИ-3 на базе многопильной раскряжевочной установки с поперечной подачей для производства круглых лесоматериалов из деревьев. В состав линии входят: бункерная сучкорезная установка МСГ-3 (1) и слешерная установка, соединенные между собой трехсекционным транспортером ЛТ-53. К слешерной установке примыкают лесонакопители для сортиментов. Сучкорезная и раскряжевочная установка расположены в пролете крана К-183 с пролетом 44 м.



ориентирующий транспортер 5, при помощи которого обеспечивается ориентация хлыстов относительно пил слешера. С ориентирующего транспортера хлысты сбрасываются на слешер. Сортименты со слешера поступают на поперечный транспортер 8, который производит их осевое разделение. Бревна с поперечного транспортера сбрасываются в лесонакопители 9. Сформированные пакеты сортиментов из лесонакопителей колесным погрузчиком большой грузоподъемности подаются в бункерный питатель ЛТ-80 (11) для дальнейшей сортировки.

### *Контрольные вопросы*

1. Варианты технологических процессов работы лесного склада.
2. Способы выгрузки древесины на лесном складе.
3. Классификация кранов.
4. Варианты технологических схем установки гранов на разгрузке древесины.
5. Расчет производительности кранов на выгрузке древесины.
6. Грузозахватные устройства.
7. Способы очистки деревьев от сучьев.
8. Технологический процесс работы стационарной сучкорезной установки с поштучной обработкой деревьев.
9. Расчет производительности сучкорезной установки с поштучной обработкой деревьев.
10. Технологический процесс работы стационарной сучкорезной установки с групповой обработкой деревьев.
11. Расчет производительности сучкорезной установки с групповой обработкой деревьев.
12. Методы раскря хлыстов.
13. Способы раскряжевки хлыстов на лесном складе.
14. Технологический процесс работы раскряжевочной установки с продольной подачей хлыста.
15. Технологический процесс работы раскряжевочной установки с поперечной подачей хлыста.
16. Расчет производительности раскряжевочной установки с продольной подачей хлыста.
17. Расчет производительности раскряжевочной установки с поперечной подачей хлыста.
18. Способы сортировки круглых лесоматериалов.
19. Варианты сбрасывателей круглых лесоматериалов.
20. Расчет производительности сортировочного транспортера.
21. Системы машин на нижнем складе.
22. Поточные линии для первичной обработки хлыстов или деревьев.

## Заключение

Эффективность производства зависит не только от техники, но и от технологии и организации работ. Неправильно построенный процесс, недостаточно обоснованные способы компоновки и размещения оборудования приводят к ряду отрицательных последствий (низкая производительность труда, снижение качества лесопроductии, простои техники и т.д.), что ведёт к увеличению себестоимости лесопроductии. Инженер-технолог должен владеть приемами рационального проектирования технологических процессов лесозаготовительного производства, знать характеристики условия применения лесозаготовительного и лесоскладского оборудования.

В курсе лекций приведены основные технологические операции и наиболее типовое оборудование для лесозаготовительных и лесоскладских работ.

Основы знаний, полученные студентами при изучении данного курса, позволят легко найти необходимые дополнительные литературные источники, ориентируясь на темы, разделы курса и ключевые слова. Использование этого издания дает возможность студентам получить теоретические и практические навыки проектирования лесопромышленного производства, совершенствования техники и технологии лесозаготовительных работ. Задача обучающегося не только усвоить лекционный материал дисциплины, но и попытаться использовать полученные знания в своей дальнейшей профессиональной деятельности. Применение полученных знаний на практике позволит значительно сократить себестоимость лесозаготовительных работ, снизить их трудоемкость, улучшить условия труда и повысить его производительность.

## Библиографический список

1. Расчет эксплуатационных затрат лесосечных машин [Текст] / Ю.Ю. Герасимов [и др.]. Финляндия, Йоэнсуу: Научно-исследовательский институт леса Финляндии, 2009. - 46 с.
2. Лесной кодекс РФ от 04.12.2006 № 200-ФЗ (вступил в силу с 01.01.2007) [Текст]
3. Правила заготовки древесины от 01.08.2011 г. [Текст]. - М., 2011. - 27 с.
4. Жукова, А.И. Лесное ресурсоведение: учебное пособие [Текст] / А.И. Жукова, И.В. Григорьев, О.И. Григорьева, А.С. Ледяева / СПб.: СПб ГЛТА. 2008. - 215 с.
5. Лесной форум Гринпис России [Электронный ресурс] / phpBB Group, 2000. – Режим доступа: <http://www.forestforum.ru>
6. Загоскин, В. А. Технология и оборудование лесопромышленных производств. Ч. 2. Лесные склады [Текст]: курс лекций для студ. спец. 260100 всех форм обучения / В. А. Загоскин. - Красноярск: СибГТУ, 2005. - 288 с.: ил, табл.
7. Лозовой, В.А. Установки для поперечной распиловки круглых лесоматериалов [Текст]: учеб. пособие по выполнению лабораторных работ для студ. спец. 250401 очной и заочной форм обучения / В. А. Лозовой, В.А. Морозов, А. П. Мохирев. - Красноярск: СибГТУ, 2008. - 100 с.
8. Ширнин, Ю.А. Обоснование технологических параметров лесосек и режимов работы лесозаготовительных машин [Текст]: учеб. пособие / Ю.А. Ширин. - Йошкар-Ола: МарГТУ, 2009. –183 с.
9. Лозовой, В.А. Технология и оборудование лесопромышленного производства. Лесозаготовительные тракторы [Текст]: лабораторный практикум для студентов 250401, 150405 очной и заочной форм обучения / В. А. Лозовой, А. П. Мохирев, В. А. Морозов, Е. С. Сипачева - Красноярск: СибГТУ, 2010. – 120 с.
10. Технология и оборудование лесопромышленных производств. Организация лесосечных работ [Текст]: учебное пособие по курсовому проектированию для студентов специальности 260100 всех форм обучения. / Лозовой. В.А. [и др.] - Красноярск: СибГТУ, 2005. - 100 с.
11. Климушев, Н.К. Моделирование технологических процессов лесопромышленного производства [Текст]: учебное пособие / Н.К. Климушев, О.М. Прудникова - Ухта: УГТУ, 2003. – 76 с.
12. Редькин, А.К. Математическое моделирование и оптимизация объектов технологии лесозаготовок: учебник для вузов [Текст]. /А.К. Редькин, С.Б. Якимович – М: ГОУ ВПО МГУЛ, 2005. – 504 с.

Приложение А  
(справочное)

Перечень ключевых слов

1. Бонитет
2. Бензиномоторная пила
3. Валка леса
4. Волок (пасечный, магистральный)
5. Дерево
6. Древесина (строение, породы, состояние)
7. Запас на 1 м<sup>2</sup>
8. Захват (челюстной, грейферный, рычажный)
9. Захватно-срезающая головка
10. Класс возраста
11. Лебедка
12. Лесоштабелер
13. Лесонакопитель
14. Лесной склад
15. Лесопогрузчик челюстной
16. Леспромхоз
17. Лесовозная дорога (ус, магистраль)
18. Лесопункт
19. Лесосека
20. Лесосечный фонд
21. Манипулятор (стрела, рукоять)
22. Мастерский участок
23. Машина (валочная, валочно-пакетирующая, валочно-трелевочная, сучкорезная, валочно-сучкорезно-раскряжевочная)
24. Обрезка сучьев
25. Пакет хлыстов (сортиментов)
26. Пакетирование лесоматериалов (сортиментов, пиломатериалов)
27. Пасека
28. Пила дисковая
29. Пильная цепь
30. Пильная шина
31. Пилы (дисковые, рамные, ленточные, цепные)
32. Погрузка
33. Погрузочный пункт
34. Погрузчик (фронтальный, поворотный, перекидной)
35. Процессор
36. Протаскивающий механизм (гусеничный, кареточный, вальцовый)
37. Разобщик хлыстов

- 38. Разгрузочно-растаскивающее устройство
- 39. Разобшители пачек (хлыстов, сортиментов)
- 40. Раскряжевка хлыстов (поштучная, групповая, пачковая)
- 41. Раскряжевочная установка
- 42. Резец
- 43. Сбор лесосечных отходов
- 44. Сбрасыватели бревен
- 45. Системы машин
- 46. Скиддер
- 47. Скорость (резания, надвигания, перемещения)
- 48. Сортимент
- 49. Сортировка круглых лесоматериалов
- 50. Состав насаждений
- 51. Срезание сучьев
- 52. Сучкорезно-раскряжевочная установка
- 53. Сучкорезные машины
- 54. Сучья
- 55. Схема (компоновочная, кинематическая, гидравлическая, технологическая, расчетная)
- 56. Трелевка (тракторная, лебедочная)
- 57. Трактор трелевочный (гусеничный, колесный)
- 58. Трактор бесчokerный
- 59. Форвадер
- 60. Харвестер
- 61. Харвестерная головка
- 62. Хлыст
- 63. Чокер

**Учебное издание**

**Александр Петрович Мохирев**

**Современные технологии и машины лесного комплекса**

**Часть 1**

**Лесозаготовительное производство**

Курс лекций